



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

**UTILIZAÇÃO DE UM *JOGO DE ENIGMAS* PARA
ENSINO DE FÍSICA DE PARTÍCULAS NO ENSINO
FUNDAMENTAL**

Autor: Diego Veríssimo Pereira

Orientadora: Ingrid de Sousa Rodrigues Duarte

**Brasília-DF
2021**

DIEGO VERÍSSIMO PEREIRA

**UTILIZAÇÃO DE UM JOGO DE ENIGMAS PARA O ENSINO DE FÍSICA DE
PARTÍCULAS NO ENSINO FUNDAMENTAL**

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: Me. Ingrid de Sousa Rodrigues Duarte.

Coorientadora: Me. Carla Neves do Nascimento

**Brasília-DF
2021**

CIP – Catalogação Internacional da Publicação*

Pu PEREIRA, DIEGO
UTILIZAÇÃO DE UM JOGO DE ENIGMAS PARA ENSINO DE FÍSICA
DE PARTÍCULAS NO ENSINO FUNDAMENTAL / DIEGO PEREIRA;
orientador Ingrid de Sousa Rodrigues Duarte ; co-orientador
Carla Neves do Nascimento. -- Brasília, 2021.
59 p.

Monografia (Especialização - CIÊNCIA É 10) -- Universidade
de Brasília, 2021.

1. Jogo de Enigma. 2. Jogo de aprendizagem. 3. Ensino
por investigação. 4. Física de Partículas. I. de Sousa
Rodrigues Duarte , Ingrid, orient. II. Neves do Nascimento,
Carla, co-orient. III. Título.



**UTILIZAÇÃO DE UM JOGO DE ENIGMAS PARA ENSINO DE FÍSICA DE
PARTÍCULAS NO ENSINO FUNDAMENTAL
*USING A RIDDLE FOR TEACHING PARTICLE PHYSICS IN THE ELEMENTARY
SCHOOL.***

Diego Veríssimo Pereira

Monografia submetida como requisito parcial para obtenção do certificado de conclusão do curso de especialização em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília, em (data da aprovação 02/11/2021), apresentada e aprovada pela banca examinadora abaixo assinada:

Prof. (Mestre): Ingrid de Sousa Rodrigues Duarte, UnB
Orientador

Prof. MsC: Wagner de Oliveira Pequeno, SEEDF
Membro Convidado

Prof. Dr.Khalil de Oliveira Portugal, UnB
Membro Convidado

Dedico esta dissertação a Deus, a minha amada esposa Yara Verburg e a meu filho William Veríssimo por todos os momentos em que me incentivaram a continuar escrevendo. Aos meus pais, Maria e José, que lutaram muito para eu chegasse até aqui.

AGRADECIMENTOS

À minha esposa Yara, que muito me ajudou nos momentos que eu estava muito desmotivado.

Ao amigo Jonas (biblioeducador) que me apresentou o Riddle como proposta didática.

A Minha orientadora Ingrid pelo apoio.

A minha co-orientadora Carla pelo apoio.

A todos os professores do curso que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes).

Você sabe que não pode se divertir em um jogo a menos que conheça suas regras, seja ele um jogo de bola, um jogo de computador ou simplesmente uma brincadeira em uma festa. Da mesma forma, você não pode avaliar direito tudo o que o cerca até que tenha compreendido as leis da natureza. A física é um estudo dessas leis, que mostrará como tudo na

*natureza está maravilhosamente
conectado. Assim, a principal razão para
estudar física é aperfeiçoar a maneira
como você enxerga o mundo.*

(Paul G. Hewitt)

RESUMO

Este trabalho apresenta o resultado da pesquisa que fez uso de um jogo de aprendizagem que possui características investigativas, por meio de um jogo de enigmas *online* a respeito de física de partículas elementares, aplicado no 9º ano do ensino fundamental. O principal objetivo do trabalho consiste em oferecer uma proposta de ensino por investigação por meio de um jogo de enigmas. O jogo de enigmas possui uma mecânica interessante para o ensino por investigação, pois instiga os alunos a investigar, corroborando com uma parte da teoria freiriana onde são criadas possibilidades para que o aluno consiga construir seu próprio. Desta forma, fazer uso de um jogo de enigmas é uma alternativa interessante e promissora, ajudando na divulgação e alfabetização científica para alunos do último ano do ensino fundamental. Os resultados apontam para uma motivação por parte dos estudantes de aprender conceitos novos e a investigar.

Palavras-chave: Jogo de enigmas. Jogos de Aprendizagem. Ensino por investigação. Física de partículas.

ABSTRACT

This work presents the results of the research that used a gamified and investigative approach, through an online puzzle game about elementary particle physics, applied in the 9th grade of elementary school. The main objective of the work is to disseminate and popularize topics of contemporary modern physics together with science and its technologies. The puzzle game has an interesting mechanic for teaching by investigation, as it encourages students to investigate, corroborating a part of Freire's theory where possibilities are created so that the student can build his own. In this way, making use of a puzzle game is an interesting and promising alternative, helping in the dissemination and scientific literacy for students in the final year of elementary school. The results point to a motivation on the part of students to learn new concepts and to investigate, thus showing that the puzzle game is a potentially significant teaching unit..

Keywords: Riddle. Learning Games. Inquiry Teaching. Particle Physics.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
2.1 Teoria de Ausubel - A aprendizagem significativa	14
2.2 Teoria de Paulo Freire - Educação Libertadora	16
2.3 Ensino por investigação	17
2.4 Física de partículas	20
2.5 Jogos de aprendizagem	22
3 METODOLOGIA DA PESQUISA	27
4 RESULTADO E DISCUSSÃO	44
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	53
REFERÊNCIAS	54
APÊNCICE A.....	57
APÊNCICE B.....	58
APÊNCICE C.....	59

1 INTRODUÇÃO

O ensino de física no Brasil precisa ser mais que um treinamento para o vestibular, segundo Moreira (2000), os professores precisam fazer uso de abordagens que permitam desenvolver e estimular estudantes em física. Durante o ensino fundamental o componente curricular física aparece diluído em todas os anos que o compõem, na disciplina de Ciências Naturais ou Ciências da Natureza, e serão mais explorados ao longo do ensino médio.

Nos anos finais do ensino fundamental os conceitos básicos das ciências da natureza (biologia, física e química) são trabalhados de forma introdutória, momento importante e crucial para que o professor possa motivar os alunos para carreiras técnico-científicas. Com base nesse entendimento, o presente trabalho possui o intuito de motivar professores a ensinar física de partículas elementares aos estudantes do ensino fundamental, fazendo uso de metodologia ativa com um jogo de aprendizagem.

A metodologia ativa faz os alunos saírem da zona de conforto, a que foi aplicada neste projeto induz os estudantes a investigar, raciocinar e ter uma postura ativa e crítica com relação a alguns conceitos, afinal é importante que o processo de ensino-aprendizagem seja adaptado à realidade dos alunos. Dessa maneira, foi implementado um jogo de enigmas *on-line* conhecido como *Riddle*, criado na plataforma gratuita, a *WIX*.

O jogo em questão foi aplicado pois possuem elementos, que são utilizados com o intuito de engajar o jogador aprendiz, esses mecanismos que ajudam a engajar são explicados por (BUSARELLO et al., 2014)

O envolvimento das pessoas baseia-se principalmente em estruturas de recompensa, reforço e feedbacks, suportados por mecânicas e sistemáticas de jogos que potencializam o envolvimento dos usuários (BUSARELLO et al., 2014).

O uso de jogo *on-line* é interessante visto que recursos tecnológicos fazem parte da atual geração e para Prensky (2001), os jovens são nativos digitais, pois, fazem uso de linguagens e tecnologias presentes no dia a dia dos discentes.

Os estudantes do ensino fundamental possuem vivências, saberes, interesses e curiosidades sobre o espaço tecnológico e natural (BNCC, 2018). Nesse sentido, o jogo de enigmas criado pelo autor, oferece elementos para envolver os estudantes no processo de aprendizagem sobre a física de partículas.

O intuito de usar o jogo de enigmas é estimular os jovens o gosto pela física de partículas, por fazer uso de abordagem não usual por meio de adivinhações,

charadas, utilizando uma espécie de game onde cada adivinhação correta o estudante/jogador vai "passando de fase". Nesse sentido, o discente pode vir a se encantar de fato com o universo das partículas e perceberem que a ciência pode ser acessível a todos. Para os que não se encantarem, esses poderão começar a conhecer física de partículas, um tema atual o qual busca responder uma pergunta que é feita desde a antiguidade: - do que são feitas as coisas?

O estudo de ensinar física de altas energias é um grande desafio no ensino médio, e no ensino fundamental, que foi o nível de ensino que o plano de aula foi aplicado, esse tema não é nem mesmo citado. Isso é um erro, pois em um momento de ensino de introdução de conceitos de física, se deveria passar esse tema, pois mostra que a física está em constante evolução. Não ficando alheia ao século do estudante, fugindo das aulas predominantemente expositivas. Por causa desse fato, muitos estudantes são levados a repetir resoluções de questões sem que haja o incentivo ao desenvolvimento das habilidades cognitivas ou práticas dos discentes.

Diante do que foi exposto, a escolha do tema deste trabalho propõe desenvolver um jogo didático que aborda conhecimento de Física de Partículas Elementares a fim de auxiliar os estudantes ao estudo dos tópicos avançados de física, utilizando uma linguagem acessível ao estudante por meio de um jogo de enigmas.

Julgamos, portanto, que a maior relevância deste trabalho é a de procurar oferecer aos professores uma proposta de ensino por investigação por meio de um jogo de enigma *online*, denominado *Riddle*, para a compreensão das partículas elementares de forma dinâmica. Portanto, o objetivo central deste trabalho é divulgar e popularizar a física de partículas, para que os alunos consigam reconhecer partículas elementares, sabendo a diferença entre átomos e moléculas, reconhecendo alguns quarks e conheçam o básico do modelo padrão.

Para apresentar os resultados deste trabalho, dividiu-se a monografia nos seguintes tópicos: o primeiro tópico apresenta essa introdução e os objetivos do trabalho, o segundo tópico apresenta a fundamentação teórica, dividido em três partes (a primeira parte discute a fundamentação teórica, com o ensino por investigação, jogos de aprendizagem e física de partículas, a segunda parte apresenta referências sobre jogos de aprendizagem e a terceira parte apresenta as partículas elementares), o terceiro tópico a metodologia da pesquisa e o quarto tópico apresenta os resultados

e as discussões obtidos na aplicação da atividade. O quinto tópico apresenta as considerações finais do trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste tópico, abordaremos os principais conceitos desenvolvidos pelas seguintes referências: David Ausubel e Paulo Freire, o ensino por investigação e gamificação. Cabe ressaltar que não iremos abordar todas as suas teorias, mas sim apenas as que são mais relevantes para o trabalho em questão. Essas partes são importantes para o trabalho, pois corroboram com o uso de jogos de aprendizagem e com a forma de ensino por investigação.

2.1 Teoria de Ausubel- A aprendizagem significativa

A teoria da aprendizagem significativa do psicólogo cognitivista David Ausubel foi alicerçada na aprendizagem cognitiva, onde ocorre um armazenamento organizado de conceitos na mente do discente, moldando-se assim a sua estrutura cognitiva. A teoria da aprendizagem significativa diz que para que um novo conceito seja ancorado é necessário que exista uma estrutura preexistente, a qual foi chamada de subsunçor por Ausubel.

A medida que um determinado conceito é assimilado na estrutura cognitiva do estudante, essa é ampliada. Para que ocorra assimilação de novos conceitos, devem ocorrer conflitos cognitivos em que conceitos preexistentes e novos entrem em choque sofrendo modificações ao interagirem entre si, dessa forma se evita uma estagnação.

