



**UFAM**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE  
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**



**ANNE LORENA MELO LEITE**

**DESENVOLVIMENTO DE JOGOS DIGITAIS COM FOCO NA APRENDIZAGEM CRIATIVA  
NO ENSINO DE FÍSICA**

**MANAUS – AM  
2021**

**ANNE LORENA MELO LEITE**

**DESENVOLVIMENTO DE JOGOS DIGITAIS COM FOCO NA APRENDIZAGEM CRIATIVA  
NO ENSINO DE FÍSICA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

**Orientadora:** Prof. Dra. Irlane Maia de Oliveira

**MANAUS – AM  
2021**

## Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pela autora.

L533d Leite, Anne Lorena Melo  
Desenvolvimento de jogos digitais com foco na aprendizagem criativa no ensino de Física / Anne Lorena Melo Leite . 2021  
100 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Irlane Maia de Oliveira  
Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) -  
Universidade Federal do Amazonas.

1. Ensino de Física. 2. Aprendizagem criativa. 3. Oficinas remotas. 4. Jogos digitais. 5. Radioatividade. I. Oliveira, Irlane Maia de. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

ANNE LORENA MELO LEITE

**DESENVOLVIMENTO DE JOGOS DIGITAIS COM FOCO NA APRENDIZAGEM  
CRIATIVA NO ENSINO DE FÍSICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática/PPG-ECIM da Universidade Federal do Amazonas/UFAM, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

APROVADA EM 30 DE NOVEMBRO DE 2021

**BANCA EXAMINADORA**



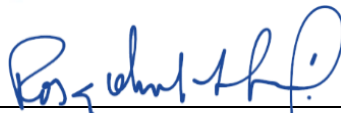
---

Prof. Dra. Ilane Maia de Oliveira  
Presidente da Banca  
Universidade Federal do Amazonas



---

Prof. Dra. Marisa Almeida Cavalcante  
Membro Interno  
Universidade Federal do Amazonas



---

Prof. Dra. Rosa Oliveira Marins Azevedo  
Membro Externo  
Instituto Federal do Amazonas

## **AGRADECIMENTOS**

Meus sinceros agradecimentos,

Aos meus pais, por terem me apoiado e investido em meus estudos em toda a minha trajetória acadêmica.

Ao meu esposo Kevin Takano, que me apoiou incansavelmente nos momentos em que eu achava que o mestrado não iria ser possível por conta da pandemia de COVID-19.

À minha orientadora Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Irlane Maia de Oliveira, por aceitar em contribuir com a minha pesquisa e me ajudar nos momentos que mais tive dificuldades, e, principalmente, por compreender as influências da pandemia de COVID-19 no meu desempenho acadêmico.

À Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marisa Almeida Cavalcante. Seu modo como defende o ensino de física mais ativo e significativo serviu de inspiração para essa pesquisa do início ao fim.

Aos meus colegas do PPGECIM 2019, com menção especial ao meu colega de mestrado e de trabalho Ronald Andreolle, pelas conversas, momentos de descontração e desabafo em relação as dificuldades que passamos durante o mestrado.

A minha psicóloga Danielle Paulino da Eureka, por me ajudar a lidar com os sentimentos de medo e a ansiedade nesse período de pandemia de COVID-19.

A todos que contribuíram diretamente e indiretamente com esta pesquisa.

Muito obrigada!

“Part of education is learning. And what drives  
learning is curiosity and collaboration.”

*(“Parte da educação é aprender. E o que promove a  
aprendizagem é a curiosidade e a colaboração.”)*

Sir Ken Robinson  
(1950 – 2020)

## RESUMO

Desde a descoberta acidental da radioatividade em 1896 por Henry Becquerel, essa temática tem chamado a atenção da comunidade científica e do público em geral devido à sua natureza intrigante e suas múltiplas aplicações. No entanto, esse tema ainda é pouco abordado em sala de aula ou é ministrado de forma breve superficial, onde não há espaço para a reflexão, a expressão de concepções e ideias criativas e o posicionamento crítico do estudante acerca do uso da radioatividade em aplicações cotidianas. Sendo assim, o presente trabalho objetivou analisar como o desenvolvimento de jogos digitais contribui para aprendizagem criativa de conceitos de Radioatividade. A pesquisa foi aplicada em uma turma do 6º período do curso de Física Licenciatura da UFAM. A intervenção didática proposta tomou como base teórica o Construcionismo de Seymour Papert e a Aprendizagem Criativa de Mitchel Resnick. Através dos dados levantados, foi identificado que os estudantes, ao chegarem na universidade, apresentam grau insuficiente ou superficial dos conceitos de radioatividade, manifestando em diversos momentos concepções alternativas sobre o tema. Dessa forma, a aplicação da intervenção didática baseada na construção de jogos e aplicada em oficinas remotas permitiram que os estudantes utilizassem o conhecimento discutido ao longo dos encontros para a construção de jogos com ênfase em Radioatividade. Logo, os estudantes passaram por um processo de aprendizagem de conceitos de radioatividade em conjunto com a programação em blocos. Os resultados demonstraram que apesar dos estudantes terem tido uma resistência e insegurança inicial em utilizar a ferramenta Scratch para o desenvolvimento dos jogos, os estudantes evoluíram de forma gradual à medida com que foram se habituando ao ambiente de programação. Dessa forma, a intervenção didática além de ter promovido a participação ativa do estudante na construção do próprio conhecimento, proporcionou mudanças conceituais acerca do tema Radioatividade.

**Palavras-chave:** Ensino de Física, Aprendizagem Criativa, Oficinas Remotas, Jogos Digitais, Radioatividade.

## ABSTRACT

Since the accidental discovery of radioactivity in 1896 by Henry Becquerel, this theme has drawn attention to scientific community and society due to its intriguing nature and its multiple applications. However, this theme is still not much discussed in the classroom or is taught in a brief superficial way, where there is no space for reflection, the expression of creative conceptions and ideas and the critical positioning of the student about the use of radioactivity in everyday applications. Thus, the present work aimed to analyze how the development of digital games contributes to the creative learning of radioactivity concepts. The research was applied in a class of the 6th period of the Physics Degree course of UFAM.s alternatives on the subject. Thus, this work aimed to analyze how the development of digital games contributes to the creative learning of radioactivity concepts. The research was applied in a 6th period class of the Physics Degree Course at UFAM. The research took as theoretical basis Seymour Papert's Constructionism and Mitchel Resnick's creative learning. Through the results, it was identified that the students present insufficient or superficial degree of the concepts of radioactivity, manifesting in several moments misconceptions on the subject. Thus, the application of didactic intervention based on the construction of games and applied in remote workshops allowed students to use the knowledge discussed throughout the meetings for the construction of games with emphasis on Radioactivity. The students passed through a process of learning radioactivity concepts in conjunction with block programming. The results showed that although the students had an initial resistance and insecurity in using the Scratch tool for the development of the games, they gradually evolved as they got used to the programming environment. Thus, the didactic intervention, in addition to promoting the active participation of the student in the construction of his own knowledge, provided conceptual changes on the theme Radioactivity.

**Keywords:** Physics Teaching, Creative Learning, Remote Workshops, Digital Games, Radioactivity.



## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 - Princípios norteadores para o uso de tecnologia no construcionismo .....             | 19 |
| Figura 2 - Critérios para a criação de um micromundo na Física .....                            | 21 |
| Figura 3 - Espiral da Aprendizagem Criativa .....   | 24 |
| Figura 4 - Blocos de programação do Scratch .....   | 26 |
| Figura 5 - Interface de programação no Scratch .....  | 26 |
| Figura 6 - Representação em quatro fases do ciclo básico da pesquisa-ação .....                 | 30 |
| Figura 7 - Momento da Aplicação da Entrevista em Grupo no Google Jamboard.....                  | 35 |
| Figura 8 - Momento da Aplicação da Aula Expositiva Dialogada: Explorando a Radioatividade.....  | 36 |
| Figura 9 - Momento da Aplicação da Aula Expositiva Dialogada: Conceitos de Radioatividade.....  | 37 |
| Figura 10 - Discussão sobre os 34 anos do Acidente Radiológico de Goiânia com o Césio-137 ..... | 37 |
| Figura 11 - Trajetória da Oficina de Física Criativa .....                                      | 39 |
| Figura 12 - Estúdio da Oficina no Scratch .....   | 39 |
| Figura 13 - Registro da Apresentação de Projeto do Estudante (2) .....                          | 40 |
| Figura 14 - Registro do código produzido pelo Estudante (2) .....                               | 40 |
| Figura 15 - Aula expositiva dialogada sobre a presença da radioatividade no cotidiano.....      | 41 |
| Figura 16 - Momento de Aplicação da Oficina de Criação de Games no Scratch.....                 | 44 |
| Figura 17 - Fluxograma sobre a definição de algoritmo .....                                     | 45 |
| Figura 18 - Ilustração sobre a linguagem de programação em blocos do Scratch....                | 45 |
| Figura 19 - Captura de tela do formulário Worksheet: Planejando um Jogo .....                   | 49 |
| Figura 20 - Processo de debugging no código do jogo do Estudante 2 .....                        | 52 |
| Figura 21 - Prévia do jogo construído pela Estudante (1) .....                                  | 53 |
| Figura 22 - Processo de debugging no código do jogo da Estudante 1 .....                        | 54 |
| Figura 23 - Captura de tela do Quiz do Estudante 2 .....  | 56 |
| Figura 24 - Captura de tela do Quiz da Estudante 3 .....  | 57 |
| Figura 25 - Capturas de tela do Quiz do Estudante 9 .....                                       | 58 |
| Figura 26 - Captura de tela do Quiz do Estudante 4 .....  | 59 |
| Figura 27 - Captura de tela do Jogo da Estudante 6.....   | 59 |

Figura 28 - Mural criado antes do diálogo sobre Radiação vs. Radioatividade para discutir sobre as diferenças conceituais entre eles..... 69

## LISTA DE QUADROS

|  |    |
|--|----|
| Quadro 1 - Conceitos de pensamento computacional trabalhados com o Scratch. ...  | 28 |
| Quadro 2 - Descrição da sequência de oficinas remotas realizadas com os<br>estudantes.....                                       | 32 |
| Quadro 3 - Estrutura dos tópicos abordados no Encontro 3.....  | 44 |
| Quadro 4 - Apresentação de alguns jogos criados pela comunidade no Scratch. ....   | 46 |
| Quadro 5 - Worksheet dos Estudantes 9 e 4.....   | 50 |
| Quadro 6 - Projetos Base para Construção de Jogos. ....  | 54 |
| Quadro 7 - Lista de projetos criados pelos estudantes na Oficina de Criação de<br>Jogos.....                                     | 55 |
| Quadro 8 - Respostas dos estudantes à Questão 2: Para você, o que você pensa ser<br>Radioatividade?.....                         | 65 |
| Quadro 9 - Mudança conceitual ao longo das oficinas remotas sobre a definição de<br>Radioatividade.....                          | 73 |
| Quadro 10 - Mudança conceitual ao longo das oficinas remotas sobre a presença de<br>radioatividade em elementos cotidianos ..... | 74 |

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>INTRODUÇÃO</b> .....  | <b>13</b> |
| <b>1. CONSTRUCIONISMO: O APRENDER CRIANDO ARTEFATOS</b> .....  | <b>16</b> |
| 1.1. O CONCEITO DE MICROMUNDOS NA APRENDIZAGEM DE FÍSICA.....  | 20        |
| <b>2. O PROCESSO DA APRENDIZAGEM CRIATIVA</b> .....  | <b>23</b> |
| 2.1. SCRATCH E O PENSAMENTO COMPUTACIONAL .....  | 25        |
| <b>3. PERCURSO METODOLÓGICO</b> .....  | <b>29</b> |
| 3.1. CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA .....  | 29        |
| 3.2. CONTEXTO E PARTICIPANTES DA PESQUISA.....   | 31        |
| 3.3. INTERVENÇÃO DIDÁTICA: A CONSTRUÇÃO DAS OFICINAS REMOTAS .....   | 32        |
| 3.4. INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS .....   | 34        |
| 3.5. COLETA DE DADOS .....   | 34        |
| 3.5.1. ENCONTRO 1 - ENTREVISTA DE IDENTIFICAÇÃO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS EM RADIOATIVIDADE.....   | 35        |
| 3.5.2. ENCONTRO 1 - AULA EXPOSITIVA DIALOGADA: EXPLORANDO A RADIOATIVIDADE.....  | 36        |
| 3.5.3. ENCONTRO 2 - A RADIOATIVIDADE NO DIA A DIA .....  | 41        |
| 3.5.4. ENCONTRO 3 – OFICINA DE CRIAÇÃO DE GAMES NO SCRATCH.....  | 44        |
| 3.5.5. ENCONTRO 4 – COMO CRIAR UM JOGO DE QUIZ E ARCADE NO SCRATCH?<br>51  |           |
| 3.5.6. ENCONTRO 5 – APRESENTAÇÃO DOS JOGOS CRIADOS NO SCRATCH NA TEMÁTICA “RADIOATIVIDADE” .....   | 55        |
| 3.5.7. APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO FINAL .....   | 59        |
| 3.6. ANÁLISE DE DADOS .....  | 60        |
| <b>4. RESULTADOS E ANÁLISES</b> .....  | <b>61</b> |
| 4.1. A PARTICIPAÇÃO DOS ESTUDANTES NA OFICINA REMOTA.....  | 61        |
| 4.2. ENTREVISTA I: IDENTIFICAÇÃO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS E DAS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS DOS ESTUDANTES ACERCA DO TEMA RADIOATIVIDADE..... | 62        |
| 4.2.1. ANÁLISES DAS QUESTÕES APLICADAS AOS ESTUDANTES.....   | 62        |
| 4.3. DIÁLOGO COM OS ESTUDANTES SOBRE RADIAÇÃO VS. RADIOATIVIDADE. 68   |           |
| 4.4. OFICINAS REMOTAS DE CRIAÇÃO DE JOGOS.....   | 70        |
| 4.5. OS CONCEITOS DE RADIOATIVIDADE VIVENCIADO NOS JOGOS .....   | 73        |
| <b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....   | <b>75</b> |
| <b>REFERÊNCIAS</b> .....   | <b>77</b> |

## INTRODUÇÃO

Em um mundo onde a tecnologia evolui de forma rápida, tudo que nos cerca é influenciado e transformado: a indústria, a economia, a educação e o nosso comportamento na sociedade. Com essa evolução, novos problemas e desafios inesperados surgem para serem resolvidos. Nesse contexto, é necessária a formação de pessoas capazes de pensar e agir criativamente, tanto no âmbito profissional ou pessoal, para desenvolver suas próprias ideias e explorar novas soluções aos problemas que surgirão em suas vidas.

No entanto, o desenvolvimento da habilidade do pensamento criativo não é trabalhado dentro das componentes curriculares. Um dos motivos é que existem vários mitos (ou preconceitos) que cercam o conceito de criatividade, um deles é de que ela só tem utilidade no meio artístico ou de que apenas pessoas excepcionais podem ter o potencial criativo.

A partir da minha vivência como professora de Física, percebo a disciplina muitas vezes sendo apresentada de forma mecânica aos estudantes, baseada em diversas repetições de exercícios e aplicação de fórmulas, que muitas vezes não visa utilizar o conhecimento criativamente para enfrentar os desafios do dia a dia. Segundo Pozo (2009) a escola geralmente avalia conhecimentos conceituais e procedimentais, mas as atitudes científicas dos estudantes não são levadas em conta, por não conseguirem ser inseridas no modelo tradicional de avaliação. Durante todo esse processo grande parte dos estudantes, se desmotivam, não têm animo para estudar a disciplina e passam a acreditar que “Física é muito difícil” ou é apenas para “pessoas muito inteligentes”.

Contudo, concordo com as palavras de Robinson (2019) que o objetivo da educação é “possibilitar às pessoas a compreensão do mundo à sua volta e de seus talentos a fim de que se tornem cidadãos plenos, ativos e solidários.”. Para isso, o desenvolvimento da criatividade tem se mostrado uma ideia promissora para promover a paixão da descoberta e pelo aprendizado em si. Atividades que valorizem a participação ativa do estudante fazem com que eles sejam motivados a aprender e naturalmente a desenvolver as habilidades que precisam para resolver problemas e desafios.

A metodologia planejada para essa pesquisa visou introduzir atividades que favoreçam o protagonismo no aprendizado de Física, buscando uma conexão do conhecimento científico com o mundo cotidiano do estudante. Para isso, buscou-se apoio na teoria construcionista de Papert, do aprender criando, e na aprendizagem criativa de Resnick.

Nessa pesquisa buscou-se inserir um elemento que faça parte do cotidiano e do interesse dos jovens: os jogos digitais. Porém, minha preocupação nesse trabalho é abordar os jogos digitais com uma intencionalidade pedagógica: a de aprender fazendo jogos. Segundo Paula (2015), esse processo envolve o desenvolvimento de jogos visando a aprendizagem do conteúdo.

Diante desta perspectiva, surgiu o seguinte problema de pesquisa: De que maneira a criação de jogos digitais em um ambiente construcionista pode promover uma aprendizagem criativa em Física?

Dito isso tem-se como objetivo geral analisar como o desenvolvimento de jogos digitais contribui para aprendizagem criativa em Física. Para tanto, esse objetivo geral se desdobra em três objetivos específicos: 1. Desenvolver oficinas remotas em um ambiente construcionista visando a criação de jogos digitais por parte dos estudantes. 2. Descrever o processo de criação de jogos digitais visando a aprendizagem criativa no ensino de Física. 3. Analisar como o desenvolvimento da habilidade do pensamento criativo a partir da criação de jogos digitais contribui para a aprendizagem de Física.