Segundo Moreira (1999, p.5), "a aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se, de maneira substantiva (não-literal) e não-arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo". Os novos conhecimentos adquiridos se relacionam com o conhecimento prévio que o estudante possui (*subsunçor*). Dessa forma se valoriza o conhecimento prévio do estudante.

Os subsunçores são definidos como estruturas de conhecimentos específicos existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Dessa forma, Ausubel define estruturas cognitivas como estruturas hierárquicas de conceitos que são representadas pelas experiências do indivíduo.

Portanto, existem alguns requisitos que Ausubel definiu para que ocorra a aprendizagem significativa: o aluno precisa estar disposto a aprender, uma estrutura adequada que permite a adaptação de conhecimento prévio e o material de ensino deve ser potencialmente significativo, tomando dessa forma o ambiente favorável a aprendizagem significativa.

Infere-se que como questão basilar que para aprender o aluno precisa estar disposto que para que a aprendizagem significativa ocorra, o professor precisa estimular esse interesse e usar recursos próximos ao que o estudante já faz uso. Dessa forma, o papel importantíssimo do docente é verificar os conhecimentos prévios, para que assim, possa orientar os discentes a continuar pesquisando e aprendendo.

Assim, cabe ao professor identificar subsunçores estruturantes relevantes, diagnosticar os conhecimentos prévios dos alunos e utilizar recursos e princípios facilitadores do processo de ensino- aprendizagem, destacando-se também o uso adequado da linguagem (MOREIRA, 2011).

Moreira e Masini (2017) abordam que quando o aprendiz não apresenta subsunçores adequados é necessário a utilização de organizadores prévios, que é definido por Ausubel como o elo entre o que o aprendiz já sabe e o que ele precisa saber. Dessa forma, os estudantes conseguem atribuir novos significados ao conhecimento apresentado.

Um novo conhecimento interage com algum conhecimento prévio, especificamente relevante, e o resultado disso é que esse novo conhecimento adquire significado para o aprendiz e o conhecimento prévio adquire novos significados, fica mais elaborado, mais claro, mais diferenciado, mais capaz de funcionar como subsunçor para outros novos conhecimentos. Durante um certo período de tempo, a fase de retenção, o novo conhecimento pode ser reproduzido e utilizado com todas suas características, independente do subsunçor que lhe deu significado em um processo de interação cognitiva. No entanto, simultaneamente, tem início um processo de obliteração cujo resultado é um esquecimento (residual) daquele que era um novo conhecimento e que foi aprendido significativamente. Isso quer dizer que aprendizagem significativa não é sinônimo de “nunca esquecer” ou “daquilo que não esquecemos”. A assimilação obliteradora é a continuidade natural da aprendizagem significativa. Mas essa obliteração não leva a um esquecimento total. Ao contrário, o novo conhecimento acaba “ficando dentro do subsunçor” e a

reaprendizagem é possível e relativamente fácil e rápida. (MOREIRA, 2020 p.6)

MOREIRA (2021) ressalta que estar disposto a aprender consiste em estar interessado, e o interesse passa por motivar os alunos que é algo que esse trabalho visa.

Este é provavelmente o maior desafio do ensino da Física: o interesse. Como despertar nos alunos o interesse pela Física? É lugar comum que os alunos da educação básica não gostem da Física, chegando ao ponto de dizerem que “detestam” a Física e, até mesmo, que “odeiam” a Física. Na educação superior é comum que estudantes evitem carreiras que têm Física ou que cursem disciplinas de Física Geral porque são obrigatórias e só querem passar. O que fazer para mudar essa visão da Física, difícil, formulista, sem interesse para os alunos? (MOREIRA, 2021 p.5)

No caso dos estudantes do 9º Ano do ensino fundamental, foi preciso retomar conceitos atomísticos, para que novos conceitos sejam ancorados, a exemplo: prótons, nêutrons e elétrons e carga elétrica.

2.2 Teoria de Paulo Freire- Educação Libertadora

Paulo Freire defende uma educação que incentive a criticidade do estudante. A sua metodologia consiste em uma maneira de educar conectada ao cotidiano dos estudantes e às suas experiências existentes.

Freire (2005) defende que para que ocorra uma “educação libertadora” é necessário que ela seja problematizada e dialógica, ou seja o aluno precisa aprender sobre. Dessa forma, o ato de aprender deve promover uma mediação crítica de autorreflexão para o docente e para o discente.

Freire (2005, p.80) afirma:

Enquanto a prática bancária implica uma espécie de anestesia, inibindo o poder criador dos educandos, a educação problematizadora, de caráter autenticamente reflexivo, implica um constante ato de desvelamento da realidade. A primeira pretende manter a imersão; a segunda, pelo contrário, busca a emersão das consciências, de que resulte sua inserção crítica na realidade. (Freire, 2005 p. 80).

Para que ocorra a formação voltada para uma consciência crítica, não se deve incentivar um arquivamento dos depósitos, pois só assim ocorrerá uma transformação do mundo opressor. Freire (2005) sugere que ocorra uma prática problematizadora, a qual incentiva os discentes a formarem uma atitude de compreensão do mundo

juntamente com as relações, pensando assim em uma realidade que se transforma a todo tempo.

De acordo com Freire (2006) *apud* Sousa (2019) afirma que:

os homens durante o seu processo de busca de conhecimento, não na lógica receptiva e prescritiva do conhecimento que outros doam, podem perseguir a razão da realidade. Esta consciência leva, segundo ele, à descoberta de um mundo de muitos desafios e possibilidades, também de determinismo e de liberdade, de negação e ao mesmo tempo de afirmação de sua humanidade, de permanência e de transformação desta realidade. (SOUSA, 2019 p.17)

O docente não é um transmissor de conceitos e sim um ser que pode mediar a qualquer momento a aprendizagem de seus estudantes, propiciando um ambiente escolar mais criativo.

Paulo Freire diz:

Que ensinar não é transferir conhecimentos, mas criar possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção (2001, p.52).

A sala de aula é o lugar onde o estudante pode fazer indagações e permite, assim, construir o seu conhecimento, tornar um ser crítico que valoriza o ponto de vista de seus colegas e não somente o seu próprio. Ao se fazer uso de uma abordagem com uso da linguagem que os estudantes estão acostumados, propicia um ambiente mais criativo, pois cria a possibilidade para os jovens construírem seu próprio conhecimento.

2.3 Ensino por investigação

O Ensino por investigação surgiu a partir dos estudos do pedagogo e filósofo americano John Dewey(1902 – 1990), no século XX. Segundo Azevedo (2009, p. 20) *apud* Pizzi (2013, p. 10):

"O objetivo é levar o aluno a pensar, refletir, debater e justificar suas ideias e aplicar seus conhecimentos em situações novas" Deve ser oportunizado em sala de aula momentos de descoberta que tenham significado para o aluno, que sejam problemas desafiadores para que ele possa refletir sobre a problemática que investiga. (PIZZI, 2013 p.10)

O ensino por investigação é um termo que se refere a abordagens pedagógicas, criando pessoas que tenham o hábito da investigação, que ao executar ações se

aproximem da caminhada científica, desenvolvendo habilidade de solucionar problemas apresentados (SOUZA, 2011).

Assim, de acordo com Sasseron (2015).

O ensino por investigação configura-se como uma abordagem didática, podendo, portanto, estar vinculado a qualquer recurso de ensino, desde que o processo de investigação seja colocado em prática e realizado pelos alunos a partir e por meio das orientações do professor (SASSERON, 2015, p.58).

Mostrando que o estudante precisa ser um agente ativo durante o processo de ensino aprendizagem, pois a cada encontro vai adquirindo saberes científicos, desenvolvendo suas habilidades cognitivas e capacidade de argumentação em conjunto solucionando problemas. Mas com todas essas mudanças vem uma necessidade de alterar a forma de avaliação.

Na avaliação, o professor, precisa mudar e refletir sobre sua prática docente, pois, ao mudar sua metodologia de ensino é preciso mudar o formato da avaliação, pois, o professor deve dar a devida importância a avaliação contínua e perceber a evolução do discente ao longo das aulas. (MOURA, 2019 p. 22).

As práticas tradicionais estão cedendo espaço para as metodologias ativas que vêm sendo desenvolvidas desde o século passado com uso de diversas ferramentas que favorecem situações de ensino-aprendizagem. Colocando o aluno como agente central e como agente ativo do processo educacional. Essa metodologia que tenta aproximar os alunos da caminhada científica precisa ter algumas características que de acordo com Gil Perez e Valdez (1996), Porto, et al (2009) e Carvalho et al. (2004), apud Pizzi(2013)

*Levantamento de situações problemas, a partir do assunto a ser investigado, de preferência em forma de pergunta sobre a natureza, que aguce a curiosidade do aluno. Portanto, o problema deve ser de interesse dos alunos e considerado problema por eles, independentemente se sua formulação partiu do aluno ou do professor; *O problema levantado deve gerar debates, discussões, reflexões, atividades experimentais ou não, e serem, sempre que possível, generativo. *Formulação de hipóteses, elencadas e registradas pelos alunos através da investigação; *Análise dos dados e comparação com as previsões, onde os resultados não previstos, também deverão ser revistos; *Conclusão, quando os educandos formulam as respostas para tentar resolver o problema inicial, a partir

das discussões e análises. *O aprendizado deve ser relacionado ao cotidiano dos alunos, para permitir aos mesmos, atrelar o que aprenderam com o entendimento que têm do mundo; *Engajar os estudantes com o tema a ser investigado, mobilizando-os e motivando-os, sendo possibilitados desafios e questões imprevistas. (PIZZI, 2013 p. 11)

Essas características são importantes pois vão ao encontro do uso de jogos na sala de aula, por esse motivo o jogo de aprendizagem se apresenta muito lógico para o uso desse. O uso de jogo é oposto a metodologia tradicional, que apenas visa transmitir o conteúdo e tem o professor como elemento central.

Assim, a prática pedagógica que está limitada apenas a transmissão de conhecimento para uma posterior acumulação de conteúdos que prega a ideia de compreensão por repetição está ultrapassada. Isso acaba por ignorar o que o aluno já sabe e também as capacidades de pensar e analisar dos estudantes. O ensino por investigação já é consagrado na América do Norte e Europa e de acordo com Silva(2014).

O ensino por investigação constitui uma abordagem que tem uma longa história na educação em ciência. Fomenta o questionamento, o planejamento, a recolha de evidências, as explicações com bases nas evidências e a comunicação. Usa processos da investigação científica e conhecimentos científicos, podendo ajudar os alunos a aprender a fazer ciência e sobre ciência (SILVA, 2014, p.12)

Para tanto, o processo de ensino-aprendizagem que ocorre nas salas de aula do Brasil tem potencial para se tornar mais rico à medida que os docentes apoiam sua abordagem pedagógica, com uso de diferentes metodologias. As quais podem ajudar no fazer científico e despertar jovens para carreiras técnico-científicas. A Base Nacional Curricular Comum (BNCC) orienta a respeito de atividades investigativas o seguinte:

A abordagem investigativa deve promover o protagonismo dos estudantes na aprendizagem e na aplicação de processos, práticas e procedimentos, a partir dos quais o conhecimento científico e tecnológico é produzido. Nessa etapa da escolarização, ela deve ser desencadeada a partir de desafios e problemas abertos e contextualizados, para estimular a curiosidade e a criatividade na elaboração de procedimentos e na busca de soluções de natureza teórica e/ou experimental. Dessa maneira, intensificam-se o diálogo com o mundo real e as possibilidades de análises e de intervenções em contextos mais amplos e complexos, como no caso das matrizes

energéticas e dos processos industriais, em que são indispensáveis os conhecimentos científicos, tais como os tipos e as transformações de energia, e as propriedades dos materiais. Vale a pena ressaltar que, mais importante do que adquirir as informações em si, é aprender como obtê-las, como produzi-las e como analisá-las criticamente. (BRASIL, 2018, p.551).

Segundo Carvalho (2021) durante o processo investigativo, o papel do professor consiste em mediar, facilitar orientar e acima de tudo planejar o processo como um todo, o jogo é planejado antes de ser iniciado, mostrando-se muito interessante para a metodologia aplicada. Cabendo ao professor agora o papel de instigador do espírito investigativo estudantil, para que os alunos fiquem motivados e possam de fato interagir com maior eficiência. Dessa forma a avaliação dessa atividade deve ser continuada e formativa, pois o professor consegue acompanhar o desenvolvimento de conhecimento pelos alunos.

2.4 Física de partículas

A física de partículas é um ramo da física que busca compreender as estruturas microscópicas, buscando de fato o átomo de Leucipo e Demócrito, cabendo ressaltar que eles viveram por volta de 460 a.C. Dessa forma, a Física de Partículas torna-se um conteúdo adequado para explicar o processo científico de validação de teorias, bem como o funcionamento da ciência atual na busca pela compreensão da natureza (SIQUEIRA, 2016).

É importante salientar que a física de partículas faz parte do modelo padrão, pois é esse que explica a física de partículas, juntamente com suas interações fundamentais.

“...o Modelo Padrão é, na história, a mais sofisticada teoria matemática sobre a natureza. Apesar da palavra ‘modelo’ em seu nome, o Modelo Padrão é uma teoria compreensiva que identifica as partículas básicas e especifica como interagem. Tudo o que acontece em nosso mundo (exceto o efeito da gravidade) resulta das partículas do Modelo Padrão interagindo de acordo com suas regras e equações.” (KANE 2009, p. 1).

De acordo com esta teoria, os quarks e léptons, são as partículas elementares que constituem toda a matéria que nos cerca e não possuem estrutura interna, ou seja, não podem ser divididas, como exemplos temos os prótons e os nêutrons, que

são combinações diferentes de quarks. Os quarks podem ser up (u), down (d), charme (c), estranho(s), top (t) ou bottom(b), cada um com sua respectiva antipartícula além de possuir cada um uma cor que pode ser azul, verde ou vermelho, logo existem trinta e seis quarks.

Os quarks são: up (u), down (d), estranho (s), charme (c), bottom (b) e top (t). Como foi dito anteriormente, toda partícula tem sua antipartícula, assim todos os quarks tem antiquarks. Essas são as partículas responsáveis pela estrutura dos hádrons, que podem ser de dois tipos: os bárions, formados por três quarks ou três antiquarks; e os mésons, formados por um quark e um antiquark. Quarks também apresentam uma propriedade, já comentada anteriormente, a cor. Cada quark pode ter três cores diferentes: vermelho, verde e azul. Assim, cada um dos seis quarks pode se apresentar em cada uma das três cores, o que faz com que eles sejam dezoito quarks (seis quarks x três cores) e, como foi dito anteriormente, para cada uma dessas partículas está associada uma antipartícula, ou seja, os quarks são, ao todo, trinta e seis. Os léptons são: elétron (e), neutrino do elétron (ν_e), múon (μ), neutrino do múon (ν_μ), tau (τ) e neutrino do tau (ν_τ). Existem seis léptons e mais seis antipartículas, ou seja, ao total os léptons são doze. Assim, as partículas elementares do Modelo Padrão são trinta e seis quarks e doze léptons. (Pinheiro, 2011 p.82).

Ainda no modelo padrão existem as interações fundamentais, que explicam como ocorrem as interações entre as partículas, essas interações fundamentais são a eletromagnética, gravitacional forte e fraca. Essas interações ocorrem.

Cada uma delas é devida a uma propriedade fundamental da matéria: a interação forte é devida à cor, a fraca devida à carga fraca, a gravitacional à massa e a eletromagnética à carga elétrica. Cada interação tem sua partícula mediadora, que pode não ter massa, mas tem energia, ou seja, são pulsos de energia e por isso são chamadas de partículas virtuais. A função dessas partículas é mediar a interação, o que significa que a interação existente entre as partículas interagentes do processo resulta de uma “troca” (emissão e absorção) das partículas virtuais. Assim, a partícula mediadora da interação forte é o glúon, descrito pela Cromodinâmica Quântica (QCD); a da interação fraca são as partículas Z e W, da gravidade, possivelmente o gráviton e da interação eletromagnética, os fótons. (Pinheiro, 2011 p.83).

O modelo padrão começou a ser discutido por volta dos anos 60, entretanto a física que é trabalhada na escola ainda é a física do século XIX, como cita Moreira (2011)

“Estamos em pleno século XXI, mas a física ensinada na escola é a do século XIX. Um verdadeiro absurdo. Por mais importante que seja a mecânica Newtoniana dentro da física, começar por ela o ensino de Física, e desde uma perspectiva formulista, tem sido um grande fracasso. Só não reconhece quem não quer.” (MOREIRA, 2011 p.9).

A física moderna contemporânea não pode continuar sendo negligenciada. É preciso orientar o discente a pensar a física, para que possa pensar melhor a respeito do universo que o cerca, do microscópico ao macroscópico. A respeito desse pensamento Ostermann (1999) vê muito potencial para que os estudantes percebam que a ciência está em constante evolução.

“Uma grande potencialidade deste tema é a oportunidade que este oferece para a compreensão do processo de produção do conhecimento científico. Os vários episódios históricos envolvendo o avanço desta área de pesquisa mostram o quanto físicos teóricos e experimentais uniram esforços na busca de uma compreensão maior da natureza da matéria. Foram necessários grandes investimentos tecnológicos para que se chegasse ao modelo padrão atual. O caráter construtivo, inventivo e não definitivo do conhecimento também pode ser ilustrado, a partir de uma leitura histórica dessa fascinante área da Física” (OSTERMANN 1999, p. 434).

A partir da perspectiva de (Ostermann 1999) que percebe a importância dos estudantes em não ver a ciência como algo acabado e de (Souza 2011) que mostra como o ensino por investigação é importante. Infere-se que no tópico de física de partículas existe muito potencial, pois o ser humano é curioso e ainda está buscando entender o universo microscópico. Por conta dessas características consideramos o tema de física de partículas extremamente essencial e potencialmente significativo para despertar jovens para carreiras científicas.

2.5 Jogos de aprendizagem

Segundo Machado (1992), o papel dos jogos nas atividades pedagógicas em três dimensões:

- A lúdica, que enfatiza o divertimento, as estratégias de vitória;
- A cognitiva, convergindo para os conteúdos específicos e formação de conceitos e fixação de técnicas operatórias;
- A social, que compreende os fenômenos da comunicação e os conflitos sócio-cognitivos.

Os jogos eram conhecidos como imorais, profanos e até perseguidos pelas autoridades como destacado por ALMEIDA (1987) e DUFLO (1999).

Duflo(1999) apresentou o percurso histórico do fenômeno jogo e coloca que durante muito tempo, o jogo apresentava-se com pouca importância e sem atrair atenção dos mais estudiosos, sendo colocado como uma atividade infantil.

Os jogos devem propiciar prazer, alegria, espontaneidade e não-constrangimento. Piaget (1987) afirma o papel dos jogos na infância para a formação do adulto. De acordo com ele, "O jogo constitui o pólo extremo da assimilação da realidade no ego, tendo relação com a imaginação criativa que será fonte de todo o pensamento e raciocínio posterior" (PIAGET, 1987, p.162).

Fadel et al (2014) define o conceito da gamificação como sendo uma aplicação dos elementos presentes nos jogos em situações fora de jogo. Dessa forma, o processo de gamificação é uma metodologia ativa a qual consiste em fazer uso de elementos adquiridos nos jogos em uma situação fora do jogo. Exemplos de mecânicas dos jogos encontram-se na tabela 1. Essas mecânicas são utilizadas para engajar pessoas a resolverem problemas que podem envolver diferentes habilidades.

As mecânicas estão correlacionadas a dinâmicas nos games que são restrições que são as regras dos jogos; emoções que podem ser geradas por concluir a tarefa ou curiosidade para explorar algo; narrativa que é a história do jogo que orienta na tomada de decisões; progressão que se caracteriza pela evolução do personagem ou de si próprio e relacionamentos que estão associadas às interações sociais.

Tabela 1 – Mecânicas dos Games

<i>MECÂNICAS</i>	<i>DESCRIÇÃO</i>
Desafios	Quebra-cabeças ou outras tarefas que requerem esforço intelectual para serem resolvidas
Sorte	Elemento aleatório que influencia alguns resultados.
Competição	Um jogador ou time ganha e o outro perde.

Cooperação	Um objetivo é compartilhado por todos os jogadores.
Feedback	Resposta que realimenta o sistema do jogo
Aquisição de Recursos	Obtenção de artefatos ou itens que auxiliam na progressão do jogo.
Recompensas	Benefícios conseguidos através de um determinado resultado alcançado.
Transações	Trocas de recursos entre os jogadores.
Turnos	Participação sequencial dos jogadores.
Estados de Vitória	Condições que caracterizam a vitória ou derrota.

Fonte: FARDO, 2013 p.60

De acordo com Huizinga (2003) o jogo pode ser definido como atividade lúdica mais ampla que sendo ainda um ato voluntário concretizado com fuga da vida real.

E Crawford (1982) evidencia quatro elementos que os jogos devem possuir que são a representação que consiste em uma representação da realidade; Interação – como que as pessoas interagem com o jogo, podendo modificar a representação apresentada; conflito – o jogador procura ativamente atingir um objetivo que exigem esforço; segurança – é um universo paralelo que permite se expor a situações de risco sem sofrer danos físicos por conta disso. Crawford ainda cita que todo jogo é educativo, visto que jogos tendem a agregar novos conhecimentos.

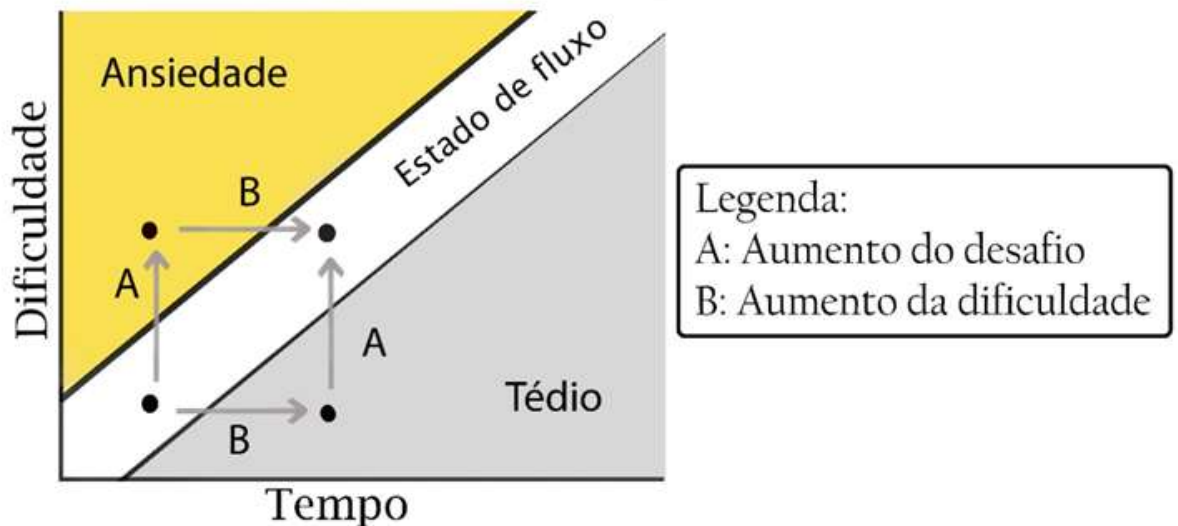
Dessa forma o que mantém uma pessoa focada em um jogo é explicado por CSIKSZENTMIHALYI (2014) sugere que para que o ser humano fique motivado ele precisa interagir com o meio e deve ser recompensado, para que se mantenha em uma determinada atividade engajada a qual é chamada de estado de fluxo.