Essa investigação propõem uma melhor compreensão de como o desenvolvimento de jogos em sala de aula pode contribuir para uma aprendizagem criativa de Física, relacionado ao tema de Radioatividade. O percurso metodológico partiu do método indutivo por considerar minhas experiências e observações como professora atuando no ensino médio. Durante a aplicação de oficinas remotas, a pesquisa foi norteadas pelas etapas da pesquisa-ação, que seguiu nas seguintes etapas: entrevista, oficinas, análise documental e relato descritivo.

A estrutura desse trabalho está organizada em quatro sessões:

Na sessão 1, abordo a teoria do construcionismo de Seymour Papert e destaco a importância da criação de micromundos na Física para uma aprendizagem voltada ao protagonismo do estudante.

Na sessão 2, apresento as ideias fundamentais sobre a aprendizagem criativa e como utilizar atividades e ferramentas para engajar os estudantes em experiências criativas de aprendizagem. Nessa mesma sessão, é abordado o Scratch como uma ferramenta que tem potencial em desenvolver o pensamento criativo e computacional nos estudantes.

Na sessão 3, descrevo a proposta metodológica da pesquisa, que foi abordada na perspectiva da pesquisa-ação em que a minha participação como pesquisadora foi presente nas etapas de aplicação de oficinas remotas, na coleta de dados e análise.

Na sessão 4, é abordado as contribuições que essas atividades construcionistas baseadas nas etapas da aprendizagem criativa proporcionaram ao processo de aprender física durante as oficinas remotas.

## 1. CONSTRUCIONISMO: O APRENDER CRIANDO ARTEFATOS

*"A melhor aprendizagem ocorre quando o aprendiz assume o comando de seu próprio desenvolvimento em atividades que sejam significativas e lhe despertem o prazer."*

*Seymour Papert*

Vivemos em um mundo cujo cenário muda de acordo com a influência da economia e do avanço da ciência e da tecnologia, o que acarreta mudanças também no nosso estilo de vida e na forma como interagimos com o mundo. Com esse avanço cada vez mais rápido, os jovens de hoje terão que enfrentar novos desafios e problemas em suas vidas, o que exige desenvolvimento de novas habilidades.

Resnick (2017) menciona que os jovens precisam aprender a lidar criativamente com as mudanças e as incertezas, desenvolver soluções inovadoras não apenas no trabalho, mas também em suas vidas pessoais. Dessa forma, não basta que os jovens sejam apenas consumidores de informação e tecnologia, mas que possam também propor suas próprias soluções aos problemas do dia a dia com base no conhecimento construído na escola e em experiências pessoais.

No entanto, no que se refere ao ensino de ciências, em especial em Física, é possível observar a passividade dos estudantes durante a exposição, memorização e reprodução de uma grande quantidade de conceitos, que não oportuniza momentos para explorar e criar algo novo ou resolver um problema real, o que muitas vezes dificulta o espírito criativo e inventivo dos estudantes.

Segundo Blikstein (2008), os estudantes não fazem ciência de verdade na escola, não se aventuram em descobrir algo novo ou resolver um problema real; aprendem só o "básico". O resultado é que 80% não se identificam com as ciências exatas já na sétima série - época em que se forma a identidade intelectual da criança.

Felizmente, alternativas têm sido levantadas contrapondo as aulas tradicionais no ensino de ciências, que afirma que a melhor maneira de aprender



ciência é descobrir ou criar por você mesmo. Em outras palavras, a metodologia didática mais potente é, de fato, a própria metodologia da pesquisa científica. Robinson (2019) afirma que a aprendizagem de ciências deve incluir o envolvimento com o conhecimento científico existente, utilizando os métodos de investigação científica para testar hipóteses e explorar as interações das ciências com outros campos, incluindo a tecnologia.

Uma das propostas de conectar criação e aprendizagem foi através do “aprender criando” proposta no final de 1960 pelo matemático Seymour Papert, com base no construtivismo piagetiano, chamado de Construcionismo.

O Construcionismo é uma teoria da aprendizagem baseada no construtivismo de piagetiano. Seymour Papert reconhece que a criança é construtora de suas próprias estruturas cognitivas assim como Piaget, porém enfatiza a influência dos materiais que uma cultura particular oferece para que o conhecimento possa ser construído pela criança:

Construcionismo - a palavra N em oposição à palavra V' - compartilha da visão do construtivismo de aprender ao "construir estruturas de conhecimento" (...) Mas, acrescenta a ideia de que isso acontece especialmente em um contexto onde o estudante está conscientemente engajado na construção de um artefato, seja um castelo de areia na praia ou uma teoria do universo. (HAREL; PAPERT, 1991)

No Construcionismo, o processo de aprendizagem é ativo, centrado no estudante e, segundo Papert (1986) tem como meta “ensinar de forma a produzir o máximo de aprendizagem a partir do mínimo de ensino”. Essa aprendizagem ocorre de maneira mais efetiva através da construção de artefatos (PAPERT, 1986; 2008). A construção de artefatos é importante pois é nesse processo que o estudante é capaz de explorar conceitos, realizar conexões entre diferentes áreas de conhecimento e possibilita a autoexpressão de suas ideias e interesses. (PAULA, 2015; RUSK, 2016). Mas, para que uma criança possa começar a construir artefatos, ela deve se apropriar de materiais que encontra ao redor e de modelos sugeridos pela cultura que a rodeia.

Dessa forma, o ambiente de aprendizagem deve dispor de “bons instrumentos e águas férteis” para favorecer a construção de conhecimento. Ou seja,

o ambiente precisa ser rico em materiais e acolhedor para motivar o estudante a continuar aprendendo e explorando novos projetos. Papert menciona que o computador é um “bom instrumento de pesca” e tem potencial de desenvolver na criança o gosto pela aprendizagem.

Visando a construção de um produto modelo do Construcionismo, Papert desenvolveu na década de 1960, no MIT – Massachusetts Institute of Technology, a linguagem de programação educacional Logo. O Logo permite que a criança comande um robô gráfico que, ao receber e interpretar os comandos, marca o chão por onde passa com a finalidade de criar desenhos ou gráficos complexos. Esse robô entende comandos bem simples, relacionados a conceitos de geometria, que facilita a imersão da criança na ferramenta.

Como a resposta dos comandos dados pela criança é quase que imediata, ela pode analisar o resultado obtido. Se o resultado do desenho não for satisfatório, ela será encorajada a pensar sobre o que poderia estar ocasionando o erro no comando e, a partir do erro, propor novas soluções para corrigir o erro. Nesse contexto, o erro é uma parte intrínseca e natural do processo de aprendizagem. Para Papert (1986), é importante que o estudante encare o erro como uma forma de desenvolver a estratégia (ou filosofia) do **debugging**, processo em que o estudante reflete o que aconteceu de errado e, através dessa reflexão, realizar a correção. Valente (2005) afirma que o processo de achar e corrigir o erro permite que o aprendiz aprenda mais sobre os conceitos e as estratégias de resolução dos problemas, com isso:

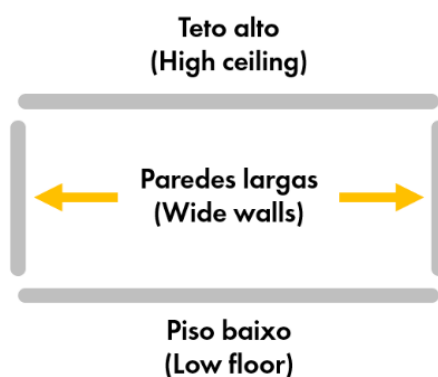
Ele pode também usar seu programa para relacioná-lo com seu pensamento em um nível metacognitivo (...) e pode ser usado pelo professor para discutir ideias sobre aprender-a-aprender, uma vez que o aprendiz, no processo de buscar novas informações, está exercitando suas habilidades de aprender; E pode levantar questões sobre o pensar-sobre-o-pensar, uma vez que pode analisar seu programa em termos da efetividade das ideias, estratégias e estilo de resolução de problema. (VALENTE, p. 53. 2005)

No Construcionismo, a ferramenta tecnológica não vai determinar o que o estudante vai fazer, mas sim o próprio estudante que deverá manipular e explorar, a

fim de desenvolver projetos significativamente pessoais e aprender novos conceitos em seu próprio ritmo. Dessa forma, a tecnologia não deve exercer um papel instrucionista, mas deve servir de apoio para ambientes de aprendizagem mais significativos que possam agregar valores afetivos, sociais e culturais dos estudantes.

Logo, para a tecnologia servir como suporte para aprendizagem é preciso dispor de alguns princípios, são eles: “*low floor*” (piso baixo), “*high ceiling*” (teto alto) e, mais tarde, mais um princípio adicionado por Resnick (2017), o “*wide walls*” (paredes largas) (Figura 1).

Figura 1 - Princípios norteadores para o uso de tecnologia no Construcionismo



Fonte: Autoria Própria

Para a tecnologia ser efetiva na aprendizagem é necessário que ela permita uma forma fácil e simples para que os estudantes comecem a utilizá-la (piso baixo), mas também precisa dar suporte, no decorrer do tempo, a criação de projetos cada vez mais aprimorados (teto alto). Resnick (2017), também menciona que a tecnologia precisa permitir o engajamento de todos os estudantes, valorizando suas origens e interesses diferentes (paredes largas), para apoiar a diversidade de projetos.

De um ponto de vista tecnológico no Construcionismo o computador é um material extremamente interessante para a construção de micromundos, pois segundo Burd (1999) “possibilita a criação e o acesso a diferentes objetos e representações que, dificilmente, poderiam ser conseguidos com outras ferramentas”. Portanto, importa frisar, o computador não é um substituto do professor, o computador não irá lecionar, será apenas um meio interativo para que os estudantes possam manipular e se expressar, fornecendo um ambiente de aprendizagem ativa. Ainda nesse contexto o computador é uma ferramenta que visa dar suporte a existência de “micromundos”.

Segundo Papert (1986), micromundos, são ambientes de aprendizagem, ricos em ferramentas e materiais, onde é possível que o estudante exerça papel ativo ao explorar, descobrir, criar e simular acontecimentos da vida real.

Para Burd (1999), esses ambientes devem garantir que,

- os novos conceitos sejam aprendidos através da construção de produtos significativos e de utilidade imediata para os estudantes;
- os estudantes possam explicitar ideias, executá-las e refletir sobre os conceitos e as estratégias adotadas;
- sejam usados materiais que, além de familiares e atraentes para o estudante, sejam representativos dos conceitos fundamentais do tópico sendo estudado;
- estes fundamentos sejam enfatizados por um tema e estejam ao alcance de serem manipulados direta ou indiretamente pelo aprendiz;
- o estudante possa seguir seu próprio ritmo e estilo; e
- onde o trabalho seja compartilhado, reconhecido e incentivado, genuinamente, pela comunidade.

Nesse ambiente construcionista, “o papel do professor não é somente de facilitador da atividade, mas de designer da atividade” (SOBREIRA *et al.*, 2018), pois é ele quem deve verificar se os estudantes possuem dificuldades nas atividades e o quanto estão engajados na participação delas. Deve também planejar e criar um ambiente propício para a aprendizagem, processo que envolve escolha de materiais, escolha do espaço e a criação de um contexto para que a atividade seja realizada.

### **1.1. O CONCEITO DE MICROMUNDOS NA APRENDIZAGEM DE FÍSICA**

Segundo Papert (1986), a aprendizagem piagetiana ocorre a partir da absorção de um novo conhecimento por meio do que a criança já sabe, chamado de assimilação, e na construção de conhecimento por meio do processo ativo do brincar. Porém, existem obstáculos nesse processo, ao que se refere no conflito do novo conhecimento com o velho conhecimento. Algumas vezes é possível reconciliar dois

conhecimentos e construir um novo, outras vezes é necessário abandonar um conhecimento e substituir por outro mais adequado.

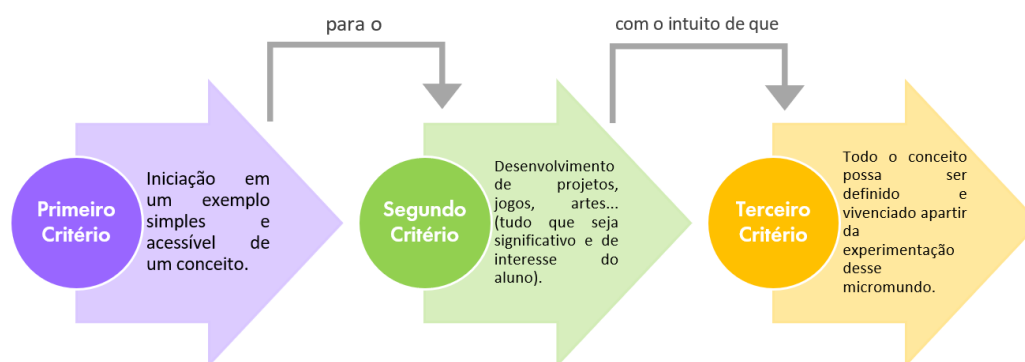
Sabemos que para uma aprendizagem acontecer precisa haver uma associação do que os estudantes conhecem com os conceitos que estão aprendendo. Porém, a maior parte dos conceitos de Física são abstratos. Neste sentido, como a criação de “micromundos” poderia facilitar a compreensão desses conceitos?

Primeiramente é importante estabelecer os critérios para criar um micromundo na Física. Papert (1986), recomenda deixar que o estudante adquira o conceito físico trabalhando com um exemplo muito simples e acessível. Quando o estudante começa trabalhando com um exemplo simples e acessível, ele fica menos propenso a se sentir frustrado e intimidado diante da aparente complexidade que os conceitos de física transparecem.

O segundo critério é possibilitar pontos de apoio para que o estudante possa aplicar o conhecimento adquirido na construção de algo significativo para ele, seja um desenvolvimento de projeto, de jogos, maquetes, artes. É necessário criar um ambiente de aprendizagem que possibilite a agregação do conhecimento teórico com o conhecimento pessoal bastante diversificado dos estudantes. Mas para que todo esse processo aconteça, é preciso romper com o tradicionalismo do ensino de Física, o chamado método “exposição e avaliação”, e desenvolver meios que permita que os estudantes se tornem ativos e construtores de sua própria aprendizagem.

O terceiro critério é possibilitar que os conceitos de Física possam ser definidos dentro da experiência desse micromundo (Figura 2).

Figura 2 - Critérios para a criação de um micromundo na Física



Fonte: Autoria Própria

Assim, quando possibilitamos a criação de micromundos, estamos dando oportunidade para que os estudantes aprendam a física de forma livre para moldar a realidade através desses conceitos, mas também modificar e construir alternativas dessa realidade.

## 2. O PROCESSO DA APRENDIZAGEM CRIATIVA

*"Nos tempos atuais, a criatividade é tão importante na educação quanto a alfabetização. Devemos tratá-la com o mesmo status."*

*Ken Robinson*

Diante dos novos problemas e desafios inesperados para serem resolvidos na nossa sociedade atual, é necessário que a educação forme pessoas capazes de pensar e agir criativamente, tanto no âmbito profissional ou pessoal, para desenvolver suas próprias ideias e explorar novas soluções aos problemas que surgirão em suas vidas. Para a educação o que é criatividade?

“A criatividade é o processo de ter ideias originais valiosas e colocá-las em prática” (ROBINSON, 2019), portanto, não se limita apenas em propor ideias novas para a humanidade, mas também propor ideias novas no trabalho, na escola ou em casa. Dessa forma, não é um dom, não está limitada apenas ao meio artístico, ela pode ser ensinada, encorajada e estimulada. Em resumo, todos nós temos o potencial de sermos “pensadores criativos”. Resnick (2017) descreve que a aprendizagem deve estar inserida em um processo criativo chamado de Espiral da Aprendizagem Criativa.

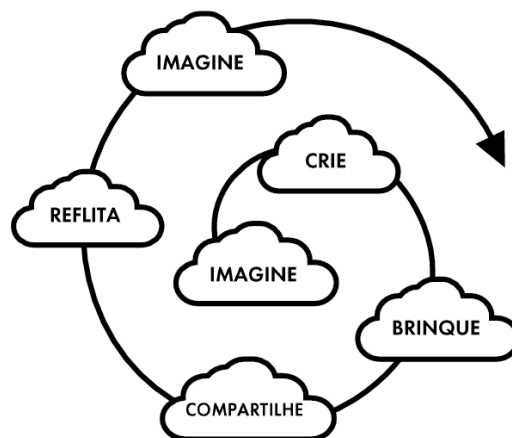
Para entender o processo da aprendizagem criativa, precisamos conhecer os significados de cada conceito que compõe essa espiral:

- 1. Imagine** – os jovens começam imaginando um projeto ou um cenário para a atividade. Aqui a ideia começa a se tornar concreta;
- 2. Crie** - mas só imaginar não é suficiente, é necessário transformar as ideias em ações, criando projetos;
- 3. Brinque** - Após a conclusão do projeto é hora de explorá-lo. Dessa forma as crianças interagem, fazem experiências, e aperfeiçoam constantemente suas criações;
- 4. Compartilhe** - O grupo de crianças compartilham ideias e colaboram na criação de histórias. Cada novo acréscimo de ideias indica uma nova

uma oportunidade de conhecer e aprender coisas novas a partir das experiências dos demais colegas;

5. **Refletir** - Quando algo não sai como planejado as crianças são encorajadas a refletir o que aconteceu, a analisar a situação, e através do entendimento, solucionar os problemas.
6. **Imagine** - com base nas experiências que as crianças adquirem ao passar pelo processo descrito na espiral, surgem novas ideias, novas orientações e novas criações.

Figura 3 - Espiral da Aprendizagem Criativa



Fonte: Resnick (2017)

A espiral da aprendizagem criativa (Figura 3) é

o motor do pensamento criativo". É por meio desse processo que as crianças se tornam pensadoras criativas, capazes de "desenvolver suas próprias ideias, testá-las, experimentar alternativas, obter as opiniões de outras pessoas e conceber ideias baseadas em suas experiências. (RESNICK, 2017)

As experiências podem ser incentivadas e apoiadas por meio de quatro princípios norteadores que podem auxiliar os jovens a se desenvolverem como pensadores criativos.



Esses quatro princípios norteadores são chamados de *4P's da Aprendizagem Criativa*:

- 1. Projetos** - Criar projetos é o primeiro passo para entrar no processo da espiral da aprendizagem criativa. Dessa forma, a criança se envolve ativamente no processo de aprendizagem ao criar projetos significativos e desenvolvendo ideias continuamente;
- 2. Paixão** - Quando a criança trabalha em projetos pelos quais tem interesse, dedicam mais tempo e energia nas atividades e persistem com mais facilidade na solução de problemas;
- 3. Parcerias** - O processo criativo pode ser potencializado ao acrescentar as interações sociais pois, por meio delas, é possível a colaboração e o compartilhamento de ideias;
- 4. Pensar Brincando** - As experiências divertidas na criação de projetos incentivam as crianças a assumir riscos e testar coisas novas. Essas experiências potencializam mais adiante o processo criativo.

Segundo Resnick (2017), esses quatro P's estão “estritamente alinhados à abordagem do Construcionismo para a educação (e inspirados nela), que enfatiza o valor da criação de projetos que sejam significativos para os estudantes, de maneira divertida e em colaboração com colegas.”.

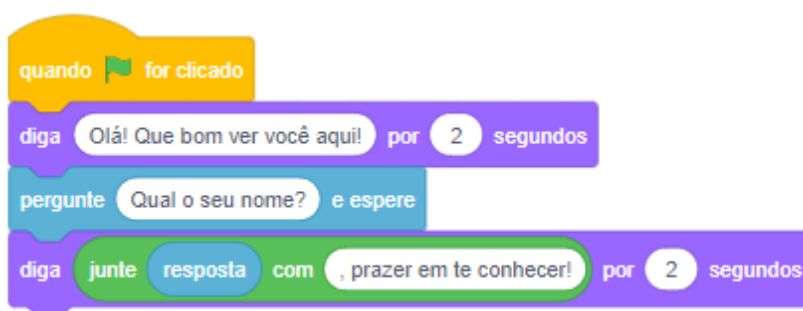
## **2.1. SCRATCH E O PENSAMENTO COMPUTACIONAL**

O Scratch é uma linguagem de programação desenvolvida com base no construcionismo de Papert. Foi desenvolvida em 2007 pela equipe de pesquisa do Lifelong Kindergarten do MIT – Massachusetts Institute of Technology, coordenada por Mitchel Resnick. Além de ser uma linguagem de programação, possui também uma comunidade online que permite que qualquer pessoa, de qualquer idade, e de qualquer localização programe jogos, animações, tutoriais interativos e simulações e que possa posteriormente ser compartilhada com a comunidade online.

O Scratch baseia-se na abordagem do *tinkering* para proporcionar aos usuários uma experiência mais rica de criação e aprendizagem. Segundo Resnick e Rosenbaum (2013), a abordagem do *tinkering* é caracterizada por um estilo lúdico, experimental e iterativo, na qual a pessoa que está criando reavalia continuamente suas metas, explorando novos caminhos e imaginando novas possibilidades.

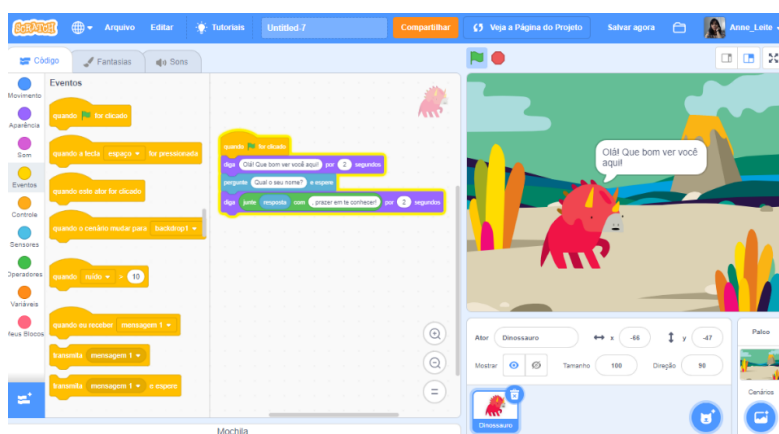
Para criar uma animação, tutorial ou jogo no Scratch é necessário começar programando, e isso é feito por meio da junção de blocos, como é feito com as peças de LEGO. (Figura 4). No ato de juntar os blocos, o estudante está na verdade, escrevendo um script que determinará o comportamento do personagem (Figura 5).

Figura 4 - Blocos de programação do Scratch



Fonte: Scratch (MIT Media Lab)

Figura 5 - Interface de programação no Scratch



Fonte: Scratch (MIT Media Lab)

Durante o processo de criação de projetos no Scratch, o estudante está inserido na abordagem de *tinkering*. É ele quem escreve os scripts de programação,

desenha os personagens, testa o script e confere se está funcionando sem nenhum bug, e em seguida continua adaptando o projeto continuamente.

O Scratch também se baseia nos princípios norteadores para o uso de tecnologias no construcionismo. O ambiente é de fácil iniciação, mesmo para quem não tem conhecimentos em programação (*low floor*), permite que os estudantes possam construir desde projetos simples até projetos mais avançados (*high ceiling*) e também é um ambiente que dá valor a inclusão de estudantes de diferentes nacionalidades, culturas e interesses para que possam se expressar e compartilhar esses aspectos com a comunidade, proporcionando o máximo de inclusão (*wide walls*).

O ambiente de programação Scratch encoraja os estudantes a aprender pela exploração e pelo compartilhamento de ideias (MALONEY *et al.*, 2010). Promove também a habilidade de pensamento computacional, através da exploração de diversos conceitos, práticas e perspectivas computacionais de maneira criativa com o uso de uma abordagem de aprendizagem baseada no conceito de design (BRENNAN, 2011).

Segundo Wing (2006) o pensamento computacional é uma habilidade fundamental para qualquer pessoa. Ele relaciona conceitos fundamentais da ciência da computação com o processo de resolução de problemas, como: reformulação de problemas difíceis em problemas mais fáceis de resolver, abstração e decomposição de um problema para atacar uma tarefa grande e complexa e se planejar na presença de incertezas.

A pesquisa de Araujo *et al* (2016) concluiu que o Scratch se destacou como o programa mais usado tanto para oficinas de introdução à programação como para o desenvolvimento de jogos e animações no que tange ao desenvolvimento da habilidade de pensamento computacional.

Na medida que o estudante constrói projetos significativos com o Scratch, eles também se envolvem em um conjunto de conceitos computacionais, comuns a outras linguagens de programação. Esses conceitos definidos por Brennan (2011) são: sequência, evento, paralelismo, loop, condicionais, operadores e dados.

Quadro 1 - Conceitos de pensamento computacional trabalhados com o Scratch.

| Conceito     | Descrição   |
|--------------|---|
| Sequência    | Identificar uma série de etapas para uma tarefa.                          |
| Loop         | Executando a mesma sequência várias vezes.                                |
| Paralelismo  | Possibilita que sequências de instruções sejam executadas ao mesmo tempo. |
| Evento       | Faz com que um acontecimento produza uma ação.                            |
| Condicionais | Tomar decisões com base em condições.                                     |
| Operadores   | Suporte para expressões matemáticas e lógicas.                            |
| Dados        | Armazenar, recuperar e atualizar valores.                                 |

Fonte: Brennan (2011)

Na literatura, há diversos relatos de uso de Scratch com estudantes do ensino fundamental e/ou médio na disciplina de ciências e física (CONCEIÇÃO; VASCONCELOS, 2018; SOBREIRA *et al*, 2018; FARIAS; RIVERA, 2017). No entanto, além de utilizar a ferramenta para ensinar o aprender a fazer ciência, faz-se necessário avaliar a contribuição que o desenvolvimento do pensamento computacional proporciona para a aprendizagem de Física.

### **3. PERCURSO METODOLÓGICO**

A crise do coronavírus destacou a crescente necessidade da habilidade do pensamento criativo na sociedade atual. Segundo Resnick (2020), a capacidade de pensar e agir criativamente se tornou importante do que nunca para lidar com os desafios inesperados que a pandemia trouxe e outros que ainda surgirão.

Porém como devemos ajudar os estudantes a se desenvolverem como pensadores criativos e estimular a curiosidade enquanto as escolas e universidades estão fechadas durante o cenário de pandemia do COVID-19? Como isso pode ser feito através da modalidade de ensino à distância?

Diante destes questionamentos, este trabalho de dissertação desenvolveu uma intervenção didática baseada em oficinas remotas, de modo que fosse possível atender algumas necessidades do Ensino de Física no cenário da pandemia do COVID-19 e do distanciamento social, promovendo atividades construcionistas que proporcionem uma aprendizagem criativa de Radioatividade.

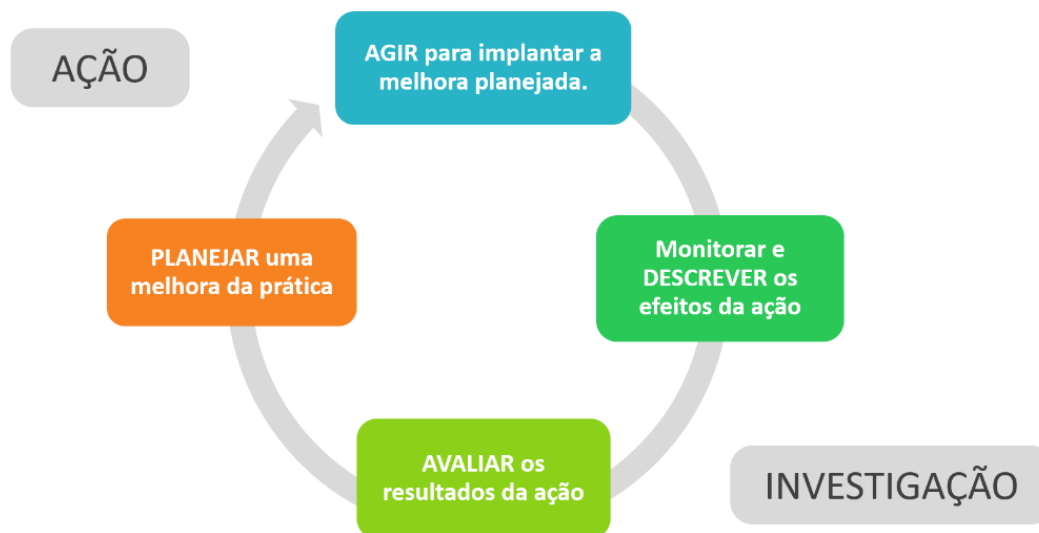
Nesta sessão será descrito todo o contexto da pesquisa e os passos metodológicos realizados para alcançar os objetivos da pesquisa.

#### **3.1. CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA**

Esta pesquisa se caracteriza como pesquisa-ação, onde se recorre a um estudo qualitativo do problema. Tendo em vista que, segundo Tripp (2005) na “pesquisa-ação planeja-se, implementa-se e avalia-se uma mudança para a melhora de sua prática, aprendendo mais, no correr do processo, tanto a respeito da prática quando da própria investigação.”. De forma resumida, pode-se representar a pesquisa-ação através de quatro fases de um ciclo básico representado na Figura 6 da página seguinte.

Dessa forma, no âmbito da pesquisa-ação educacional, Tripp (2005) afirma que o professor ou o pesquisador precisa se inserir no meio pesquisado, de modo que através da ação, tanto na área prática quanto na pesquisa, possam utilizar suas pesquisas para aprimorar seu ensino e conseqüentemente a aprendizagem de seus estudantes.

Figura 6 - Representação em quatro fases do ciclo básico da pesquisa-ação



Fonte: Tripp (2005)

Diante desse panorama educacional, a pesquisa possui caráter eminentemente qualitativa, e segue as cinco características básicas de pesquisa qualitativa apresentada por Bogdan e Biklen (2007):

- 1) **Naturalístico:** o ambiente natural é a fonte direta de dados e o pesquisador é o instrumento no processo investigativo;
- 2) **Dados Descritivos:** A pesquisa qualitativa é, em sua totalidade, descritiva. Dessa forma, os dados coletados se apresentam em formas de palavras ou imagens, ao invés de números. Esses dados são resultados de entrevistas, notas de campo, vídeos, documentos pessoais e entre outros;
- 3) **Preocupação com o Processo:** Os pesquisadores qualitativos se preocupam mais com o processo do que com os resultados ou produtos. Portanto, como estratégia qualitativa é sugerido que o pesquisador entenda como determinado problema se manifesta nas atividades, procedimentos e interações cotidianas com o meio pesquisado;
- 4) **Indutivo:** Os pesquisadores qualitativos tendem a analisar os dados de forma indutiva. A teoria tende a se desenvolver de baixo para cima.

Primeiro o pesquisador qualitativo deve coletar os dados e passar um tempo com os sujeitos da pesquisa e depois, no processo de análise de dados, é que as evidências se tornam mais conectadas e específicas. Desse modo, o pesquisador usa a primeira parte da pesquisa para entender quais são as questões importantes para serem investigadas;

- 5) Significado:** O significado é o ponto essencial para a abordagem qualitativa. Os pesquisadores qualitativos se interessam em descrever a “perspectiva do participante”, ou seja, a forma como os sujeitos encaram as questões propostas pela pesquisa.

Portanto, essa pesquisa se baseou nas perspectivas de uma investigação qualitativa norteada pelos princípios da pesquisa-ação, onde o pesquisador se insere no meio pesquisado e através da ação, se planeja uma solução ou melhoria para o problema pesquisado.

### **3.2. CONTEXTO E PARTICIPANTES DA PESQUISA**

A pesquisa foi desenvolvida na Universidade Federal do Amazonas, localizada na cidade de Manaus, tendo como participantes da pesquisa 13 estudantes da disciplina de Prática de Ensino em Física Moderna. Os estudantes cursavam no momento da aplicação da pesquisa o 6º período do curso de Licenciatura em Física Diurno.

A seleção dos estudantes foi realizada por meio de convite para a participação da oficina remota “Física Criativa: Aprendendo Radioatividade através da Criação de Games”. O assentimento em participar da pesquisa foi realizada por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A) pelos próprios estudantes. Para manter a preservação da identidade, optou-se por associar cada estudante com um número: Estudante (1), Estudante (2), Estudante (3) e assim por diante.

Em uma entrevista inicial realizada com os estudantes constatou-se que apenas 2 dos 13 estudantes haviam estudado Radioatividade no Ensino Médio. Ao fazer uma consulta na matriz curricular e na ementa das disciplinas do curso, verificou-se que os estudantes têm um breve contato com o tema Radioatividade na disciplina

de Física Moderna II, que se apresenta dentro do conteúdo de Física Nuclear. Vale ressaltar que essa disciplina é ofertada no 6º período do curso de Licenciatura em Física e os estudantes participantes da pesquisa ainda não haviam estudado esse conteúdo.

### 3.3. INTERVENÇÃO DIDÁTICA: A CONSTRUÇÃO DAS OFICINAS REMOTAS

A intervenção didática ocorreu por meio de oficinas remotas, onde foram aplicadas durante os horários de aula da disciplina cedidos pela professora Marisa Almeida Cavalcante. Todas as oficinas remotas foram desenvolvidas através do Google Meet e no Scratch e, a cada finalização dos encontros, eram disponibilizados os materiais e atividades no Google Sala de Aula.

As oficinas remotas aconteceram em 5 encontros e foram realizadas conforme a sequência descrita no Quadro 2:

Quadro 2 - Descrição da sequência de oficinas remotas realizadas com os estudantes.

| Encontro | Aulas | Tempo (min) | Conteúdo   | Recursos de Ensino                             |
|----------|-------|-------------|--|--|
| 1        | 1     | 20          | Entrevista de Identificação de Conceitos Prévios de Radioatividade | Entrevista no Google Jamboard                  |
|          | 2     | 40          | A descoberta da Radioatividade e Decaimentos Radioativos           | Aula Expositiva Dialogada                      |
|          | 3     | 60          | Introdução a programação no Scratch                                | Atividade Mão na Massa                         |
| 2        | 4     | 50          | A Radioatividade no dia a dia (1)                                  | Aula Expositiva Dialogada – Discussão do tema. |
|          | 5     | 50          | A Radioatividade no dia a dia (2)                                  | Vídeos – Discussão do tema.                    |
| 3        | 6     | 50          | Oficina de Criação de Games  | Vídeos – Aula Dialogada                        |
|          | 7     | 50          | Elementos Básicos de um Jogo.                                      | Aula Dialogada – Discussão do Tema             |
|          | 8     | 30          | Planejando um Jogo   | Atividade mão na massa – Worksheet             |
|          | 9     | 30          | Construindo um jogo no Scratch.                                    | Atividade mão na massa – Scratch               |
| 4        | 10    | 30          | Como criar um jogo de Quiz?  | Aula Dialogada no Scratch                      |
|          | 11    | 30          | Como criar um jogo de Arcade                                       | Aula Dialogada no Scratch                      |



|   |    |     |  |  |
|---|----|-----|--|--|
|   | 12 | 60  | Momento mão na massa                         | Apresentação no Google Meet                        |
| 5 | 13 | 120 | Apresentação dos projetos finais no Scratch. | Discussão dos projetos com a turma no Google Meet. |
| - | -  | -   | Aplicação do Questionário Final              | Questionário Final no Google Formulários           |

Fonte: Autoria Própria

As oficinas remotas são encontros online realizada por um educador que ensina uma nova habilidade a um grupo de estudantes usando plataformas e ferramentas digitais. Nesse sentido, é necessário que o ambiente dessas oficinas permita a criação e discussão de projetos, colaboração em grupo, compartilhamento de ideias e o controle do ambiente por parte do educador.