Pessoas saudáveis, as quais sua sobrevivência e outras necessidades prementes estão satisfeitas, são motivadas a explorar, aprender e desenvolver suas habilidades de forma a interagir mais eficazmente com o meio ambiente. Quando envolvidas em tal processo, as pessoas gostam do que estão fazendo, e buscam a experiência para seu próprio bem; o crescimento torna-se a própria recompensa. Esse engajamento

agradável é o que chamamos de flow (CSIKSZENTMIHALYI, 2014, p. 1).

Dessa forma, as dificuldades dos enigmas que está relacionada a dificuldade e o tempo que as pessoas levam para resolver, mantendo-se motivadas, o gráfico a seguir que exemplifica o estado de fluxo.

Gráfico 1 - Estado de Fluxo



Fonte: elaborado pelo autor

Quando um jogo é fácil, ou seja, tem pouca dificuldade a pessoa fica entediada, e quando o jogo é muito difícil ela fica ansiosa, quando se consegue deixar o jogo com uma dificuldade que a pessoa consiga jogar ela está no estado de fluxo o qual consegue ficar muito concentrada e empenhada.

O intuito de utilizar o jogo é não deixar os estudantes ansiosos ao fazer enigmas muito difíceis e nem entediados com uso de enigmas muito fáceis, ou seja, manter no estado de fluxo onde a pessoa está estudando algo e está muito estimulada, concentrada e nem percebe o tempo passando devido à alta dedicação.

Dessa forma, o organismo tem uma reação emocional, causada pela dopamina que é liberada quando se atinge um objetivo, e esse hormônio é o hormônio do prazer, isso faz os jogos serem engajadores.

O jogo é muito bom de ser utilizado, pois quando se joga o aluno tem postura ativa e isso corrobora com a ideia de ensino por investigação, pois o jogo de enigmas precisa desse tipo de comportamento do estudante. É necessário que ele mantenha essa comportamento durante todo o jogo de enigmas, corroborando com as características sugeridas por Gil Perez e Valdez (1996), Porto, et al (2009) e Carvalho et al. (2004), no trabalho de Pizzi (2013).

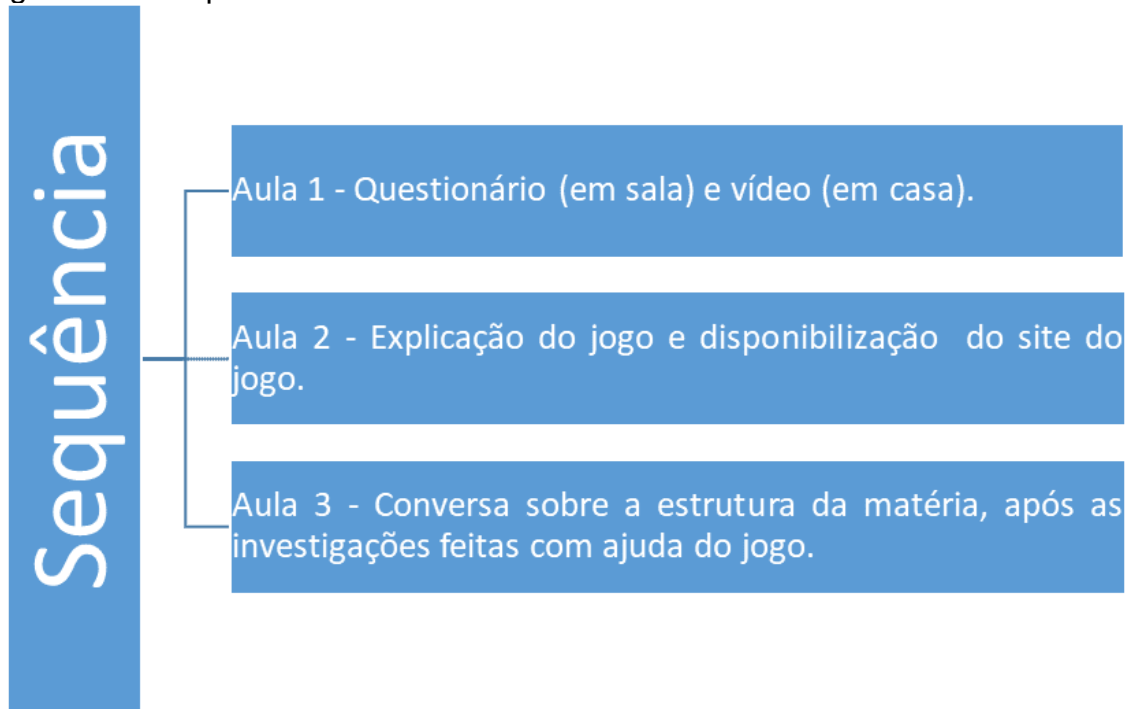
O jogo de enigmas é considerado um jogo de aprendizagem, pois segundo Boller (2018) é destinado a ajudar jogadores estudantes a desenvolver novas habilidades e novos conhecimentos, esse tipo de jogo ainda pode ser chamado de jogo sério ou instrucional.

São destinados a ajudar os jogadores a desenvolver novas habilidades e novos conhecimentos, ou a reforçar os já existentes. Os jogos voltados para a aprendizagem também são chamados de "jogos sérios" ou "jogos instrucionais". O objetivo final de um jogo de aprendizagem é permitir o alcance de algum tipo de resultado de aprendizagem enquanto o "jogador" está envolvido ou imerso num processo de aprendizado. Jogos de aprendizagem com frequência se apoiam na abstração da realidade e num elemento de fantasia no processo de ensino; em geral eles não apresentam réplicas de situações de vida real. O divertimento dentro do jogo deve estar o mais ligado possível àquilo que estiver sendo aprendido. (Boller, 2018 p. 40)

Conclui-se que o jogo de enigmas é uma boa opção para o ensino por investigação, por possuir elementos do fazer científico e assim poderão aprender por meio de ensino por investigação.

3. METODOLOGIA

O diagrama a seguir ilustra o que foi feito em sala de aula:
Diagrama 1 - Sequência didática utilizada.



Fonte: autor.

Esse trabalho apresenta características de um estudo qualitativo, interpretativo e descritivo desenvolvido a partir da análise dos processos de aprendizagem dos estudantes do 9º ano do ensino fundamental de uma escola pública do Goiás, na cidade de Valparaíso de Goiás, com o total de 155 alunos participantes.

A metodologia aplicada levou em conta ensino por investigação, usando como referencial teórico as ideias de Ausubel e Freire, como forma de divulgar e estimular os estudantes a conhecer um pouco sobre partículas elementares.

As atividades foram aplicadas em três momentos presenciais.

Aula 01- Aplicação do questionário

Na primeira aula, os alunos foram informados da pesquisa que eles fariam parte e de como seria a metodologia, depois dessa conversa inicial foi feita uma sondagem prévia com os estudantes com os alunos para saber o que eles sabem sobre a estrutura da matéria, por meio de um questionário.

Depois foi solicitado aos estudantes assistirem a um vídeo, em casa, do Instituto de Física da USP¹ sobre física de partículas. Verificando assim o conhecimento prévio e dando base para que o aluno fique curioso e queira descobrir mais a respeito do tema.

Aula 02- Apresentação do jogo de enigma (Riddle)

Na segunda aula, que ocorreu sete dias após a primeira aula, foi apresentado o jogo de enigmas *online*, pois a maioria dos alunos não conhecia esse tipo de jogo. O intuito foi de orientá-los com relação a possíveis formas de solucionar enigmas e de mostrar fontes confiáveis de pesquisa, leitura e como e onde investigar usando fontes seguras, ferramenta que é necessária durante o jogo.

As etapas do jogo para o aprendiz-jogador de enigma são apenas duas que consistem em leitura com interpretação e investigação com raciocínio, para desvendar os enigmas que são colocados em cada fase. Quando se clica no botão responder que aparece das fases 0 a 9 se abre uma página igual a imagem 27, onde é possível digitar a senha a qual libera a próxima fase, quando a senha correta é digitada.

As dicas estão na página onde aparecem ao menos duas dicas, que estão localizadas no nome da aba da página, na imagem central da página e em uma frase embaixo da imagem. Todas as fases do jogo de enigmas estão dispostas a seguir, as respostas encontram-se no apêndice C.

Jogo de enigmas elaborado pelo autor.

¹ Disponível em: https://fb.watch/9Lm_Gh7GKo/, acesso em 25 de outubro de 2021.

Imagem 01 – Página Inicial do Riddle

RIDDLE FÍSICA DE PARTÍCULAS



O que é Riddle?

Riddle que significa enigma em inglês é um jogo o qual por meio de dicas dadas, você deve chegar a uma resposta única utilizando métodos lógicos de raciocínio. As dicas podem estar em qualquer lugar da página ou em imagens, textos anagramas. A associação das pistas deve ser feita pelo jogador e é livre, cada jogador deve pensar em uma palavra que dará acesso a fase seguinte. Provavelmente você irá procurar e pesquisar na internet, ferramenta extremamente essencial para descobrir várias coisas e descobrir o que é verdade e o que é não é, preparad@s?

Como se joga o Riddle?

Ao escrever a resposta, não se deve utilizar letra maiúsculas, acentos, espaço, til e nem cedilha.
Dica: olhe o nome do da página, se possui texto escondido.

Está pronto para começar? Então vamos lá!

JOGAR

Fonte: autor

Imagem 02 – fase 0

FASE 0



“O ESSENCIAL É INVISÍVEL AOS OLHOS”

Reposta

Fonte: autor

Imagem 03 – fase 1



Fonte: autor

Imagem 04 – Dica fase 1



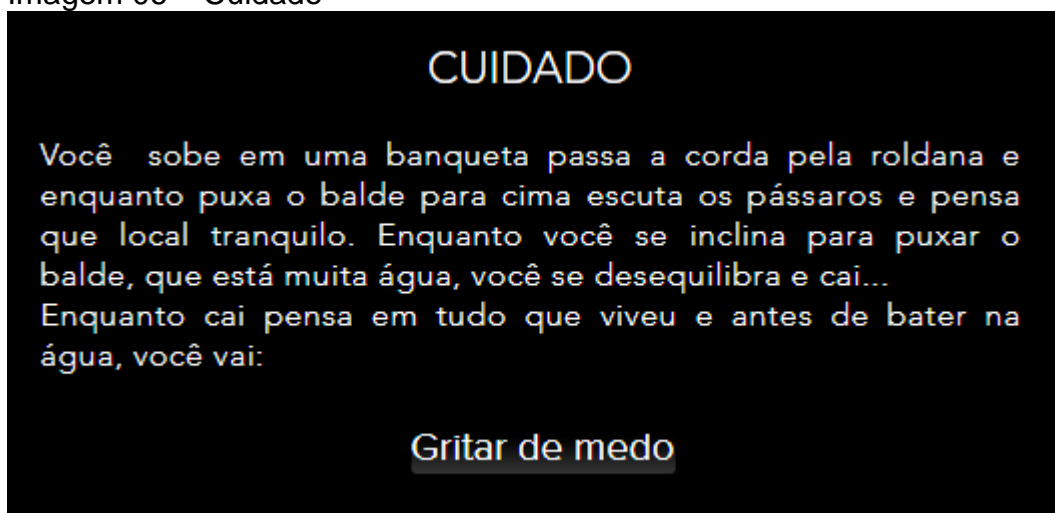
Fonte: autor

Imagem 05 – Poço para descanso



Fonte: autor

Imagem 06 – Cuidado

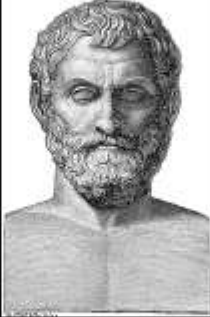


Fonte: autor

Imagem 07 – Fase 02

FASE 2

Enquanto você pensa que poderia ficar dentro do poço por vários dias, você escuta alguém te chamando e te ajuda a sair do poço, a pessoa se apresenta como



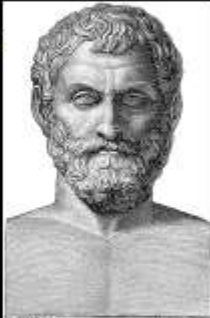
Dica
Resposta

Fonte: autor

Imagem 08 – Dica da fase 02

DICA DA FASE 2

Pré-socrático de nome Θαλής ὁ Μιλήσιος
Considerou que uma das quatro essências o único e primordial princípio responsável pela multiplicidade dos seres.
Qual das quatro essências?