As oficinas remotas desta pesquisa foram realizadas em três ambientes que dão suporte as atividades de aprendizagem criativa: Google Sala de Aula, Google Meet, Google Jamboard, Google Formulários e Scratch.

**Google Sala de Aula** - É um serviço gratuito para professores e estudantes que permite o gerenciamento de conteúdo de forma a simplificar o processo de criação, distribuição e avaliação de trabalhos.

**Google Meet** - É um serviço gratuito de comunicação por vídeo que permite reuniões à distância simultaneamente. Possibilita também a apresentação de trabalhos, documentos e planilhas a partir do compartilhamento de tela.

**Google Jamboard** – É uma ferramenta que permite que os professores e estudantes interajam através de um quadro branco (ou mural) interativo na nuvem. Pode ser editado de forma colaborativa com os estudantes e permite a discussão de temas de forma crítica e em tempo real, com auxílio do Google Meet;

**Google Formulários** – é um serviço de gerenciamento de pesquisas. O professor pode utilizar essa ferramenta para pesquisar e coletar informações sobre os estudantes e também pode ser usado para questionários e atividades.

**Scratch** - É uma linguagem de programação gratuita e uma comunidade online onde os estudantes podem criar histórias interativas, jogos, simulações e animações.

### **3.4. INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS**

Como instrumentos de coletas de dados foram utilizadas entrevistas semiestruturadas realizadas no Google Jamboard (Apêndice B), gravações das oficinas remotas através do Google Meet, observação dos diálogos realizados em sala de aula, principalmente durante a apresentação dos jogos desenvolvidos pelos estudantes no Scratch. Dessa forma, se buscou analisar, refletir e interpretar a construção do conceito de radioatividade dos estudantes durante a aplicação da oficina.

### **3.5. COLETA DE DADOS**

Antes da aplicação das oficinas remotas, foi apresentado a professora responsável pela disciplina de Prática de Ensino em Física Moderna um e-mail convite para aplicação da pesquisa “Desenvolvimento de Jogos com foco na Aprendizagem Criativa de Física”.

Nesse momento foram solicitados cinco encontros online para que a pesquisa fosse aplicada. Foi acertado que os estudantes deveriam comparecer aos encontros online e participar das atividades propostas que norteariam ao desenvolvimento do projeto final (um jogo de Física na plataforma Scratch). A professora aceitou de forma positiva o convite, destacando apenas que a pesquisadora gerasse uma nota para a produção do projeto final dos estudantes.

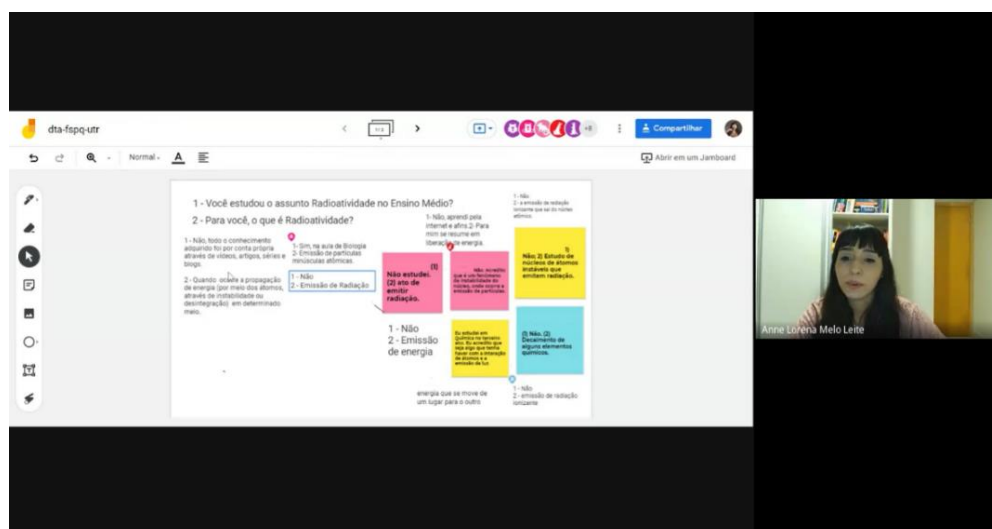
O primeiro contato com a turma foi realizado uma aula antes da aplicação das oficinas remotas. Esse momento foi importante para conhecer o perfil dos estudantes e observar como eles se expressavam e interagiam através das aulas online. A professora me apresentou à turma e permitiu que eu apresentasse detalhes da pesquisa. Nesse momento, mencionei que trabalharíamos com oficinas remotas na temática de Radioatividade e que o projeto final seria um jogo de Física

desenvolvido no Scratch. Desse modo, foi apresentado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A), e solicitado que os estudantes assinassem e entregassem dentro de uma data agendada para a devolução dos termos devidamente assinados.

### 3.5.1. ENCONTRO 1 - ENTREVISTA DE IDENTIFICAÇÃO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS EM RADIOATIVIDADE

Antes de iniciar as oficinas remotas, foi realizada uma entrevista em grupo no Google Jamboard com o objetivo de identificar os conhecimentos prévios que os estudantes tinham a respeito do tema Radioatividade, bem como identificar quantos tinham estudado o tema no Ensino Médio.

Figura 7 - Momento da Aplicação da Entrevista em Grupo no Google Jamboard



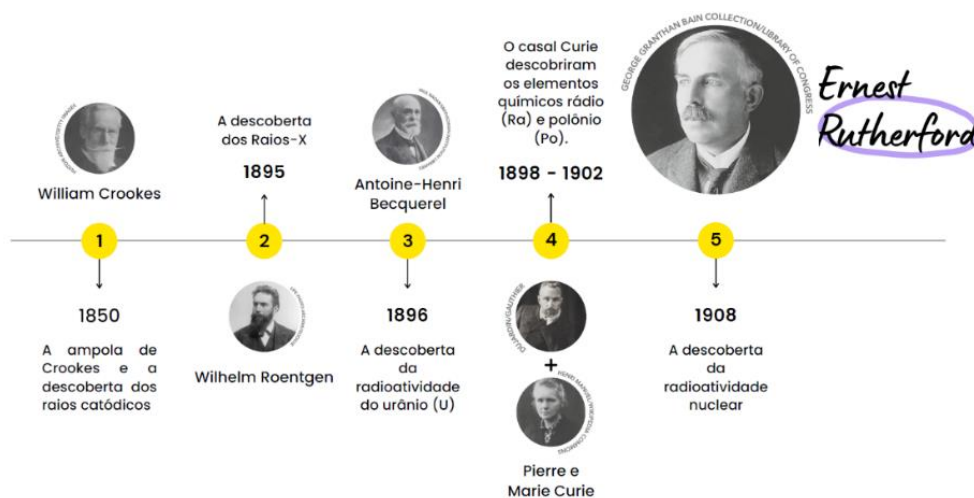
Fonte: Autoria Própria

A escolha da aplicação da entrevista em grupo no Google Jamboard foi realizada com a intenção de manter o clima da turma descontraído, evitando que os estudantes se sentissem apreensivos, envergonhados ou ansiosos com as perguntas. O ambiente do Google Jamboard permitiu que os estudantes entrassem e modificassem o mural interativo como usuários anônimos, de forma que eles se sentissem mais à vontade para responder as perguntas. A duração da entrevista foi de 20 minutos.

### 3.5.2. ENCONTRO 1 - AULA EXPOSITIVA DIALOGADA: EXPLORANDO A RADIOATIVIDADE

Esse encontro foi planejado seguindo o primeiro critério para a criação de um micromundo na Física segundo Papert (1986) (Figura 2). O micromundo de aprendizagem desenvolvido com os estudantes intitulava-se a “Explorando a Radioatividade”. A pesquisadora expôs aos estudantes conceitos simples e acessíveis de Radioatividade através de uma linha temporal da descoberta da Radioatividade. Nessa etapa os estudantes tiveram a oportunidade de fazer perguntas, discussões e interações com os demais colegas acerca do tema.

Figura 8 - Momento da Aplicação da Aula Expositiva Dialogada: Explorando a Radioatividade



Fonte: Autoria Própria

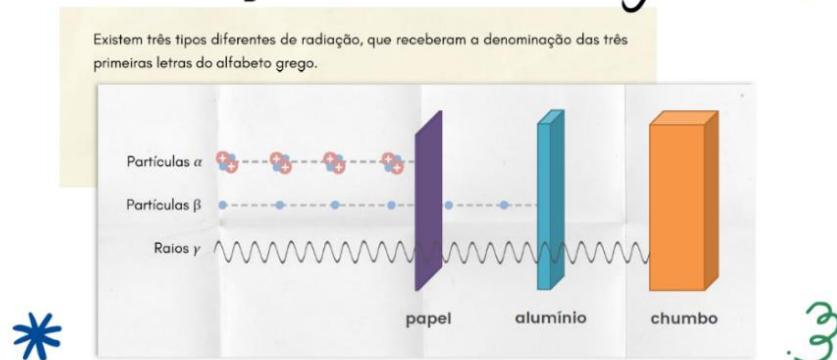
A aula expositiva dialogada caracterizou-se pela exposição dos conceitos de radioatividade com a participação ativa dos estudantes, considerando em diversos momentos os conhecimentos prévios que eles haviam expostos na entrevista anterior.

Um dos tópicos discutidos nesse momento foi sobre os “34 anos do acidente radiológico de Goiânia” para perceber a concepção prévia que os estudantes tinham acerca dos conceitos de contaminação e irradiação. Para esse momento, foi

exibido uma reportagem de televisão sobre os “30 anos do acidente radiológico com o Césio 137”.

Figura 9 - Momento da Aplicação da Aula Expositiva Dialogada: Conceitos de Radioatividade

## ... Radiações *alfa, beta e gama* ...



Fonte: Autoria Própria

Figura 10 - Discussão sobre os 34 anos do Acidente Radiológico de Goiânia com o Césio-137.

## Em falar em Césio-137...



Fonte: Autoria Própria

Foi constatado que nesse momento em que foi exposto o vídeo sobre a reportagem, os estudantes se envolveram mais no diálogo. Os comentários que os estudantes fizeram foram relacionados aos preconceitos que as vítimas do acidente radiológico sofreram (e ainda sofrem) por conta da falta de conhecimento (no tema radioatividade):

“As vítimas desse acidente falam que eles sofrem também preconceito por parte da sociedade, porque é... falta de conhecimento (em radioatividade), entende? Nos locais aonde eles chegam e veem que eles têm... é... manchas e essas coisas do... como é que é?... hmmm... cicatrizes na pele e tudo mais..., as pessoas que não entendem ainda acham que eles podem estar contaminados, entendeu?”

**(Comentário da Estudante 3)**

“Ein professora, eu ouvi um colega meu afirmar uma vez... é... acho que foi em uma aula da disciplina de Física e Sociedade... ele falou algo tipo assim que... nunca que ele queria chegar perto de uma pessoa que foi irradiada pela radiação do césio-137, porque ela ainda poderia estar contaminando.”

**(Comentário do Estudante 2).**

Nessas falas observa-se bem que os estudantes reconhecem a importância do conhecimento do tema radioatividade para a sociedade e, principalmente, a necessidade de abordar esse assunto nas escolas.

Após esse momento, foi apresentado aos estudantes a trajetória na oficina de criação de jogos no Scratch. Eles foram convidados a entrarem no site <https://scratch.mit.edu>, e em seguida foi mostrado todos os passos para que eles pudessem criar uma conta para realizar o login.

Em seguida foi criado o estúdio Física Criativa: Criando Jogos sobre Radioatividade. Esse espaço possibilitou que os estudantes pudessem armazenar e compartilhar com os demais colegas todos os projetos desenvolvidos durante a oficina. O Estúdio pode ser acessado por meio do link <https://scratch.mit.edu/studios/30323407>.

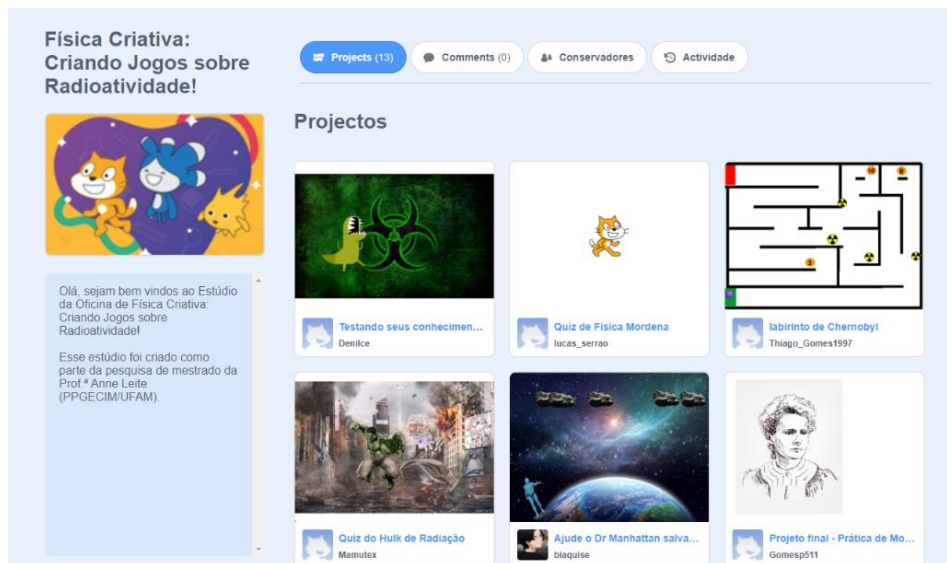
Aos estudantes que não puderam participar desse momento com um computador ou que estavam com problemas de internet, foi disponibilizado um ebook confeccionado pela pesquisadora no Google Drive, para que fosse possível seguir os passos de introdução ao Scratch em outro momento. O Guia de Introdução ao Scratch se encontra no final desta dissertação na seção de apêndices (Apêndice D).

Figura 11 - Trajetória da Oficina de Física Criativa



Fonte: Autoria Própria

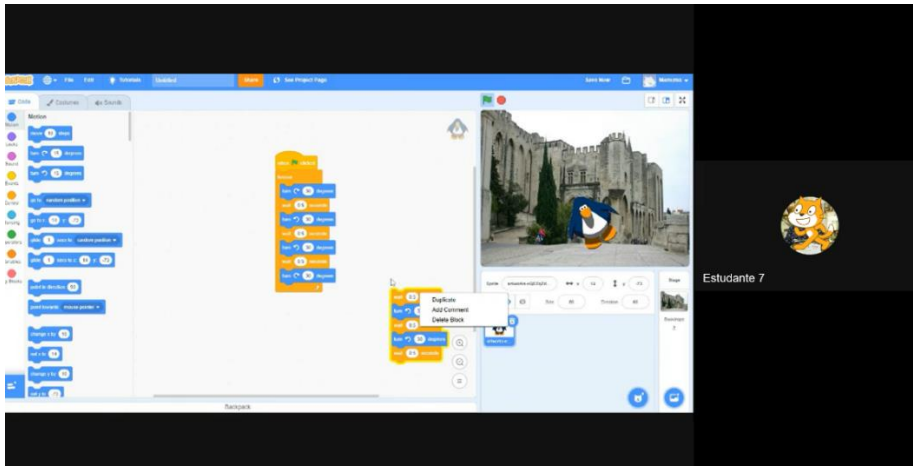
Figura 12 - Estúdio da Oficina no Scratch



Fonte: Autoria Própria

Após todos os estudantes criarem a conta, foi apresentado a Área de Trabalho do Scratch e como utilizar os blocos de programação. Após esse momento foi dado o desafio aos estudantes para criarem um projeto no Scratch com apenas 10 blocos. O objetivo dessa atividade foi promover um momento mão na massa com os estudantes para que pudessem ter um primeiro contato com a ferramenta Scratch.

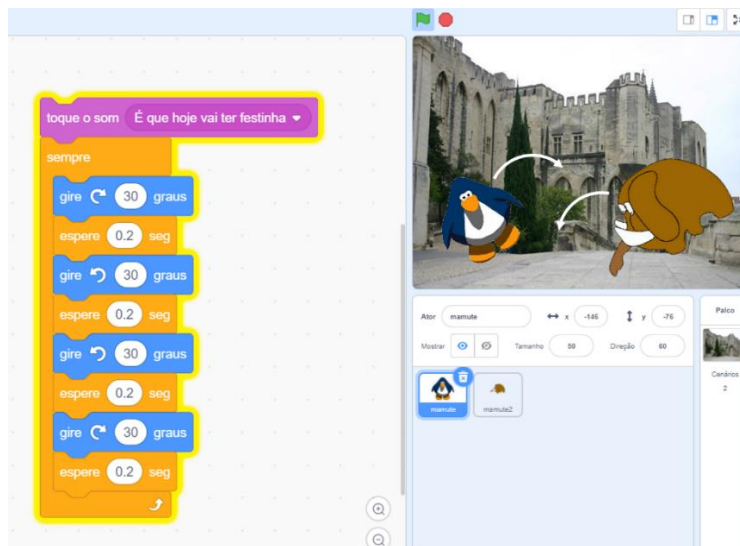
Figura 13 - Registro da Apresentação de Projeto do Estudante (2)



Fonte: Autoria Própria

Durante a atividade mão na massa o Estudante (2) tomou a iniciativa de mostrar o processo de construção do projeto desafio. Nesse momento, a turma se mostrou bem descontraída e envolvida em ajudar o colega nas dúvidas que ele tinha em utilizar os blocos de programação. Segue abaixo o código desenvolvido pelo estudante.