Voltar e responder

Fonte: autor

Imagem 09 – Fase 03

FASE 3



Você conheceu um discípulo de Tales o qual discordava dele, segundo **Αναξίμανδρος**, o princípio de tudo seria uma substância primária, indeterminada e imaterial.

[Dica](#) [Resposta](#)

Fonte: autor

Imagem 10 – Dica da fase 03

DICA FASE 3

Qual substância era essa que **Αναξίμανδρος**, sugeriu como o princípio de tudo?


[Voltar e responder](#)

Fonte: autor

Imagem 11 – Fase 4

FASE 4

Empédocles (490-430 a.C.) usou em suas explicações a ideia de quatro princípios ou elementos primordiais



Dica
Resposta

Fonte: autor

Imagem 12 – Dica 1 da fase 4

DICA - FASE 4 LETRAS

Em ordem alfabética.



Voltar e responder

Fonte: autor

Imagem 13 – Dica 1 da fase 4



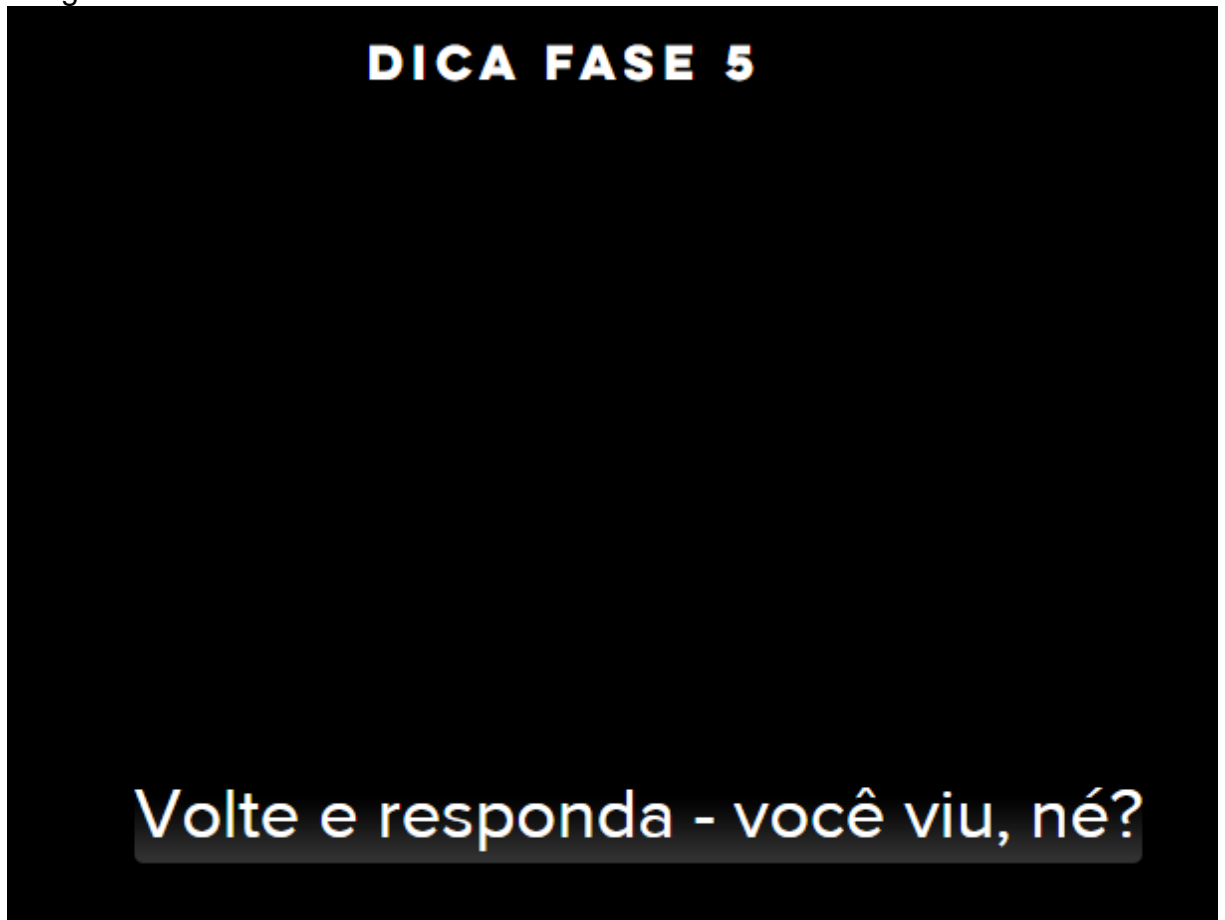
Fonte: autor

Imagem 14 – Fase 5



Fonte: autor

Imagem 15 – Dica da fase 5



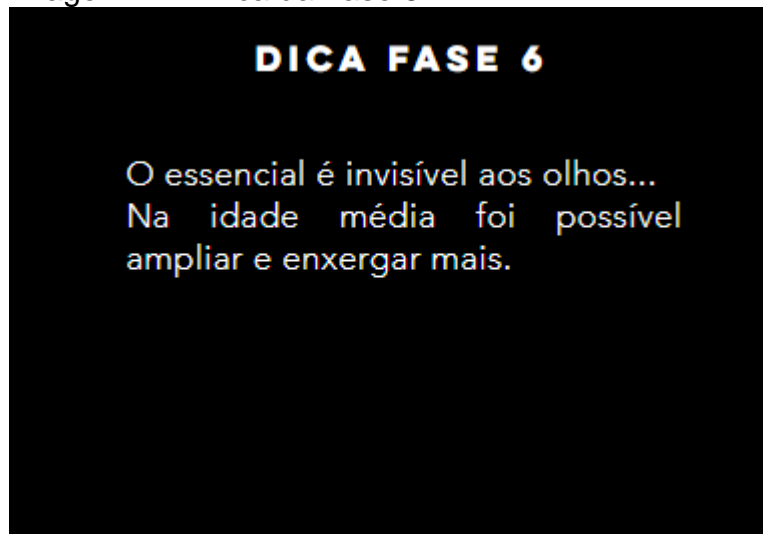
Fonte: autor

Imagem 16 – Fase 6



Fonte: autor

Imagem 17 – Dica da Fase 6



Fonte: autor

Imagem 18 – Fase 7



Fonte: autor

Imagem 19 – Dica da fase 7

Dica Fase 7

Em 1964 propomos a hipótese de partículas que formam os prótons e os elétrons.

```

01010101 01110011 01100101 00100000
01100001 00100000 01101000 01101001
01110000 11110011 01110100 01100101
01110011 01100101 10100000 01101110
01101111 00100000 01110011 01101001
01101110 01100111 01110101 01101100
01100001 01110010 00101110

```

Voltar e responder

Fonte: autor

Imagem 20 – Fase 8

Fase 8



Dica

Responder

Fonte: autor

Imagem 21 – Dica da fase 8

Dica Fase 8



... ..

Voltar e responder

Fonte: autor

Imagem 22 – Fase 9

Fase 9

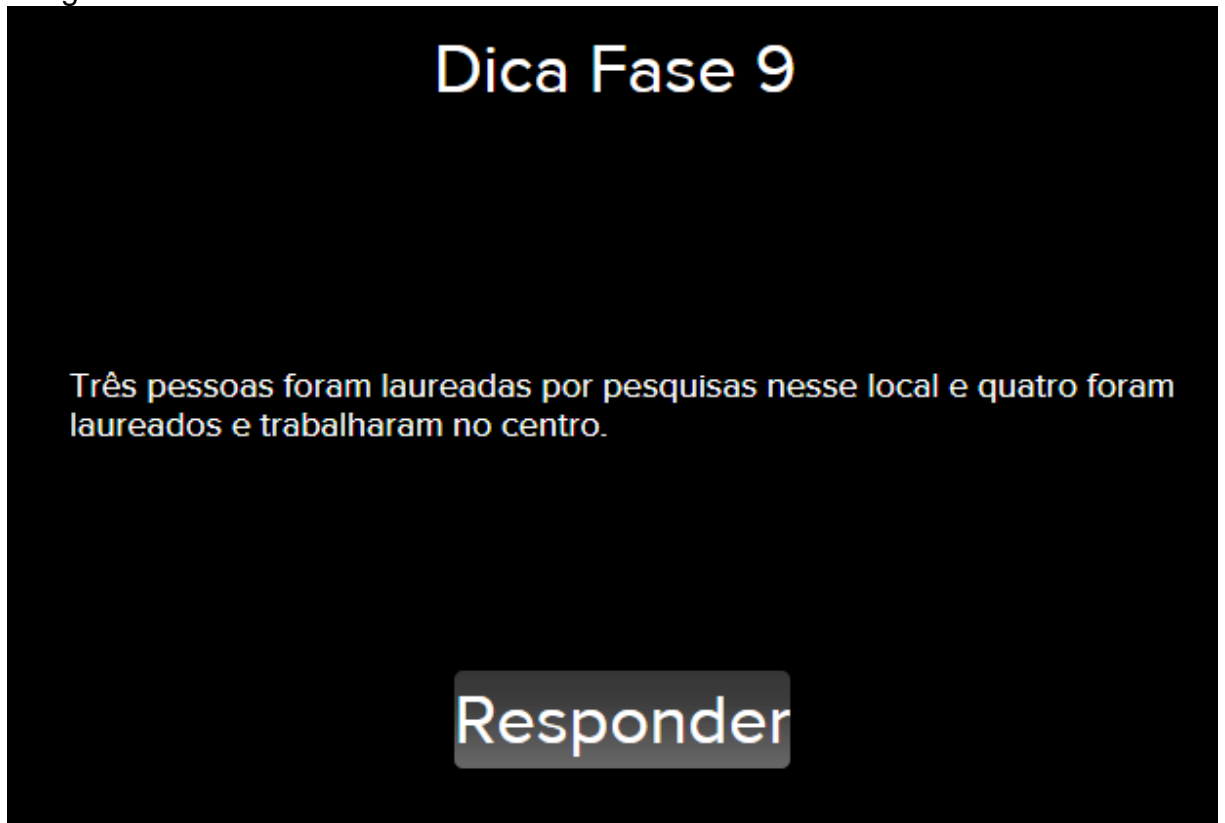


Fabiola dirige esse complexo que, por incrível que pareça, o Sheldon Cooper ainda não conheceu.