Figura 14 - Registro do código produzido pelo Estudante (2)



Fonte: Autoria Própria



### 3.5.3. ENCONTRO 2 - A RADIOATIVIDADE NO DIA A DIA

Antes de iniciar esse encontro, foi direcionado aos estudantes o seguinte questionamento para reflexão: “Em quais lugares, objetos e /ou situações do dia a dia você acha que a Radioatividade está envolvida?”. Pediu-se aos estudantes que colocassem suas respostas no mural interativo do Google Jamboard, assim como foi feito no primeiro momento do Encontro 1. A atividade durou 20 minutos.

Após isso, continuamos o encontro com uma aula expositiva dialogada intitulada como “A Radioatividade no Dia a Dia”, onde foi abordado a presença da radioatividade no cotidiano, seja de forma artificial ou natural. Ressaltando ao longo do encontro que a radioatividade não representa apenas algo que é prejudicial ao homem, mas um fenômeno que pode proporcionar diversos benefícios, como por exemplo: na agricultura, na indústria, na medicina, no meio ambiente e entre outros.

Figura 15 - Aula expositiva dialogada sobre a presença da radioatividade no cotidiano.

**Nos alimentos?**

ALICIA/PIREBET

Contém potássio-40

A banana é um dos alimentos que carregam, de forma natural, elementos radioativos. Mas calma! Não precisa se preocupar...

Para que o organismo comece a sentir os efeitos maléficos da radioatividade é necessária uma dose de 100 rems (unidade de medida que indica a quantidade de radiação).

Considerando que o consumo de uma banana por dia totalizaria 3,65 milirems em um ano, seria preciso comer cerca de 10 milhões de bananas para sofrer algum prejuízo proveniente da radioatividade.

O cálculo seria assim...

$$\begin{array}{r} 1 \text{ banana} \quad 0,00001 \text{ rem} \\ \times \quad \quad \quad 100 \text{ rems} \\ \hline 0,00001 \cdot x = 100 \quad \quad x = \frac{100}{0,00001} \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad x = 10.000.000 \text{ bananas} \end{array}$$

Fonte: Autoria Própria

Após as duas aulas expositivas dialogadas, percebeu-se que a abordagem de acontecimentos históricos relacionados aos conceitos de radioatividade e a discussão da presença da radioatividade no cotidiano, promoveu um espaço de discussão entre a pesquisadora e os estudantes. Dessa forma, o encontro se tornou favorável para que os estudantes pudessem questionar, refletir e discutir os tópicos expostos. A maior parte dos estudantes relacionou o conhecimento exposto na aula com situações que vivenciaram no cotidiano, como observado no questionamento da estudante (7):

“Professora, quando eu tinha 12 anos, eu comecei a fazer um tratamento (provavelmente iodoterapia) de hipertireoidismo. Eu fiz um tratamento que era com iodo radioativo (isótopo de Iodo-131). Aí eu lembro que (após o tratamento) eu tive que ficar isolada, não podia ficar com a minha avó, tinha que comer em um pratinho separado, era maior coisa... quando a senhora falou sobre a aplicação da radioatividade na medicina, eu lembrei disso. E eu gostaria de saber por que eu tive que ficar isolada?”

**(Questionamento da Estudante 7)**

(grifo da pesquisadora).

Após o questionamento, foi explicado para a estudante que após a ingestão do medicamento contendo esse isótopo radioativo (o Iodo-131, que possui meia-vida de 8,02 dias), ele passa a emitir tanto radiação beta quanto radiação gama no organismo. Como o corpo não absorver completamente o Iodo-131 no organismo, ele pode ser excretado por meio da pele (suor), saliva, urina e fezes. Por isso são necessários alguns cuidados após o tratamento para evitar passar a radiação para os outros, principalmente para aqueles que tem o sistema imune mais fragilizado, como idosos e grávidas.

É importante mencionar que, a partir do mural interativo construído pelos próprios estudantes no Google Jamboard, foi possível identificar as concepções alternativas ou preconceitos que os estudantes tinham sobre a radioatividade e aproveitar o espaço de diálogo disponível para que essas concepções fossem discutidas.

No encerramento do Encontro 2 os estudantes deram um feedback positivo de forma espontânea, o que foi muito importante para uma avaliação de como estava o andamento da aplicação da oficina. Os comentários, na íntegra, encontram-se em seguida:

“Nossa professora essa foi a melhor aula que a gente teve aqui porque a gente tava discutindo toda essa parte aí né e aí eu lembrei que eu nunca aprendi isso no Ensino Médio.”

**(Comentário do Estudante 2)**

(grifo da pesquisadora).

“Pois é, professora, foi uma das melhores aulas que EU tive!”

**(Comentário do Estudante 5, logo em seguida)**

“Eu só vi em Biologia... ehm, eu só vi em Biologia porque a professora de Biologia tava passando os problemas que a radiação traz, como doenças e essas coisas, nunca tinha visto a radioatividade dessa forma.”

**(Continuação do comentário do Estudante 2)**

(grifo da pesquisadora).

“Pegando esse gancho ae do (Estudante 2), quando eu tava no projeto da Casa da Física, eu tava com uma turma do 6º ano eu levei essa temática para eles trabalharem com... sobre radiação. E eu perguntei o que cada um... qual a afinidade de cada um nas matérias, para saber qual eles tinham mais afinidade, né? Aí um falou: Biologia! Aí o outro: Artes! Aí o outro falou: História. E eu falei: Então bora juntar isso aí tudinho para trabalhar o conceito de radiação. E aí fizemos grupos: No grupo de Biologia, eles explicaram sobre os problemas que a radiação causa no corpo humano, nas células do corpo etc. No grupo de História, os estudantes trabalharam o contexto histórico falando da usina de Chernobyl e do problema lá (acidente radiológico) de Goiânia. No grupo de Artes, nossa... teve uma estudante que desenhou uma história em quadrinhos sobre Chernobyl! E outro estudante fez um vídeo animado retratando a história de Chernobyl. E eu senti que eles gostaram muito do assunto, não foi nada pesado. Foi feito só a abordagem conceitual mesmo. E tipo, sobre esse assunto relacionado a Radioatividade, como foi exposto, eu não teria dificuldades em levar para o Ensino Médio.”

**(Comentário do Estudante 9, logo em seguida)**

(grifo da pesquisadora).

### 3.5.4. ENCONTRO 3 – OFICINA DE CRIAÇÃO DE GAMES NO SCRATCH

Esse encontro foi planejado seguindo o segundo critério para a criação de um micromundo na Física segundo Papert (1986) (Figura 2). A pesquisadora explorou junto com os estudantes elementos básicos para a criação de games no Scratch (Figura 16). Apesar de não ter sido explorado o tema Radioatividade diretamente nesse momento, a etapa se mostrou importante para que os estudantes se apropriassem das ferramentas necessárias para criação de games.

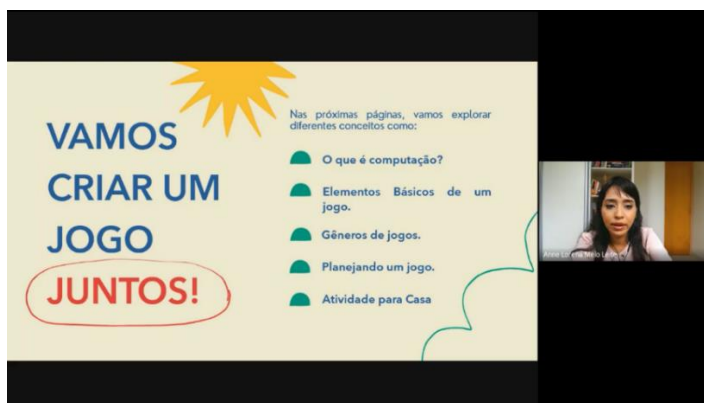
A estruturação dos conceitos que foram abordados nesse encontro, bem como o tempo disponibilizado para cada tópico, encontra-se na Quadro 3 abaixo:

Quadro 3 - Estrutura dos tópicos abordados no Encontro 3.

| Tópicos | Tempo (minutos) | Conteúdo                        | Recursos de Ensino   |
|---------|-----------------|---------------------------------|--|
| 1       | 20              | O que é computação?             | Apresentação de slides no Google Meet.                                     |
| 2       | 40              | Elementos Básicos de um Jogo.   | Apresentação de slides no Google Meet.                                     |
| 3       | 40              | Gêneros de jogos.               | Apresentação de slides no Google Meet.                                     |
| 3       | 30              | Planejando um jogo no Scratch.  | Atividade mão na massa – Preenchimento do Worksheet no Google Formulários. |
| 4       | 30              | Construindo um jogo no Scratch. | Atividade mão na massa – Scratch.  |

Fonte: Autoria Própria

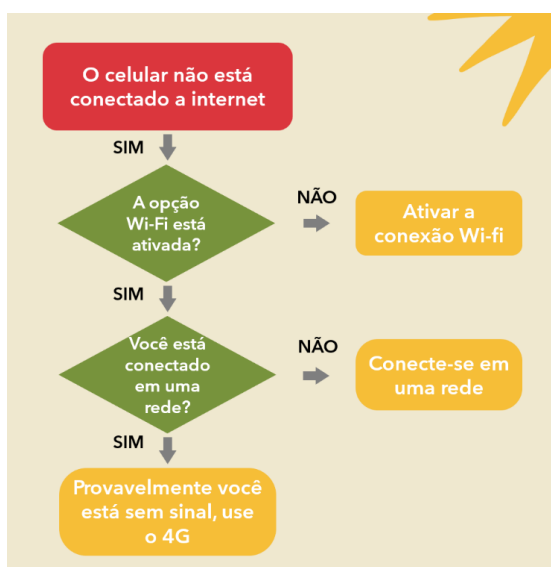
Figura 16 - Momento de Aplicação da Oficina de Criação de Games no Scratch



Fonte: Autoria Própria

No primeiro tópico foi definido o conceito de computação que é a busca de uma solução para um problema a partir de entrada de dados (inputs) e pelo uso de algoritmos, de forma a obter resultados (outputs). Dessa forma, o algoritmo seria uma sequência de ações que visa obter uma solução para um determinado tipo de problema. Para ilustrar o conceito de algoritmo, foi construído o seguinte fluxograma (Figura 17).

Figura 17 - Fluxograma sobre a definição de algoritmo



Fonte: Autoria Própria

Em seguida, foi apresentado o conceito de linguagem de programação como sendo uma linguagem escrita que especifica um conjunto de instruções e regras usadas para dizer o que o computador deve fazer ou não.

Figura 18 - Ilustração sobre a linguagem de programação em blocos do Scratch.



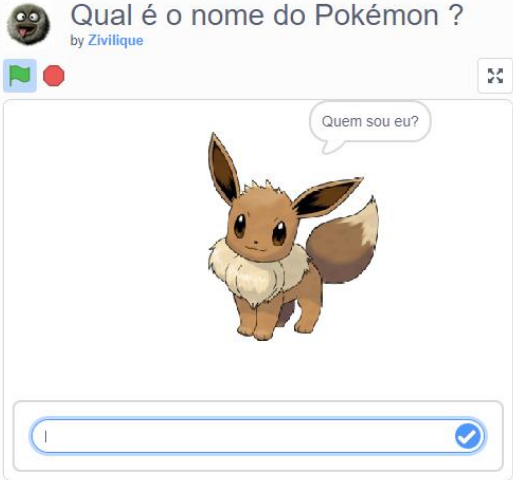
Fonte: Autoria Própria

Mais adiante, foi explicado o que era o Scratch exatamente, assim foi definido que o Scratch é um software onde se utiliza de blocos lógicos, e itens de som e imagem, para você desenvolver suas próprias histórias interativas, jogos e animações, além de compartilhar de maneira online suas criações.

Como exemplo do que pode ser criado e compartilhado no Scratch foi selecionado e apresentado três jogos, dois do gênero arcade e um do gênero quiz (perguntas e respostas).

Quadro 4 - Apresentação de alguns jogos criados pela comunidade no Scratch.

| Jogo  | Características  |
|---|--|
|   | <p><b>Nome do jogo:</b> Girafa Espacial</p> <p><b>Link:</b> <a href="https://scratch.mit.edu/projects/247578672/">https://scratch.mit.edu/projects/247578672/</a></p> <p><b>Gênero:</b> Ação / Arcade</p> <p><b>Descrição:</b></p> <p>Você é uma girafa alienígena que gosta de biscoito em formato de estrelas!</p> <p>Clique na bandeira verde para iniciar o jogo. Pressione e segure a tecla Espaço para mover a girafa. Coma o máximo de biscoitos que puder!</p> |
|  | <p><b>Nome do jogo:</b> O Jogo mais difícil do mundo</p> <p><b>Link:</b> <a href="https://scratch.mit.edu/projects/339626197/">https://scratch.mit.edu/projects/339626197/</a></p> <p><b>Gênero:</b> Arcade</p> <p><b>Descrição:</b></p> <p>Você deve levar o quadradinho vermelho até a borda verde do outro lado. Mas cuidado, ele não pode ser atingido pelas bolinhas azuis!</p> <p>Clique na bandeira verde e utilize as setas para se movimentar.</p>            |

|   |   |
|---|---|
|  | <p><b>Nome do jogo:</b> Qual é o nome do Pokémon?</p> <p><b>Link:</b> <a href="https://scratch.mit.edu/projects/117412846/">https://scratch.mit.edu/projects/117412846/</a></p> <p><b>Gênero:</b> Quiz</p> <p><b>Descrição:</b></p> <p>Você deve identificar os Pokémons corretamente!</p> <p>Clique na bandeira verde e selecione qual quiz você quer responder: Pokemóns de Região ou Eeveelções!</p> |
|---|---|

Fonte: Autoria Própria

Esse primeiro momento, teve duração de 20 minutos, aproximadamente. No segundo momento foi apresentado os elementos básicos que compõem um jogo, são eles:

- **Tema:** O assunto que o jogo desenvolverá ao longo do enredo.
- **Enredo:** A história que acontecerá no decorrer do jogo
- **Nome:** Como o jogo será identificado.
- **Gênero:** Indica a categorização dos aspectos que representam o jogo.
- **Personagem:** É o ser atuante do jogo: aqui é necessário identificar quem serão e quantos serão os personagens no jogo.
- **Objetivo:** Indica o que o personagem deverá fazer no jogo para que possa ganhar a partida.
- **Regras:** Indica o que o personagem não deverá fazer ao longo do jogo para não perder a partida.
- **Interatividade:** Esclarece para o jogador como ele vai interagir com o jogo. Por exemplo, quais teclas devo utilizar para fazer o personagem se movimentar e entre outros.

Nesse momento os estudantes começaram a associar os elementos básicos estavam sendo apresentados com jogos digitais que eles já conheciam, como pode ser notado nos comentários a seguir:

“Professora, eu conheço um jogo que tem o seguinte enredo: Uma menina está na cidade e aí ela sai da cidade e vai para um interiorzinho. Chegando lá tem uma casa dada pelo avô dela e... o objetivo do jogo é que ela precisa explorar o ambiente em que ela vive, coletar itens e construir artefatos para que ela possa decorar a casa, plantar legumes etc.”

**(Comentário da Estudante 3 sobre o jogo Stardew Valley)**

“Eu conheço também um! Bem... o enredo do jogo começa com a humanidade deixando o planeta muito úmido por conta do aquecimento global, permitindo que um super fungo do gênero Cordyceps se proliferasse. Esse fungo controla as pessoas pelo cérebro (que é um fungo que existe na realidade, controlam artrópodes). E um senhor estava com a filha tentando fugir, mas ela acaba sendo assassinada por um militar. E aí... 20 anos depois, ou 10 eu não lembro, ele conhece uma menina, que é imune ao vírus. A missão desse senhor é levar essa menina até um pessoal que vai tirar o sangue dela para criar uma vacina e salvar o mundo. Esse é o enredo.”

**(Comentário da Estudante 2 sobre o jogo The Last of Us)**

Após esse momento, foi descrito alguns exemplos de gêneros de jogos que poderiam ser desenvolvidos no Scratch, são eles: Quiz, Simulação e Aventura. Para exemplificar os gêneros, a pesquisadora escolheu jogos que envolviam conceitos de radioatividade:

- **Quiz:** É um jogo de perguntas e respostas que geralmente dá pontos para o jogador a cada acerto.  
**Nome:** Jogo Radioatividade  
**Link:** <https://scratch.mit.edu/projects/115940488/>
- **Simulação:** Utilizam conceitos ou regras físicas para simular e/ou explicar a realidade.



**Nome:** Build-a-Bohr

**Link:** <https://scratch.mit.edu/projects/867623/>

- **Aventura:** Cada ação vai desbloqueando uma sequência de história.