Dica **Responder**

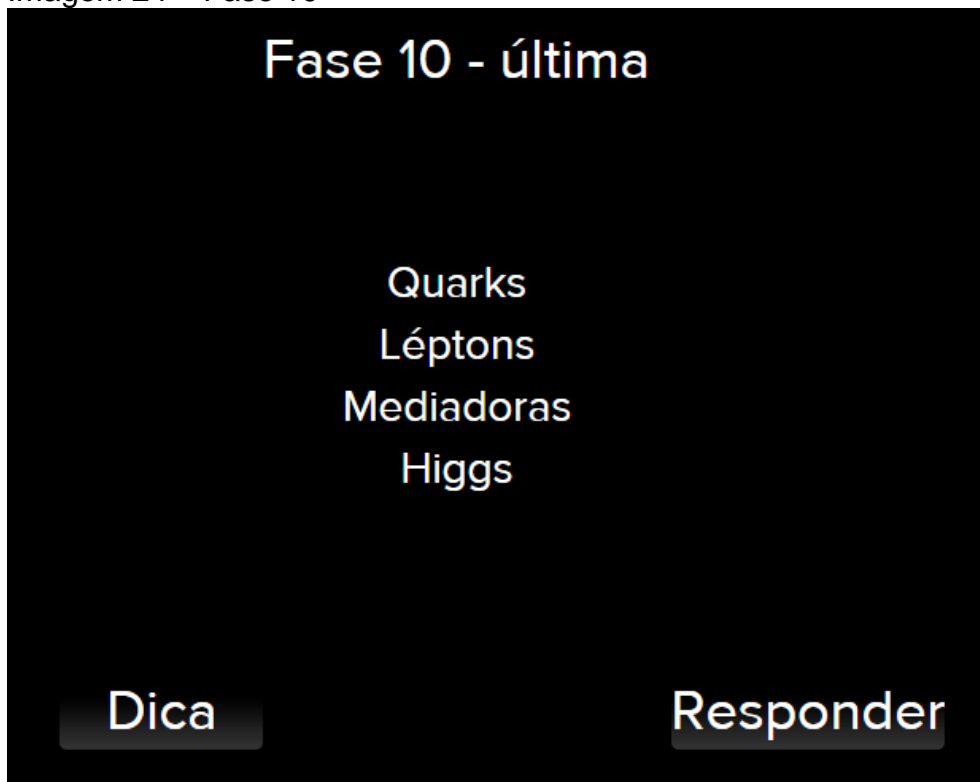
Fonte: autor

Imagem 23 – Dica da Fase 9



Fonte: autor

Imagem 24 – Fase 10



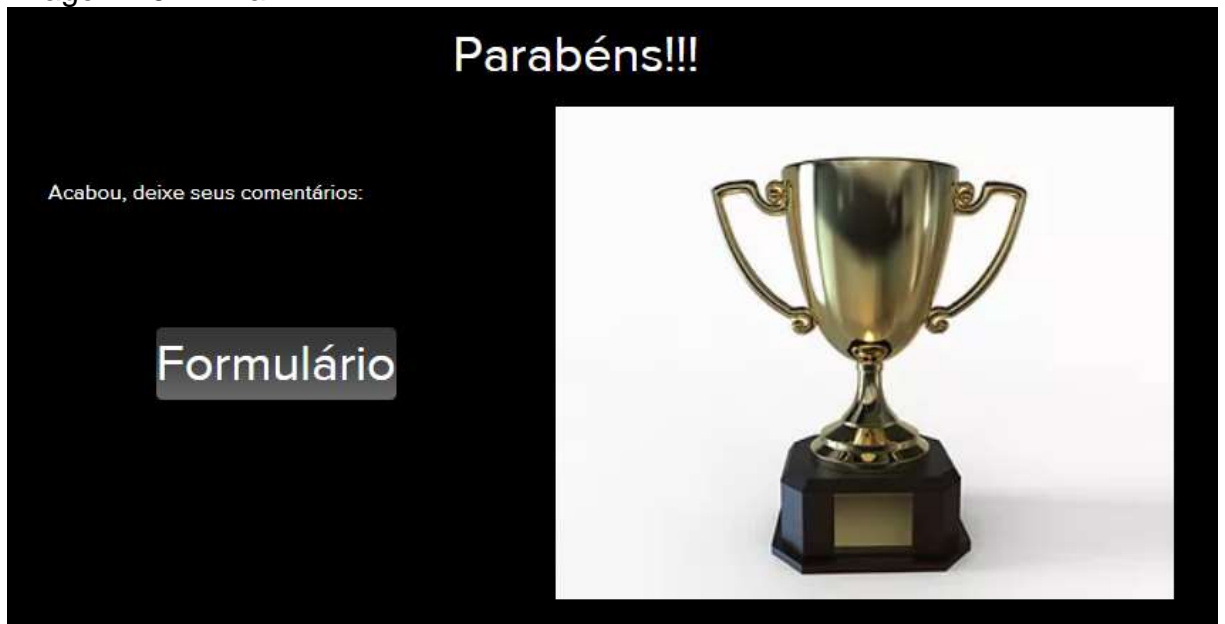
Fonte: autor

Imagem 25 – Dica da Fase 10



Fonte: autor

Imagem 26 – Final



Fonte: autor

Imagem 27 – Página de respostas do Riddle



Fonte: autor

Após jogar com os alunos eles aparentemente estavam bem motivados para fazer uso dessa nova metodologia, a qual eles não conheciam e que o autor nunca tinha aplicado em uma série regular. Após esse jogo coletivo e participativo das turmas, o site do jogo online foi disponibilizado² para que eles jogassem e investigassem sozinhos a respeito de física de partículas

Aula 03- Discussão sobre moléculas, átomos e partículas elementares

Na terceira aula, que ocorreu sete dias após a segunda aula, tivemos um momento de discussão respeito do tema, onde poucos alunos tinham terminado o jogo de enigmas alegando que começaram a investigar mais coisas a respeito de física de partículas. Nessa aula foi discutido sobre modelos atômicos, para que os alunos percebessem como conceitos são alterados a partir de novas evidências.

Após analisar os dados do questionário prévio, nessa aula foi feita uma roda de conversa sobre os temas e o que os alunos responderam e foi sendo explicado pelos próprios alunos com mediação do professor os temas abordados no jogo de enigmas. Ainda foi conversado sobre a constituição de prótons, nêutrons, mostrando

² Disponível em: <https://verissimofis.wixsite.com/rfp-c10>, acesso em 20 de outubro de 2021.

a proposta de quarks, mostrando que os elétrons, quarks e léptons são partículas elementares por não serem divididos.

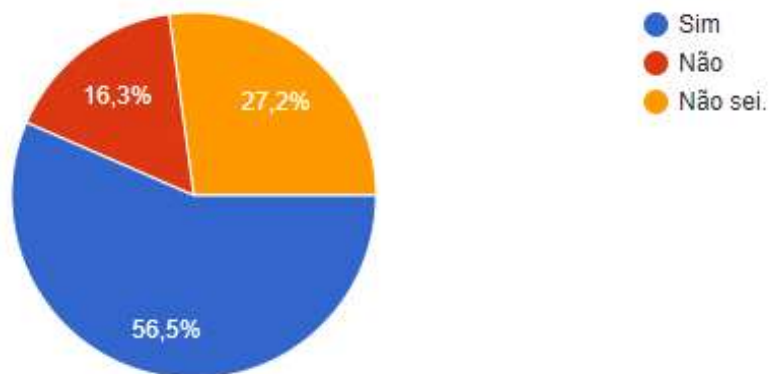
Em seguida, os estudantes foram orientados a continuar jogando e que após o jogo fosse finalizado que fizessem uma avaliação do jogo e da atividade proposta (Apêndice B).

4. RESULTADOS E ANÁLISE DE DADOS

O questionário foi aplicado a 92 alunos do 9º Ano do ensino fundamental com o intuito de coletar dados sobre o conhecimento deles sobre estrutura divisão atômica, quarks e aceleradores de partículas, os dados do questionário prévio seguem analisados a seguir.

Na primeira questão - *É possível dividir o átomo?* 56,5% responderam afirmando que o átomo é divisível. Os 27,2% responderam que não sabem e 16,3% responderam que não era divisível. A respeito da divisibilidade do átomo é percebido que a maioria dos alunos conhece a estrutura básica do átomo, em prótons, nêutrons e elétrons. Cabe ressaltar que esse conhecimento foi adquirido em aula expositiva no componente curricular de introdução a química.

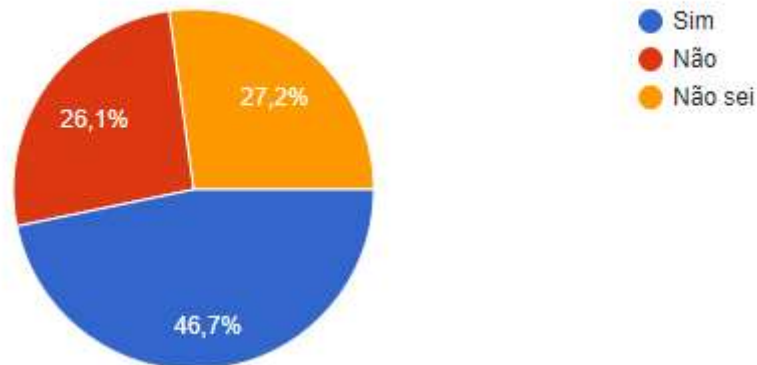
Gráfico 02 - Questão 1 - É possível dividir o átomo?



Fonte: elaborada pelo autor

Na segunda questão - *É possível dividir os prótons e nêutrons?* 46,7% afirmam que é possível dividir os prótons e os nêutrons, destes 26,1% afirmam que não é possível e 27,2% não sabem se é ou não possível dividir. A partir desses resultados é perceptível que a maioria não sabe em que se divide os prótons e nêutrons, ou seja, não conhecem a composição dos prótons e nêutrons em quarks.

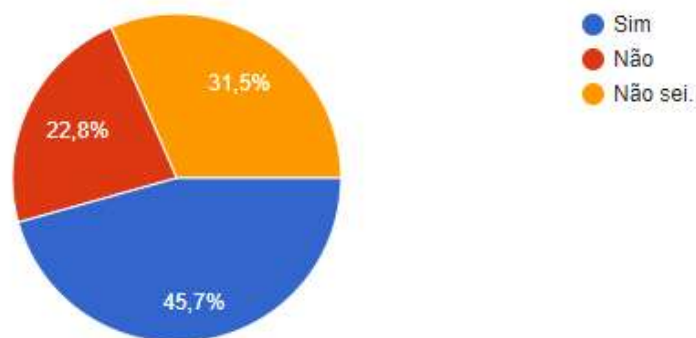
Gráfico 03 - Questão 2 - É possível dividir os prótons e nêutrons?



Fonte: elaborada pelo autor

Na quarta questão - *É possível dividir os elétrons?* 45,7% responderam que é possível dividir o elétron, ou seja, responderam de forma incorreta. 31,5% não sabe responder se é ou não possível dividir o elétron e 22,8 % afirma que não é possível dividir o elétron, reforçando o contexto que não conhecem a estrutura do átomo e que o elétron é indivisível.

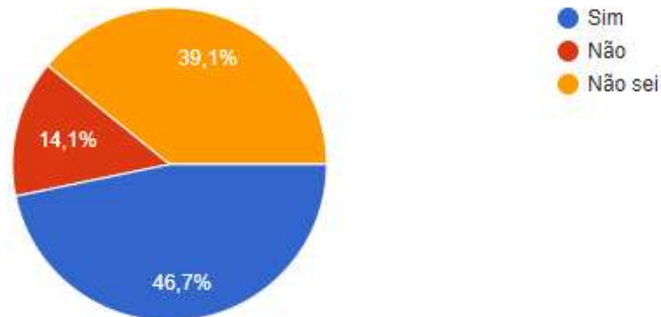
Gráfico 04 - Questão 4 - É possível dividir os elétrons?



Fonte: elaborada pelo autor

Na quinta questão - *Existem partículas menores que os prótons e nêutrons?* 46,7% afirmam que existem e corpos menores que nêutrons e prótons. 14,1% afirmam que não existem partículas menores e 39,1% não sabem. A maioria dos alunos mostram que não possuem conceitos de corpos menores que prótons e nêutrons, como o elétron, quarks e léptons.

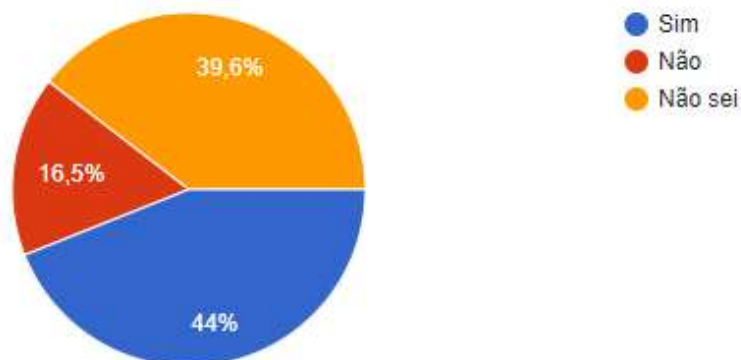
Gráfico 05 - Questão 5 - Existem partículas menores que os prótons e nêutrons?



Fonte: elaborada pelo autor

Na terceira questão - *Existe(m) acelerador (es) de partículas no Brasil?* 44% afirmam que sabem que existem aceleradores de partículas no Brasil, mas 39,6% não sabem e 16,5% afirmam que não existe acelerador de partículas no Brasil. Esse questão foi pertinente ao trabalho pois estudo de partículas elementares ocorrem em aceleradores de partículas e no Brasil existem aceleradores, como o Sirius, no Laboratório Nacional de Luz Síncrotron.

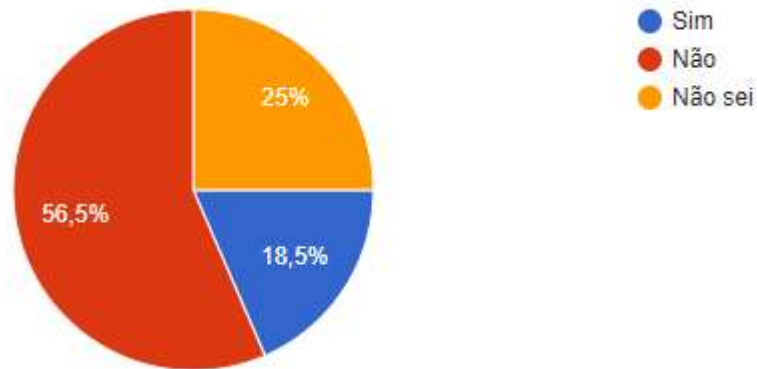
Gráfico 06 - Questão 3 - Existe(m) acelerador (es) de partículas no Brasil?



Fonte: elaborada pelo autor

Na sexta questão - *Aceleradores de partículas são coisas de ficção científica.* 56,5% dos alunos afirmaram que aceleradores de partículas não são coisa de ficção, 25 % não souberam responder e 18,5% não sabem. Os alunos tem noção que os aceleradores existem, e que são de verdade.

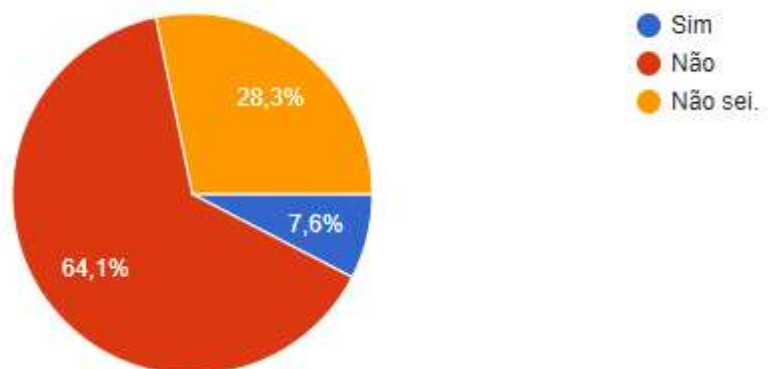
Gráfico 07 - Questão 6 - Aceleradores de partículas são coisas de ficção científica.



Fonte: elaborada pelo autor

Na sétima questão - *Você conhece algum quark?*, apenas 7,6% dos estudantes afirmam conhecer algum quark e outros 28,3% não sabem se conhecem ou não e a maioria 64,1% não conhecem nenhum quark. Isso mostra que quase a totalidade dos alunos não faz ideia do que sejam quarks.

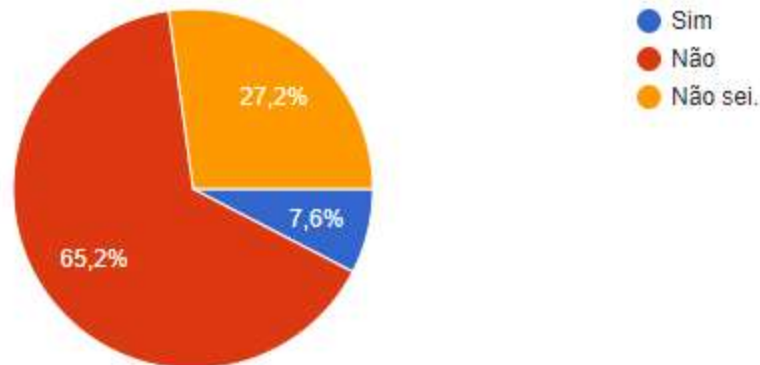
Gráfico 08 - Questão 7 - Você conhece algum quark?



Fonte: elaborada pelo autor

Na oitava questão - *Você sabe o que são quarks?* 97,4% afirmam que não sabem o que são quarks, enquanto 7,6 afirmam que sabem o que são quarks, corroborando com a quantidade de alunos que não conhecem quarks.

Gráfico 09 - Questão 8 - Você sabe o que são quarks?



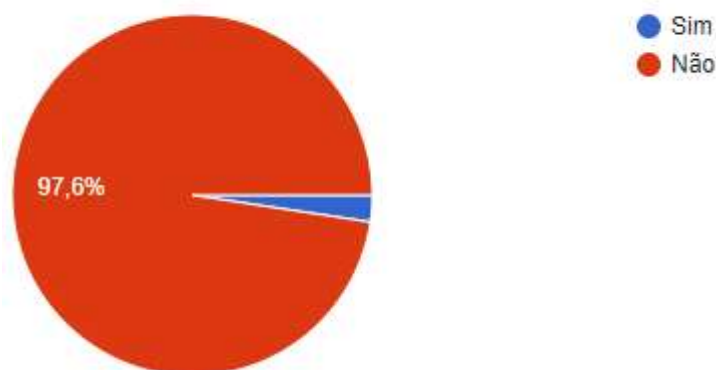
Fonte: elaborada pelo autor

Ao completar o jogo de enigmas foi solicitado que cada estudante respondesse a um questionário sobre suas impressões a respeito do trabalho e do jogo (Apêndice B).

O pós-questionário foi aplicado para 42 alunos, esses foram o total de alunos que terminaram o jogo de enigmas até o momento que esses dados foram analisados, onde as respostas deles apresentaram o seguinte padrão. O intuito do pós-questionário era saber a percepção dos alunos sobre o jogo de enigmas e se eles gostariam que essa fosse uma forma de avaliá-los.

A primeira questão - *Você já tinha jogado algum riddle?* 97,6 % disseram que nunca tinham jogado um jogo de enigmas e 2,4% disseram que já jogaram.

Gráfico 10 - Questão 01 - Você já tinha jogado algum riddle?



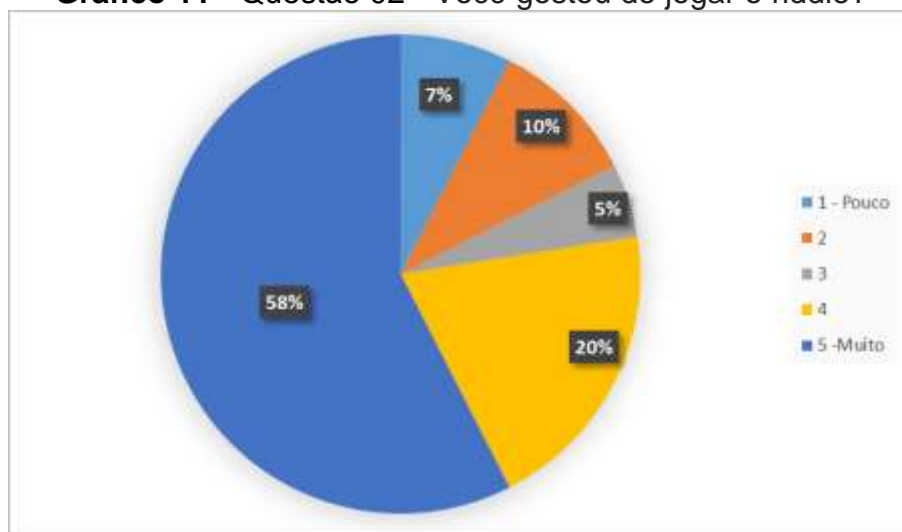
Fonte: elaborada pelo autor

A segunda questão - *Você gostou de jogar o riddle?* apresentou o seguinte padrão de respostas, onde 58% afirmaram que gostaram muito de jogar o jogo de

enigmas, se for levado em consideração que 20% gostaram de jogar é possível perceber que 78% dos estudantes gostaram de jogar o jogo de enigmas. 17% não gostaram de jogar o jogo de enigmas e para 5% foi indiferente.

O total de 78% responderam positivamente quanto a jogar o jogo de enigmas, para os 22% que não responderam positivamente, não foi pensada nenhuma metodologia para engajar esses alunos no jogo, pois essa avaliação ocorreu apenas ao finalizar o jogo, mas cabe ressaltar que dentro de uma atividade nova nem todos se sentem motivados.

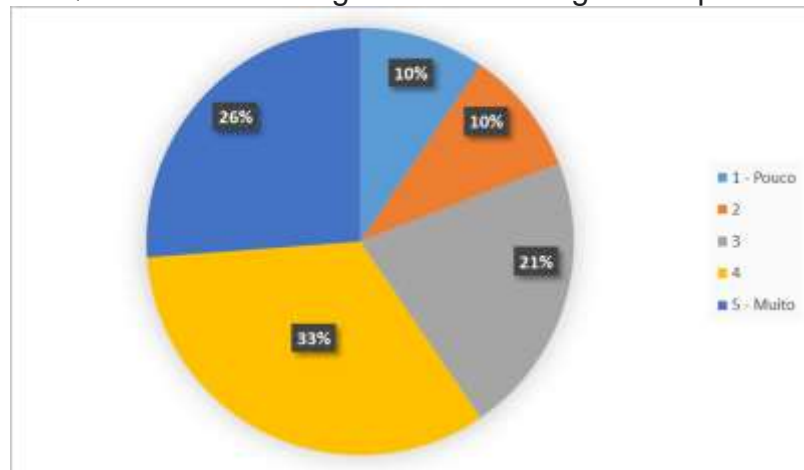
Gráfico 11 - Questão 02 - Você gostou de jogar o riddle?



Fonte: elaborada pelo autor

A terceira questão - *Você gostou de investigar a respeito dos tópicos?* Apresentou o seguinte padrão de respostas, onde 59% gostaram de investigar a respeito de física de partículas elementares e 20% não gostaram, sendo que para 21% foi indiferente investigar a respeito do tema.

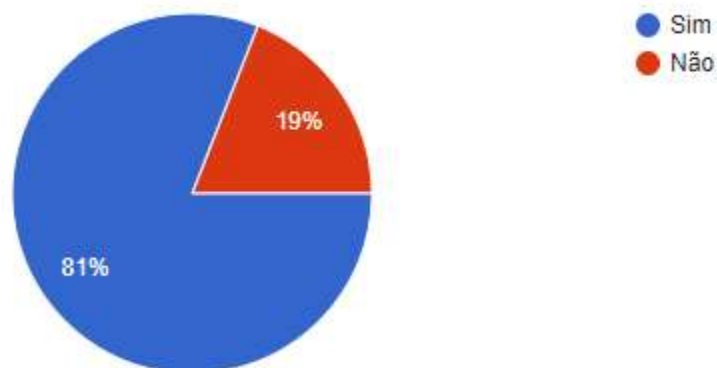
A respeito dessa resposta 41% dos alunos não aprovaram a metodologia, dessa forma seria interessante abordar o tema de outras formas, com outra(s) metodologia(s) para que a totalidade dos estudantes gostassem de investigar a respeito desses tópicos.

Gráfico 12 - Questão 03 - Você gostou de investigar a respeito dos tópicos?