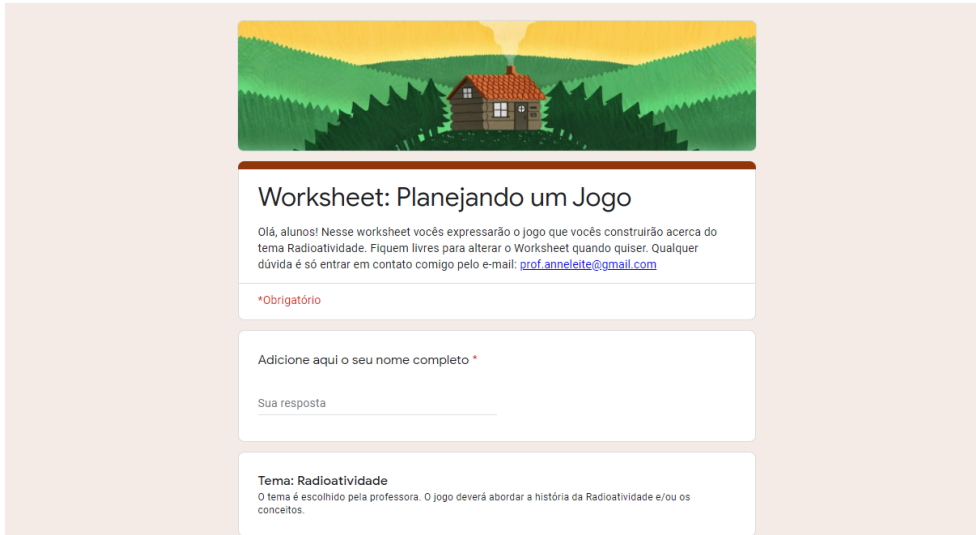
**Nome:** Radioactivity: An Adventure

**Link:** <https://scratch.mit.edu/projects/190740632/>

Na etapa, “Planejando um Jogo” a pesquisadora enviou um link do formulário Worksheet: Planejando um Jogo, para que os estudantes pudessem planejar como iriam construir um jogo com o tema Radioatividade. O Worksheet (Apêndice E) tinha espaços, onde os estudantes pudessem descrever os elementos básicos que iriam compor o jogo que eles iriam desenvolver no Scratch.

Vale ressaltar que essa etapa é a primeira etapa da espiral da Aprendizagem Criativa: o IMAGINE (Figura 3), o objetivo do Worksheet é fazer com que os estudantes imaginem as características dos jogos que gostariam de criar no Scratch.

Figura 19 - Captura de tela do formulário Worksheet: Planejando um Jogo



Worksheet: Planejando um Jogo

Olá, alunos! Nesse worksheet vocês expressarão o jogo que vocês construirão acerca do tema Radioatividade. Fiquem livres para alterar o Worksheet quando quiser. Qualquer dúvida é só entrar em contato comigo pelo e-mail: [prof.anneleite@gmail.com](mailto:prof.anneleite@gmail.com)

\*Obrigatório

Adicione aqui o seu nome completo \*

Sua resposta

**Tema: Radioatividade**  
O tema é escolhido pela professora. O jogo deverá abordar a história da Radioatividade e/ou os conceitos.

Fonte: Autoria Própria

Como exemplo da atividade desenvolvida, foram disponibilizados a seguir dois worksheets dos estudantes (9) e (4) (Quadro 5).

Quadro 5 - Worksheet dos Estudantes 9 e 4.

| Estudante                          | Elementos Básicos do Jogo   |
|------------------------------------|---|
| Estudante (9)                      | <b>Nome</b>   |
|                                    | Cientista Radioativo  |
|                                    | <b>Enredo</b>   |
|                                    | Um cientista maluco sofreu um acidente em uma experiência em seu laboratório, fazendo com que ele perdesse a memória e esquecesse alguns conceitos básicos de Radioatividade.   |
|                                    | <b>Gênero</b>   |
|                                    | Quiz  |
|                                    | <b>Personagem</b>   |
|                                    | Apenas 1, o Dr. Chaos   |
|                                    | <b>Objetivo</b>   |
|                                    | Ajudar o cientista maluco respondendo algumas perguntas que ele fará a cada fase, até que ele recupere a memória por completo.  |
|                                    | <b>Regras</b>   |
|                                    | Toda vez que o jogador acertar uma pergunta, o cientista irá fazer uma experiência corretamente.<br>Toda vez que o jogador errar uma pergunta, o cientista irá fazer uma experiência, mas ela falhará e irá explodir o laboratório. |
|                                    | <b>Derrota</b>  |
|                                    | O jogador perde se errar uma questão no jogo.   |
| <b>Interatividade</b>              |   |
| Somente pelo mouse.                |   |
| Estudante (4)                      | <b>Nome</b>   |
|                                    | Ajude o Dr. Manhattan a salvar a Terra!   |
|                                    | <b>Enredo</b>   |
|                                    | O jogo será no modelo arcade, como Space Invaders, onde deve-se além de destruir as ameaças de Ozymandias (representados por meteoros), devemos também desviar dos elementos radioativos.   |
|                                    | <b>Gênero</b>   |
|                                    | Arcade  |
|                                    | <b>Personagem</b>   |
|                                    | O jogo terá 2 personagens: o Dr. Manhattan e o Ozymandias   |
|                                    | <b>Objetivo</b>   |
|                                    | Salvar a Terra dos planos de Ozymandias desviando de elementos radioativos.   |
| <b>Regras</b>                      |   |
| Desviar dos elementos radioativos. |   |

|  |  |
|--|--|
|  | Derrota                                  |
|  | Ser atingido por um elemento radioativo. |
|  | Interatividade                           |
|  | Espaço e Setas                           |

Fonte: Autoria Própria

Em seguida, tivemos o momento mão na massa no Scratch. A partir do que foi imaginado através do Worksheet os estudantes tiveram um momento CRIAR, ou seja, transformar as ideias que eles tiveram em ações. Lembrando que a etapa do CRIAR é a segunda etapa da espiral da Aprendizagem Criativa.

Nesse momento mão na massa, o papel da pesquisadora foi de mediadora, observando, incentivando e orientando o trabalho dos estudantes. Como foi disponibilizado apenas 30 minutos para esse momento, os estudantes não chegaram a concluir o projeto, mas tiveram a liberdade de explorar, experimentar ideias, e trocar informações com os demais colegas.

### **3.5.5. ENCONTRO 4 – COMO CRIAR UM JOGO DE QUIZ E ARCADE NO SCRATCH?**

Antes de iniciar o encontro, a pesquisadora conferiu as respostas do Worksheet documentadas no Google Formulários. Com isso, foi possível identificar os gêneros dos jogos que os estudantes iriam criar, a maior parte dos estudantes escolheram jogos de quiz e uma menor parte escolheu o gênero arcade.

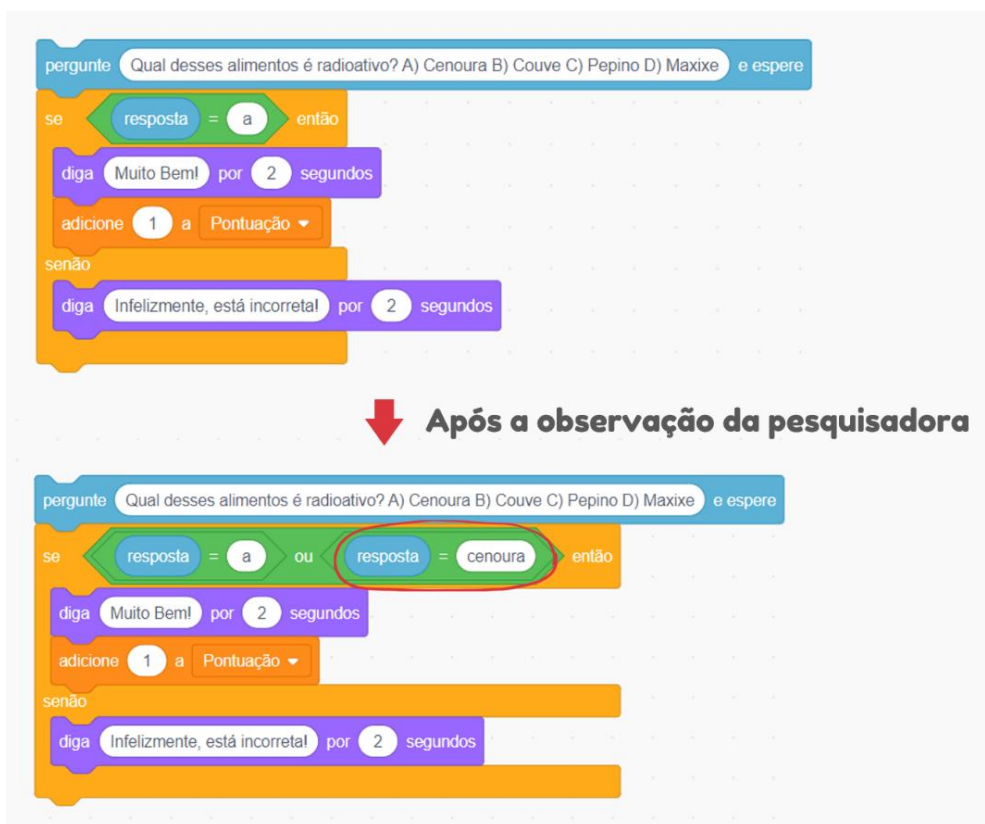
No início do Encontro 4, a pesquisadora perguntou a turma se, no processo de criação dos jogos, houve alguma dúvida ou dificuldade que eles não conseguiram resolver. Nesse momento, os estudantes demonstraram algumas dúvidas, como: adicionar pontuação em um jogo, fazer o jogo identificar a resposta do usuário como correta, utilização de variáveis e entre outros.

Por conta disso, a pesquisadora pediu para que os estudantes apresentassem o que eles conseguiram criar sozinhos. O primeiro estudante a apresentar o jogo criado foi o Estudante 2. A dúvida que ele tinha era referente ao

código que ele havia montado, o problema era que o código não considerava como correta algumas respostas que o jogador dava.

Como sugestão para solucionar o problema, mostrou-se ao estudante que ele poderia adicionar um operador chamado “OU” que compara duas situações: Situação 1) se o jogador escrever a resposta como a ou A e Situação 2) se o jogador escrever a resposta cenoura ou Cenoura, ambas as respostas serão consideradas corretas pelo código.

Figura 20 - Processo de debugging no código do jogo do Estudante 2



Fonte: Autoria Própria

Esse processo em que o estudante percebe que há algo de errado com o código e procura soluções é chamado de **debugging**. O erro nesse caso permite que o estudante aprenda mais sobre os conceitos envolvidos no processo e melhore as estratégias de resolução de problemas.

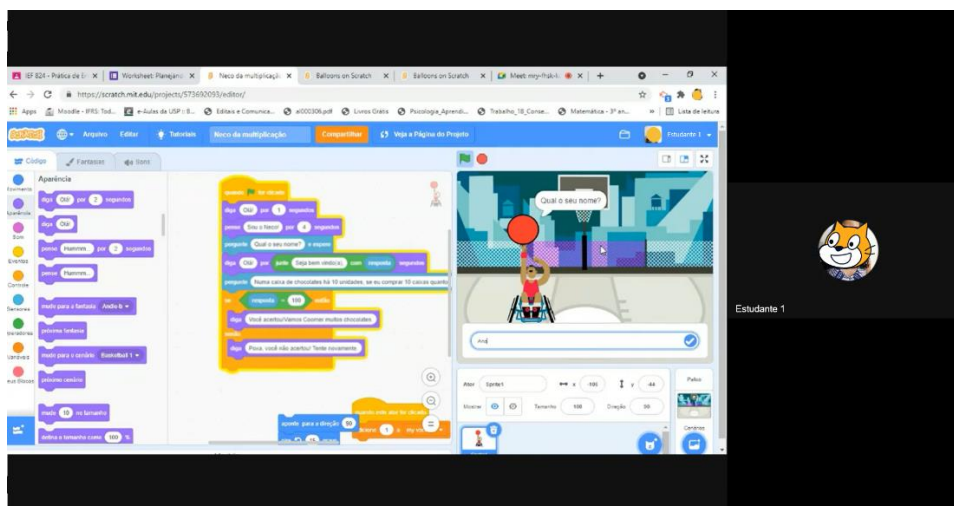
Logo em seguida, a estudante (1) apresentou uma prévia do que viria a ser o projeto dela. Nessa prévia ela construiu um jogo de quiz de matemática para mostrar

para a turma como ela havia construído o código. A estudante (1) tinha a seguinte dúvida representado no comentário abaixo:

“Professora, eu fiz esse jogo de quiz. Bem, primeiro o personagem se apresenta: “Olá! Sou o Neco!” e depois ele pergunta “Qual o seu nome?”. Só que quando eu fui fazer o... (Som inaudível, provavelmente por conta da internet, pesquisadora interrompe a fala: “Oi, Estudante (1)?”. A estudante prossegue.). Então, quando eu fui colocar o nome, não veio ó... coloquei os bloquinhos de fala tudinho em ordem, mas quando adiciono a resposta... ele já vai direto para a pergunta.”

**(Comentário da Estudante 1)**

Figura 21 - Prévia do jogo construído pela Estudante (1)

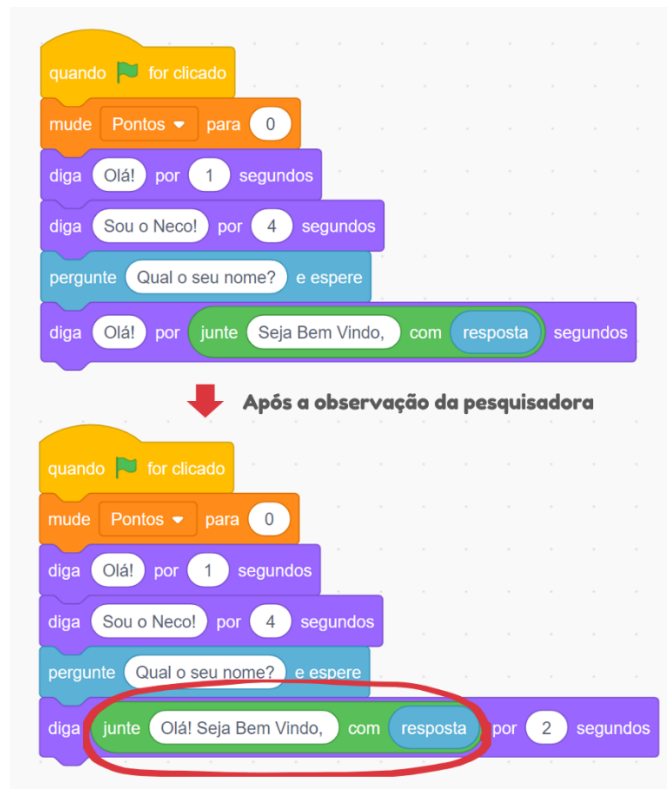


Fonte: Autoria Própria

A pesquisadora pediu para a Estudante (1) analisar os bloquinhos que antecediam o surgimento do problema. Nesse momento, a estudante percebeu que havia adicionado um bloco de fala dentro do espaço onde deveria ser colocado o tempo que seria mostrado o diálogo na tela (Figura 22).

Após esse momento foi construído juntamente com a turma e com a ajuda dos estudantes que já haviam montado o jogo de quiz um projeto base para que, os estudantes que estivessem com muita dificuldade em programar, pudessem criar seus projetos em cima do projeto base.



Figura 22 - Processo de debugging no código do jogo da Estudante 1.



Fonte: Autoria Própria

Um dos projetos construídos partiu da ideia da Estudante (1), cujo intuito era criar um jogo com conceitos de Física tipo “Estoure os Balões”. No final da aula foram construídos em conjunto, dois projetos descritos no Quadro 6, a seguir:

Quadro 6 - Projetos Base para Construção de Jogos.

| Projeto 1  | Projeto 2  |
|--|--|
|                           |                        |
| <p><b>Link:</b></p>  | <p><b>Link:</b></p>  |
| <p><a href="https://scratch.mit.edu/projects/579137386/">https://scratch.mit.edu/projects/579137386/</a></p> | <p><a href="https://scratch.mit.edu/projects/579171567">https://scratch.mit.edu/projects/579171567</a></p> |

Fonte: Autoria Própria

É importante ressaltar que esse momento da oficina envolveu três etapas do processo de Aprendizagem Criativa: o BRINQUE, o COMPARTILHE e o REFLITA.

Na etapa do BRINQUE, foi possível observar que os estudantes a medida que iam construindo os jogos, eles exploravam e aperfeiçoavam constantemente suas criações, adicionando novas perguntas, melhorando o cenário do jogo, melhorando o diálogo e entre outros.

Na etapa do COMPARTILHE, os estudantes mostraram o que haviam criado para os seus colegas de turma, compartilharam ideias e colaboraram com a resolução de problemas encontrados nos projetos.

Na etapa do REFLETIR, o processo de debugging foi o mais perceptível nessa oficina, os estudantes identificaram que havia um erro no projeto, refletiram sobre o erro, analisaram a situação, pediram ajuda de colegas e da pesquisadora e no final, conseguiram solucionar o problema.

### **3.5.6. ENCONTRO 5 – APRESENTAÇÃO DOS JOGOS CRIADOS NO SCRATCH NA TEMÁTICA “RADIOATIVIDADE”**

Esse encontro foi planejado seguindo o terceiro critério para a criação de um micromundo na Física segundo Papert (1986) (Figura 2). Nesse encontro foi incentivado que os estudantes experimentassem os jogos dos demais colegas de forma que os conceitos sobre o tema Radioatividade pudessem ser definidos e vivenciados durante as partidas.

Como resultado da Oficina de Criação de Jogos no Scratch, tivemos o total de 9 projetos em Scratch elaborados pelos estudantes e compartilhados no estúdio criado no Scratch (Quadro 7).

Quadro 7 - Lista de projetos criados pelos estudantes na Oficina de Criação de Jogos.

| # | Estudante | Jogo   | Gênero |
|---|-----------|--|--------|
| 1 | (2)       | Quiz do Hulk de Radiação                         | Quiz   |
| 2 | (3)       | Testando seus conhecimentos sobre Radioatividade | Quiz   |
| 3 | (4)       | Quiz Radioatividade                              | Quiz   |
| 4 | (6)       | Ajude o Dr. Manhattan a salvar a Terra!          | Arcade |

|   |      |                        |        |
|---|------|------------------------|--------|
| 5 | (7)  | Labirinto de Chernobyl | Arcade |
| 6 | (8)  | Aula de Quiz           | Quiz   |
| 7 | (9)  | Cientista Radioativo   | Quiz   |
| 8 | (10) | Quiz de Física Moderna | Quiz   |
| 9 | (12) | Jogo de Física Moderna | Quiz   |

Fonte: Autoria Própria

Nesse encontro os estudantes se reuniram no Google Meet para apresentarem os seus jogos criados no Scratch:

**Estudante 2:** Criou um jogo de perguntas e respostas. No enredo, o jogador precisa ajudar o super-herói Hulk a salvar a cidade de Nova Iorque, mas antes precisa responder algumas perguntas sobre radioatividade para não deixar o Hulk com raiva. O interessante de observarmos é que o estudante associou a história do super-herói a temática de Radioatividade, já que este super-herói foi atingido por uma explosão de uma bomba de radiação gama, chamada Bomba Gama (Figura 23).

Figura 23 - Captura de tela do Quiz do Estudante 2.



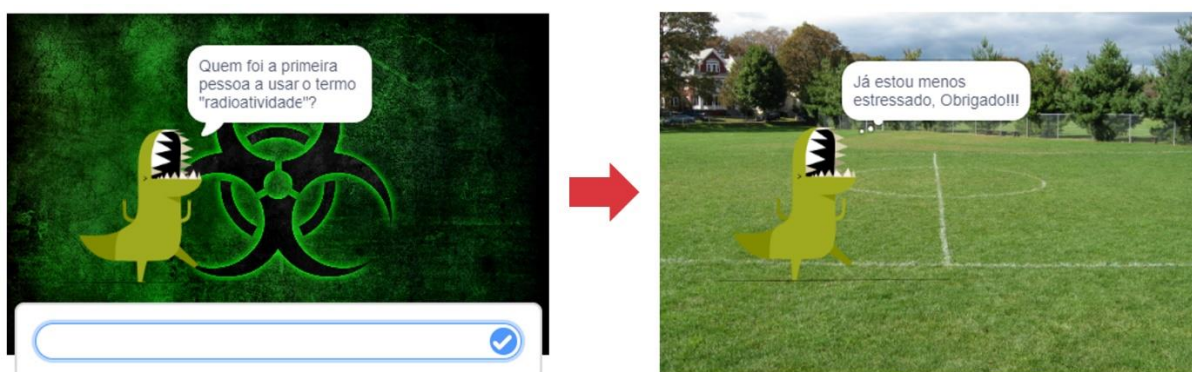
Fonte: Autoria Própria

**Estudante 3:** A estudante elaborou um quiz, em que o personagem principal é um dinossauro verde. O objetivo do jogo é desestressar o dinossauro respondendo as perguntas corretamente. Podemos observar que a estudante expressou o nível de estresse do dinossauro com dois cenários diferentes (Figura 24).



Um bem forte e marcante, indicando o dinossauro estressado e o segundo cenário bem leve e descontraído, indicando que o dinossauro está finalmente calmo. A característica interessante desse jogo é que ele não tem derrota ou “game over”. Foi perguntado para a estudante o motivo dela não ter adicionado pontuação ou tela informando que o jogador perdeu. A estudante afirmou que não queria que o jogador se sentisse frustrado quando errasse as questões e queria que ele sempre tivesse uma outra chance para responder as perguntas corretamente.

Figura 24 - Captura de tela do Quiz da Estudante 3



Fonte: Autoria Própria

**Estudante 9:** O Estudante elaborou um jogo de quiz. No enredo desenvolvido pelo estudante ele conta que um cientista maluco, chamado Heimer, perde a memória em um acidente de laboratório. Com isso, ele acaba esquecendo alguns conceitos básicos sobre radioatividade. Então o objetivo do jogador é ajudar o Dr. Heimer a relembrar alguns conceitos. Porém, se o jogador erra um conceito, ocorre uma experiência malsucedida e o Dr. Heimer explode.

Durante a apresentação o estudante 9 afirmou uma frase que chamou a atenção da pesquisadora. O estudante 9 disse “o estudante 2 me ajudou quando eu estava com algumas dúvidas no meu código” e “ele pegou algumas ideias minhas também (risos)”. Logo após o estudante acrescentou “Já faz um tempo que eu estava com essa ideia do enredo na minha mente, mas eu não sabia como criar o jogo. E agora dá para ver que deu certo, né? É maneiro quando você consegue criar, eu estava conversando sobre isso com o estudante 2, é muito bom quando você consegue fazer a própria ideia dar certo”.

Figura 25 - Capturas de tela do Quiz do Estudante 9



Fonte: Aatoria Própria

No final da apresentação, o estudante 9 acrescentou que dá aulas particulares de Física em um reforço escolar e disse que estava pensando em criar um outro jogo no Scratch, agora na área de Mecânica, para aplicar aos seus estudantes. Ele disse que iria utilizar o mesmo código, apenas iria modificar o cenário, os personagens e as perguntas.

**Estudante 4:** O Estudante 4 criou um jogo de quiz, em que um macaquinho é o apresentador de um programa de perguntas e respostas. O objetivo do jogador é responder as respostas corretamente. Como no jogo criado pela estudante 3, não há derrota ou uma tela informando que o jogador perdeu, mas é possível observar que o jogo vai contando quantas questões o jogador acertou e errou.

**Estudante 6:** A estudante 6 disse que decidiu criar um jogo diferente dos demais colegas. Ela afirmou que queria criar um jogo com maior interatividade através do gênero arcade ou ação. Com isso, ela criou um jogo em que o personagem principal, Dr. Manhattan tenta impedir o plano maligno de Ozymandias de destruir a

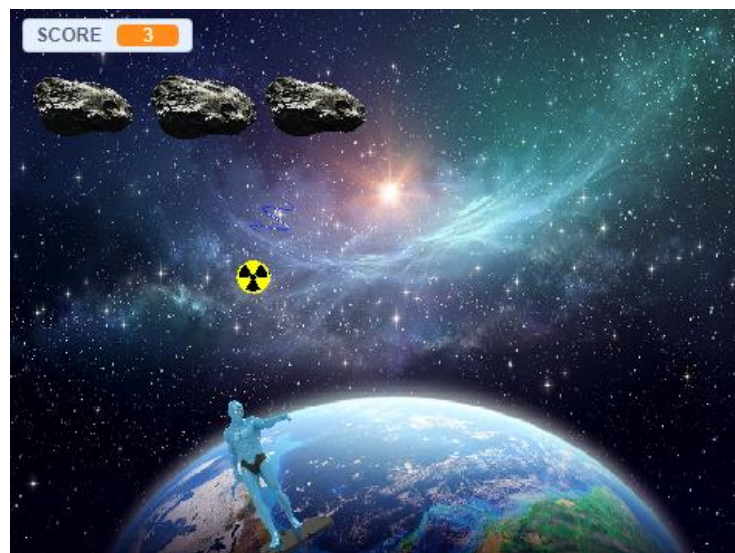
Terra. O objetivo do Dr. Manhattan é desviar dos elementos radioativos e atirar raios para destruir os meteoros.

Figura 26 - Captura de tela do Quiz do Estudante 4



Fonte: Autoria Própria

Figura 27 - Captura de tela do Jogo da Estudante 6



Fonte: Autoria Própria

### 3.5.7. APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO FINAL

Nessa última etapa, foi aplicado o questionário final no Google Formulários para a turma (Apêndice C). O questionário possui caráter semiestruturado, ou seja,

era combinado de perguntas abertas e fechadas, ele foi subdividido em quatro seções: Sobre a Participação do estudante na Oficina, Sobre as Aulas Expositivas Dialogadas sobre Radioatividade, Sobre a Oficina de Criação de Games no Scratch e Sobre a Aprendizagem de Conceitos sobre Radioatividade.

O preenchimento desse questionário levou em torno de 15 a 20 minutos para ser finalizado. Através dele, foi possível identificar o perfil dos estudantes que participaram da oficina, ter um feedback das aplicações das oficinas (o que ajudou a compreender as possibilidades e limitações da aplicação de oficinas remotas) e a identificar algumas mudanças conceituais de Radioatividade nos estudantes. Tais dados serão vistos mais adiante na seção de Análises e Resultados.

### **3.6. ANÁLISE DE DADOS**

Os dados levantados foram interpretados através da Análise Interpretativa que discorreu através da técnica analítica da explicação do fenômeno. Segundo Merriam (1997) a interpretação se resulta da compreensão do significado do processo ou experiência vivida a partir do método indutivo.

A Análise Interpretativa foi utilizada para interpretar os dados levantados nas entrevistas, nos projetos desenvolvidos nas oficinas e nos documentos das observações realizadas durante o processo da pesquisa.

## **4. RESULTADOS E ANÁLISES**

Para a discussão dos resultados provenientes da pesquisa, é apresentado primeiramente dados resultantes das entrevistas de identificação dos conhecimentos prévios e concepções alternativas, para então fazer o mesmo quanto aos projetos produzidos no Scratch pelos estudantes.

### **4.1. A PARTICIPAÇÃO DOS ESTUDANTES NA OFICINA REMOTA**

Após a conclusão da oficina, a pesquisadora sentiu a necessidade de realizar um levantamento de informações sobre como foi a participação dos estudantes durante a pesquisa. Com isso, foi adicionado ao Questionário Final (Apêndice C) questões semiestruturadas sobre a participação dos estudantes na oficina. Apesar desse questionário ter sido aplicado apenas no final das oficinas remotas é importante ele ser apresentado no início da seção de análise de resultados.

Em relação aos dispositivos utilizados para acompanhar as oficinas remotas, foi possível verificar, que os estudantes:

- Utilizaram, na maior parte das vezes, dois dispositivos para a acompanhar a oficina remota (computador e smartphone);
- A maior parte dos estudantes utilizaram conexão Wi-Fi da própria casa para participar da oficina;
- Os estudantes relataram que pelo menos uma ou duas vezes, eles tiveram problemas com a conexão de internet durante a aplicação da Oficina Remota;
- E quando não tinham acesso ao encontro síncrono (ao vivo) por conta dos problemas com a conexão de internet, recorreram às gravações dos encontros disponibilizados pela pesquisadora no Google Sala de Aula.

Em relação a participação dos estudantes nas oficinas remotas, foi possível verificar, que a maior parte dos estudantes participaram de todos ou quase todos os encontros das oficinas remotas (com exceção de dois estudantes).

Em relação ao tema abordado (Radioatividade), foi possível verificar que:

- A maior parte dos estudantes acharam o tema muito interessante ou interessante;
- Porém, apesar da facilidade que tiveram em compreender o conteúdo, os estudantes tiveram dificuldades em entender determinados conceitos (aqui, admito a falha da pesquisadora em identificar quais foram esses conceitos, pois a questão no questionário era fechada.);
- A maior parte dos estudantes afirmaram que o conhecimento construído sobre Radioatividade durante a oficina foi satisfatório.

No feedback da oficina, um estudante afirmou que seria muito bom se os conceitos que envolviam a radioatividade fossem esquematizados em uma sequência (ondas eletromagnéticas, radiação não ionizante e ionizante, núcleo atômico e instabilidade do átomo, radiações alfa, beta e gama, decaimento radioativo e meia-vida). A pesquisadora concorda com essa afirmação do estudante, porém os tópicos abordados nos encontros não estavam organizados sequencialmente, pois optou-se em abordar a Radioatividade seguindo a linha do tempo da descoberta da Radioatividade (os conceitos em cada descoberta não necessariamente seguiam uma sequência).

## **4.2. ENTREVISTA I: IDENTIFICAÇÃO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS E DAS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS DOS ESTUDANTES ACERCA DO TEMA RADIOATIVIDADE**

Nessa etapa, a pesquisadora realizou uma sondagem inicial no Encontro I por meio de entrevista. Dessa forma, foi utilizada a ferramenta Google Jamboard para realizar uma entrevista em grupo com os estudantes. Durante a entrevista foram questionadas algumas perguntas sobre o estudo que eles tiveram acerca do assunto Radioatividade e sobre as concepções que eles tinham sobre o tema.

### **4.2.1. ANÁLISES DAS QUESTÕES APLICADAS AOS ESTUDANTES**

#### **ANÁLISE DA QUESTÃO 1**

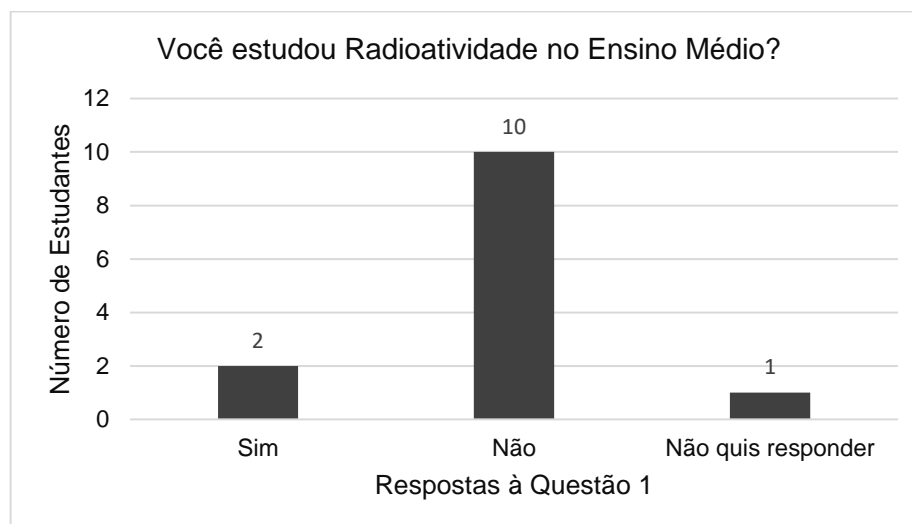
A primeira questão foi relacionada ao estudo da Radioatividade da área de Física Moderna. A finalidade dessa pergunta é verificar se a temática Radioatividade

é de fato abordada no Ensino Médio, considerando que alguns autores como a Cardoso e Costa (2012) afirmam que os estudantes do Ensino Médio têm pouco conhecimento sobre o tema Radioatividade, muitas vezes apresentando ideias vagas e desarticuladas. O que indica que a temática não é bem abordada no Ensino de Física ou Química, sendo um tema que é mais difundido socialmente por meio das mídias do que sendo trabalhado através de conceitos físicos em sala de aula.

Os resultados para a pergunta “Você estudou Radioatividade no Ensino Médio?” está representada no Gráfico 1.

Pode-se observar, por meio do Gráfico 1, que a maioria dos estudantes participantes da pesquisa responderam que não viram o tema Radioatividade no Ensino Médio. De forma mais detalhada, 10 estudantes (76,9%) responderam que não estudaram sobre o tema enquanto apenas 2 estudantes (15,4%) puderam estudar esse tema no Ensino Médio e um estudante (7,7%) preferiu não responder à pergunta.

Gráfico 1 - Gráfico representativo da pergunta: Você estudou Radioatividade no Ensino Médio?



Fonte: Autoria Própria

Curiosamente, esse cenário se deve ao motivo explicitado nos trabalhos de Monteiro *et al.* (2009). Em uma pesquisa envolvendo cinco docentes do Ensino Médio, licenciados em Física, todos haviam cursado, durante a graduação, componentes curriculares que abordavam a Física Moderna. Apesar de que todos os participantes

tenham reconhecido a relevância da inserção de conteúdos de Física Moderna no Nível Médio, nenhum deles havia abordado o tema em sala de aula.

O mesmo cenário é descrito no trabalho de Oliveira *et al.* (2007). Em uma pesquisa com 10 professores do ensino médio, 7 afirmam que nunca trabalharam com Física Moderna, enquanto os outros 3 professores afirmam que trabalharam apenas alguns tópicos de Física Moderna, mas fizeram uma abordagem bastante superficial, entre os tópicos mencionados estava: radiação, comprimentos de onda e do laser.

Ainda sobre a primeira questão, os estudantes que responderam que estudaram Radioatividade no Ensino Médio afirmaram que não viram na disciplina de Física, mas sim em disciplinas de Biologia (no estudo a respeito de datação de fósseis) e Química (no estudo a respeito do átomo e do núcleo atômico).

Vale ressaltar que os estudantes que responderam que não estudaram Radioatividade disseram que adquiriram conhecimentos sobre o tema em outras fontes como: vídeos, artigos, séries e blogs.

Dessa forma, foi constatado que estes estudantes do 6º Período de Licenciatura em Física, não haviam estudado Radioatividade no Ensino Médio. Apesar de que é previsto através das orientações do PCN+ para a disciplina de Física de que esse tema deva ser discutido em sala de aula, com o objetivo de fazer com que o estudante reconheça sua presença na natureza e em sistemas tecnológicos; compreenda seus usos no dia a dia; e conheça os efeitos biológicos e ambientais (BRASIL, 2006).