Fonte: elaborada pelo autor

A quarta questão - *Se essa fosse uma forma de te ensinar e te avaliar, você gostaria?* Apresentou o seguinte padrão de respostas, onde 81% gostariam de que jogos de enigmas fizessem parte de sua vida escolar dos alunos e 19% não gostariam.

Essas respostas mostram que a maioria dos alunos anseia por novas formas de aprender e de serem avaliados, isso mostra que existe abertura para ensino por jogos, gamificação, entre outros, para que a prática docente seja bem diversificada e possa extrair o potencial máximo dos discentes. Será que 19% dos alunos não gostariam de sair da zona de conforto?

Gráfico 13 - Questão 04 - Se essa fosse uma forma de te ensinar e avaliar, você gostaria?

Fonte: elaborada pelo autor

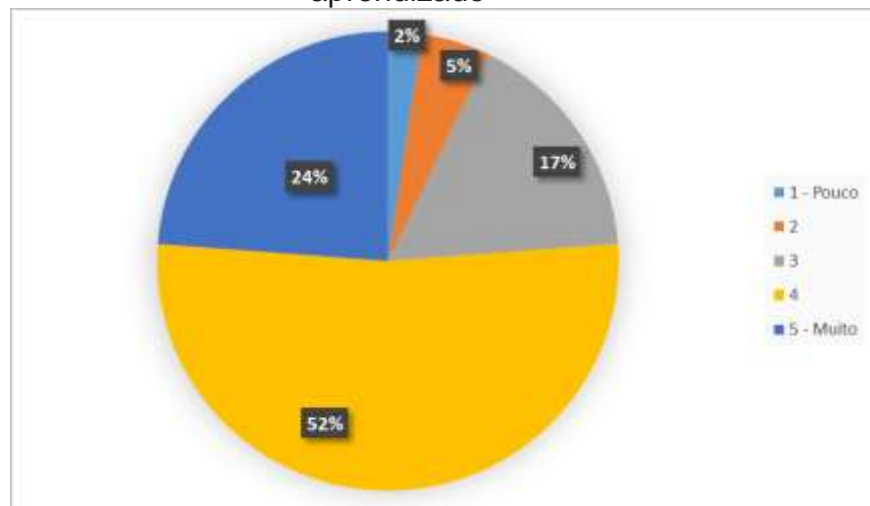
A quinta questão - *Essa atividade contribuiu quanto para o seu aprendizado?* Apresentou o seguinte padrão de respostas, onde 24% acham que o jogo contribuiu muito para aprender a respeito de física de partículas elementares e 52% acham que

contribuiu, e para 17% não contribuiu significativamente e para 7% não contribuiu para o aprendizado.

Dentre esses 24% acham que pouco acrescentou ao conhecimento essa prática, valor que é muito próximo aos alunos que não se sentem impulsionados pelos jogos, com isso cabe ressaltar, nem todas as pessoas vão gostar das atividades propostas e mesmo assim o docente precisa se motivar para atingir cada vez mais alunos para que o processo de ensino aprendizagem ocorra da melhor forma possível para o aluno.

Esses 24% é próximo do número de alunos que não gostariam de ser ensinados e avaliados por jogos mostrando que será que esses alunos gostariam de sair da zona de conforto?

Gráfico 14 - Questão 05 - Essa atividade contribuiu quanto para seu aprendizado



Fonte: elaborada pelo autor

A última questão consiste em deixar um comentário a respeito do jogo de enigmas. Desses doze estudantes não responderam a essa questão. Os demais estudantes em sua maioria apoiam o projeto. Algumas opiniões dos alunos a respeito do projeto são dispostas a seguir.

ALUNO 3 - “A estrutura do Riddle é admirável, além de conter temas muito curiosos e interessantes. Como uma aluna do ensino fundamental II, considero que o puzzle me ensinou diversas coisas.”

ALUNO 5 - “Foi super divertido.”

ALUNO 7 - “Aprendi sobre aceleradores e modelo padrão, gostei de investigar.”

ALUNO 12 - “Foi bom.”

ALUNO 24 - “Forma de aprender inovadora, adorei aprender assim sozinho e pesquisando.”

ALUNO 27 - “Gostaria que o senhor fizesse mais enigmas a respeito de outras matérias.”

ALUNO 36 - “Adorei participar do Riddle, foi super legal aprender a respeito de física de partículas.”

No projeto recebemos 4 comentários negativos:

ALUNO 14 - “Queria uma internet melhor.”

ALUNO 22 - “Prefiro aula normal.”

ALUNO 38 - “Pesquisar foi difícil.”

ALUNO 41 - “Não gostei, desculpa professor.”

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso do jogo de enigmas a respeito de física de partículas elementares foi utilizado como uma ferramenta para introduzir esse tema que costuma ser negligenciado durante o ensino médio. A partir desta premissa, o site foi criado para que os alunos possam investigar e aprender a respeito desse tema, além de se tornarem mais autônomos.

O intuito da utilização deste jogo é mostrar aos estudantes que a disciplina física está em constante evolução e que algumas questões até hoje não foram respondidas. Outra coisa que é importante de se perceber é que os estudantes perceberam que é possível aprender enquanto nos divertimos, que nesse caso foi em um jogo de enigmas.

Dessa forma, a pesquisa mostra um impacto positivo ao fazer uso de um jogo de enigmas para introdução de física de partículas elementares no ensino fundamental, tentando despertar os estudantes para algumas questões atuais sobre física de fronteira.

O uso de jogos de enigmas está em consonância com a teoria de Ausubel, na qual o professor precisa escolher objetos que motivem os alunos e também com a teoria de Freire, onde o jogo de enigmas de aprendizagem cria condições para que o aluno produza seu próprio conhecimento.

Com os resultados obtidos ao fazer uso de um jogo de enigmas como ferramenta de ensino, pretende-se aprimorar a utilização desse tipo de jogo e outros os quais contenham conceitos físicos, de modo que possam ser aplicados em outros contextos para motivar e estimular jovens a pensar em ciência.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Paulo Nunes de. Educação Lúdica: Técnicas e Jogos Pedagógicos. 5.ed São Paulo: Edições Loyola, 1987.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.
- CSIKSZENTMIHALYI, Mihaly. Teoria do Flow, pesquisa e aplicações. ComCiência, Campinas, n. 161, set. 2014 . Disponível em <http://comciencia.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-76542014000700010&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 15 nov. 2021.
- DUFLO, Colas. *O jogo: de Pascal a Schiller*. Porto Alegre: Artmed, 1999.
- FADEL, L. M. et al., organizadores. Gamificação na Educação. São Paulo: Pimenta cultural, 2014. 300p;
- FADEL, L. M.; ULBRICHT, V. R.; BATISTA, C. R.; VANZIN, T. Gamificação na educação. São Paulo: Pimenta Cultural, 2014.
- FARDO, M. A gamificação como método: estudo de elementos dos games aplicados em processos de ensino e aprendizagem. Dissertação (Mestrado) – Universidade Caxias do Sul, Programa de Pós-Graduação em Educação, 2013
- FIGUEIREDO, D.D.R., A presença dos objetos educacionais digitais como recurso didático nas aulas de química. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia, Programa de Pós-Graduação em ensino, filosofia e história das ciências. p 119. 2021.
- FREIRE, Paulo. Pedagogia da Autonomia . Saberes necessários À prática educativa. Coleção leitura. Editora Paz e Terra, 2001, 17 ed.
- FREIRE, Paulo, Pedagogia da Autonomia. São Paulo, Paz e Terra, 1996
- KANE, G. In: MOREIRA, M. A. (2009). O Modelo Padrão da Física de Partículas. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 31, n. 1, 1306.
- MACHADO, Nilson José. Epistemologia e didática: As concepções de conhecimento e inteligência e a prática docente. 7 ed. São Paulo: Cortez, 2011
- MOREIRA, M. A. Física de Partículas: uma abordagem conceitual & epistemológica. Livraria da Física. 2011, p. 9.
- OSTERMANN, F. Tópicos de Física Contemporânea em Escolas de Nível Médio e na Formação de Professores de Física. 1999. 433f. Tese (Doutorado em

Ciências), Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

PAGANINI, E.R. Ensinando Física através da gamificação, VII encontro científico de Física Aplicada, 2016

PIAGET, Jean. *Seis estudos de psicologia*. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1987.

PIAGET, Jean. *A Formação do Símbolo na Criança: imitação, jogo e sonho*. Rio de Janeiro: Zanar, 1978.

PINHEIRO, Lisiane Araújo. *Do átomo grego ao Modelo Padrão: os indivisíveis de hoje*. Rio Grande do Sul, Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, 2011.

PRENSKY, Marc. Digital Natives, Digital Immigrants. *On the Horizon*, Bradford, v. 9, n. 5, p. 2-6, out. 2001

ROLOFF, E. M. (s.d.). A Importância Do Lúdico Em Sala De Aula. Disponível em: <http://ebooks.pucrs.br/edipucrs/anais/Xsemanadeletras/comunicacoes/Eleana-Margarete-Roloff.pdf> Acesso em 05 de agosto de 2015

SASSERON, L. H. (2015). Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 17, 49-67.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização Científica, Ensino Por Investigação E Argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, [s.l.], v. 17, n. , p.49-67, nov. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>.

SILVA, Vanessa Martini da. *O ensino por investigação e o seu impacto na aprendizagem de alunos do ensino médio de uma escola pública*. 2014. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

SIQUEIRA, M. R. P.
DO VÍSEL AO INDIVÍSEL: UMA PROPOSTA DE FÍSICA DE
PARTÍCULAS ELEMENTARES PARA O ENSINO MÉDIO.
2006. Disponível em <
<http://www.nupic.fe.usp.br/Publicacoes/teses/DissertMAXWELL.pdf> > Acesso
em 24 de novembro de 2016.

SOUSA, Jonio Vieira de. Perspectiva Freiriana de Educação para a Compreensão de Conceitos Físicos de Eletricidade no Ensino Médio com Utilização de uma Placa de Testes. 2019. 86f. Dissertação (Mestrado) - MNPEF, Universidade Regional do Cariri (URCA), Juazeiro do Norte, 2019.

STUDART, N. Simulação, games E gamificação no ensino de física (Simulations, Games and Gamification in Physics Teaching). XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF, 2015.

APÊNDICE A

Perguntas do pré-questionário

Questões	Perguntas	Respostas
1	É possível dividir o átomo?	Sim / Não / Não sei
2	É possível dividir os prótons e nêutrons?	Sim / Não / Não sei
3	Você conhece algum quark?	Sim / Não / Não sei
4	É possível dividir os elétrons?	Sim / Não / Não sei
5	Você sabe o que são quarks?	Sim / Não / Não sei
6	Existem aceleradores de partículas no Brasil?	Sim / Não / Não sei
7	Existem partículas menores que os prótons e nêutrons?	Sim / Não / Não sei
8	Aceleradores de partículas são coisas de ficção científica.	Sim / Não / Não sei

APÊNDICE B

Perguntas pós questionário

Questões	Perguntas	Respostas
1	Você já tinha jogado algum riddle?	Sim / Não
2	Você gostou de jogar o riddle?	Escala Likert pouco 1 a 5 muito
3	Você gostou de investigar a respeito dos tópicos?	Escala Likert pouco 1 a 5 muito
4	Se essa fosse uma forma de te ensinar e avaliar, você gostaria?	Sim / Não
5	Essa atividade contribuiu quanto para seu aprendizado	Escala Likert pouco 1 a 5 muito
6	Deixe um comentário a respeito do que você achou do Riddle.	Comentários

APÊNDICE C

Tabela 2 - Respostas das páginas do jogo.

FASE	RESPOSTA
0	pequenoprincipe
1	atomo
2	agua
3	apeiron
4	aaft
5	eter
6	urso
7	quark
8	spin
9	cern
10	modelopadrao

Fonte: autor