## **ANÁLISE DA QUESTÃO 2**

A segunda questão foi realizada para identificar as concepções prévias e as concepções alternativas que os estudantes tinham a respeito de Radioatividade. Essa pergunta foi feita mesmo para aqueles que nunca viram o tema, para entender o que eles pensavam ser Radioatividade. Os resultados para a pergunta “Para você, o que você pensa ser Radioatividade?” está representada no Quadro 8.



Analisando as respostas, a explicação conceitual sobre o que é radioatividade dada pelos estudantes revela a existência de um padrão de ideias ou concepções prévias.

A maioria dos estudantes, entre os que estudaram e os que não estudaram radioatividade no Ensino Médio, responderam mesmo que superficialmente, que a radioatividade está relacionada a emissão de radiação e que essa radiação ocorre através de uma partícula (embora tenha sido mencionado apenas por dois estudantes) ou onda eletromagnética.

Quadro 8 - Respostas dos estudantes à Questão 2: Para você, o que você pensa ser Radioatividade?

|            | Nº   | Respostas  | Estudou Radioatividade no Ensino Médio? |
|------------|------|--|---|
| ESTUDANTES | (1)  | <i>“Eu acredito que seja algo que tenha a ver com a interação de átomos e a emissão de luz.”</i>                         | <i>Sim</i>                              |
|            | (2)  | <i>“Emissão de partículas minúsculas atômicas.”</i>  | <i>Sim</i>                              |
|            | (3)  | <i>“É o estudo de núcleos de átomos instáveis que emitem radiação.”</i>  | <i>Não</i>                              |
|            | (4)  | <i>“É o decaimento de alguns elementos químicos.”</i>  | <i>Não</i>                              |
|            | (5)  | <i>“Acredito que é um fenômeno de instabilidade do núcleo, onde ocorre a emissão de partículas.”</i>                     | <i>Não</i>                              |
|            | (6)  | <i>“Ato de emitir radiação.”</i>   | <i>Não</i>                              |
|            | (7)  | <i>“É emissão de energia.”</i>   | <i>Não</i>                              |
|            | (8)  | <i>“É emissão de radiação”</i>   | <i>Não</i>                              |
|            | (9)  | <i>“A emissão de radiação ionizante que sai do núcleo atômico.”</i>  | <i>Não</i>                              |
|            | (10) | <i>“Emissão de radiação ionizante.”</i>  | <i>Não</i>                              |
|            | (11) | <i>“É a liberação de energia”</i>  | <i>Não</i>                              |
|            | (12) | <i>“É a propagação de energia (por meio dos átomos, através da instabilidade ou desintegração) em determinado meio.”</i> | <i>Não</i>                              |
|            | (13) | <i>“É energia que se move de um lugar para o outro.”</i>   | <i>Não respondeu</i>                    |

Fonte: Autoria Própria

A maioria dos estudantes, entre os que estudaram e os que não estudaram radioatividade no Ensino Médio, responderam mesmo que superficialmente, que a radioatividade está relacionada a emissão de radiação e que essa radiação ocorre através de uma partícula (embora tenha sido mencionado apenas por dois estudantes) ou onda eletromagnética.

Essas mesmas concepções prévias também foram identificadas no trabalho do Batista e Siqueira (2017) que foi implementado em turmas de Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do sul da Bahia.

Dessa forma, é necessário afirmar essas concepções prévias não são de senso comum pois, apesar de serem superficiais, estão próximas do conceito de radioatividade aceito pela comunidade científica.

Isso pode ser observado na definição de Brückmann e Fries (1991): “a radioatividade é o processo no qual um núcleo instável de um átomo se transforma em um outro núcleo mais estável. Nessa transformação ocorre a **emissão de radiação**.” Nesse caso, os núcleos instáveis são chamados de radioativos. Esse fenômeno pode ser tanto natural quanto artificial.

Já o conceito de radiação é definido por Okuno (2013) como “**a energia que se propaga a partir de uma fonte emissora através de qualquer meio. Ela pode se apresentar em forma de partícula atômica ou subatômica energéticas (tais como partículas alfa, elétrons, pósitrons etc.) e pode se apresentar também em forma de onda eletromagnética.**”.

Porém, é necessário se atentar as concepções alternativas encontradas nas respostas dessa questão. As concepções alternativas são ideias que os estudantes apresentam e que não coincidem com o conhecimento científico.

No caso, temos as seguintes respostas identificadas como concepções alternativas. O estudante (1) acredita que a radioatividade está relacionada com “a interação de átomos e com a emissão de luz”. Aqui vemos que o estudante pensa implicitamente que a radioatividade está relacionada ao estudo de núcleos atômicos instáveis e a emissão de radiação. Porém, o estudante comete o erro conceitual ao afirmar que na radioatividade ocorre emissão de luz (que é uma radiação não

ionizante), ao invés de afirmar que ocorre a emissão de radiação não ionizante (que podem ser partículas eletricamente carregadas como partículas alfa, betas – elétrons e pósitrons, e raios gama).

A origem dessa concepção alternativa segundo Pozo (2009, p.94) é escolar, ou seja, tem origem no próprio ensino recebido. Chamada de concepção alternativa analógica, elas podem ser reflexo de erros conceituais, *misconceptions*, presentes nos livros didáticos ou das explicações recebidas nas aulas.

Pozo (2009) ainda afirma que apresentações de conceitos simplificados ou deformados levam a uma compreensão errônea, desviada, por parte dos estudantes. Dessa forma, os estudantes tendem a assimilar esses conhecimentos às suas outras fontes de “conhecimento científicos” sobre o mundo de maneira analógica, ou seja, através da analogia ou semelhança entre conceitos que ele já conhece.

### **ANÁLISE DA QUESTÃO 3**

A terceira questão intitulada “Quais as aplicações para a Radioatividade no dia a dia que você conhece? Pode citar uma ou duas aplicações” foi realizada para identificar como os estudantes percebem a aplicação da radioatividade no cotidiano. Os resultados para essa pergunta estão representados no Gráfico 2.

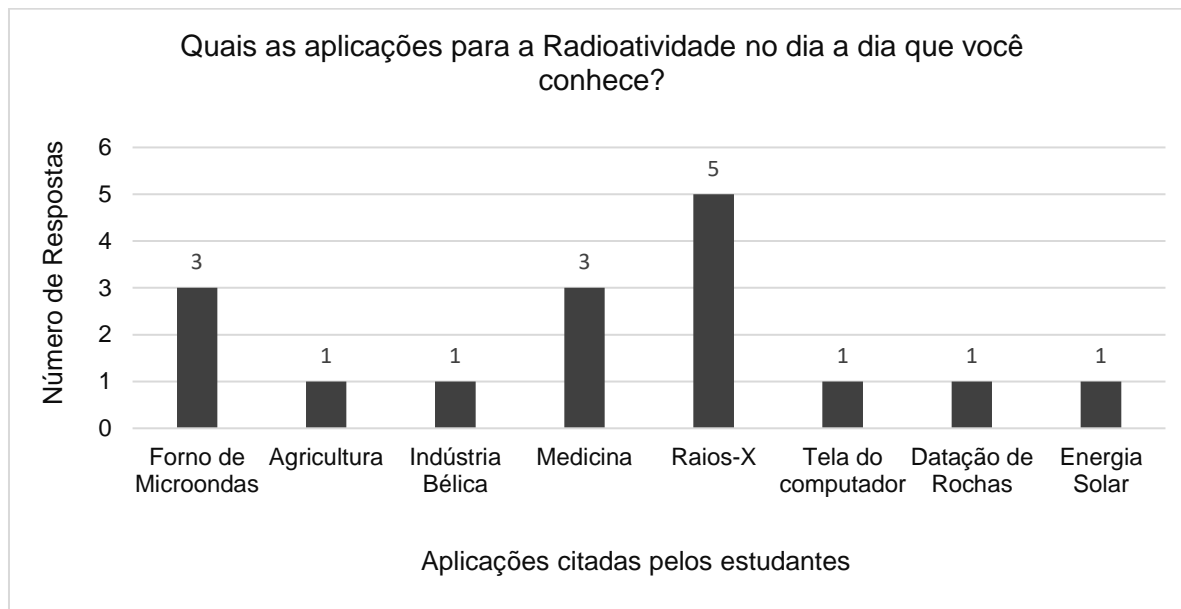
A partir das respostas, é possível concluir que os estudantes possuem dificuldade em diferenciar os conceitos de **radiação** e **radioatividade**, principalmente quando associam radiações como a de microondas e raios-x com a radioatividade.

Essa concepção alternativa foi detectada na literatura científica no trabalho de Eijkelhof e Millar (1988 apud MARTINS, 1992), onde foi constatado que em estudantes do ensino fundamental e médio há uma compreensão fraca entre os termos: radiação, material radioativo e radioatividade e muitos deles não conseguiram diferenciar esses conceitos. Inclusive no trabalho de Prather (2005), os estudantes descrevem a radiação ionizante como tendo as mesmas propriedades dos materiais radioativos.

É possível constatar nessa concepção alternativa que os estudantes não possuem uma compreensão clara sobre o que é radiação (muito menos diferenciar a

radiação não-ionizante e a radiação ionizante) e o papel dos núcleos atômicos no processo radioativo.

Gráfico 2 - Gráfico representativo da pergunta: Quais as aplicações para a Radioatividade no dia a dia que você conhece?



Fonte: Autoria Própria

### 4.3. DIÁLOGO COM OS ESTUDANTES SOBRE RADIAÇÃO VS. RADIOATIVIDADE

Nesse diálogo foi utilizado a ferramenta Google Jamboard para que os estudantes pudessem criar um mural com as principais concepções que eles tinham a respeito do que eles pensavam ser radiação. A criação desse mural resultou em um diálogo sobre a diferença entre radiação e radioatividade.

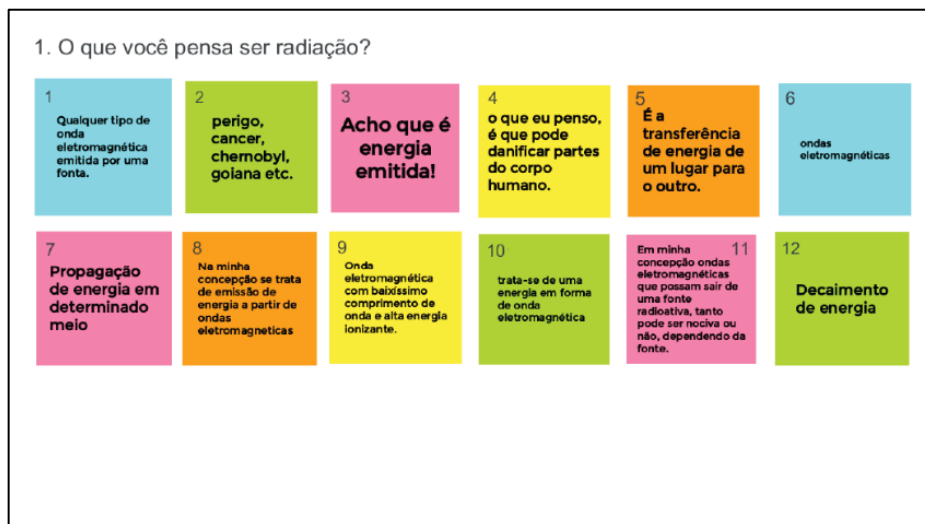
#### ANÁLISE DA QUESTÃO INICIAL

A questão inicial foi realizada para identificar a concepção dos estudantes acerca do conceito de radiação e verificar se eles ainda continuavam relacionando esse conceito a radioatividade.

Os resultados para a pergunta “O que você pensa ser radiação?” (Figura 28) está representada no Gráfico 3 que se segue. Vale ressaltar que o número de

respostas não representa o número de estudantes, já que cada estudante tinha a liberdade de dar uma ou mais respostas.

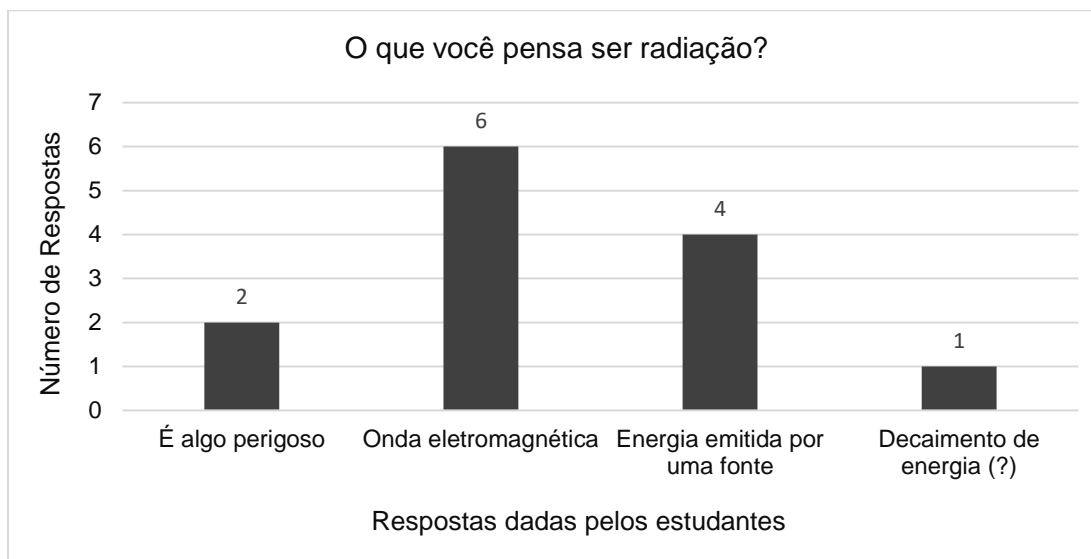
Figura 28 - Mural criado antes do diálogo sobre Radiação vs. Radioatividade para discutir sobre as diferenças conceituais entre eles.



Fonte: Autora

A maior parte dos estudantes mencionaram que a radiação pode ser definida como energia em trânsito e que ela se apresenta sob a forma de ondas eletromagnéticas que se propagam em qualquer meio. Porém é importante enfatizar que, nesse momento, nenhum dos estudantes mencionaram que a radiação também pode estar presente sob a forma de partículas (prótons, nêutrons e elétrons).

Gráfico 2 - Gráfico representativo da pergunta: O que você pensa ser radiação?



Fonte: Autora

Quando o estudante menciona que a radiação é algo perigoso, provavelmente ele está se referindo a um tipo específico de radiação: a radiação ionizante. O que indica a dificuldade em diferenciar conceitualmente uma radiação ionizante de uma radiação não-ionizante.

#### 4.4. OFICINAS REMOTAS DE CRIAÇÃO DE JOGOS

Ao apresentar o ambiente de programação Scratch aos estudantes, foi possível perceber uma certa insegurança, principalmente por conta de ter que usar programação para criar os jogos. Através do Questionário Final (Apêndice C) aplicado no primeiro dia da Oficina, foi possível identificar sentimentos positivos e negativos que os estudantes sentiram ao utilizar o Scratch pela primeira vez. Dos sentimentos positivos e sentimentos negativos relatados pelos estudantes e organizados em ordem decrescente, temos:

- **Sentimentos negativos:** Insegurança, Nervosismo, Estresse, Cansaço e Frustração;
- **Sentimentos positivos:** Curiosidade, Empolgação, Satisfação, Alegria e Motivação.

Durante a entrevista, muitos estudantes afirmaram que não gostavam de programar pois achava muito difícil, porém a utilização da ferramenta Scratch mudou esse pensamento. É possível perceber essa mudança através do comentário dos estudantes:

“Ora me senti feliz em programar no Scratch, porque estava dando tudo certo com os bloquinhos, ora fiquei muito estressada, porque não estava conseguindo fazer os bloquinhos funcionar (estava encaixando nos lugares errados e tudo mais). Mas, quando peguei a “manha” foi mais tranquilo. Só faltou tempo mesmo, eu queria ter tido tempo para fazer algo mais elaborado.”

**(Comentário da Estudante 3)**

“Na medida em que a gente vai criando, a gente vai gostando. Então, um sentimento positivo pode ser de satisfação e um sentimento negativo pode ter sido o cansaço. Pois apesar de ser fácil, demora para gente construir vários bloquinhos e fazer o código funcionar.”

**(Comentário do Estudante 9)**

Desses relatos é possível notar que o sentimento de insegurança está relacionando a falta de domínio na ferramenta, o que é um processo natural quando estamos aprendendo algo. Para reduzir esse sentimento, a pesquisadora disponibilizou no Google Sala de Aula o recurso pedagógico cards de programação no Scratch (Scratch Cards).

Os Scratch Cards são utilizados para quem está iniciando na ferramenta, os cartões trazem dicas e mini tutoriais para montar diversos projetos. Os Scratch Cards podem ser encontrados através do link (<https://resources.scratch.mit.edu/www/cards/pt-br/scratch-cards-all.pdf>).

Esses sentimentos negativos de insegurança, medo e frustração foram se tornando menos perceptíveis no decorrer dos outros encontros quando os estudantes foram entendendo a lógica por trás da ferramenta Scratch, superando as dificuldades, trocando ideias entre os colegas de turma, assim adquirindo mais autoconfiança.

Nesse sentido, a pesquisadora, atuou como facilitadora da oficina e buscou trabalhar valores humanos ao promover reflexões e feedback positivos, visando o desenvolvimento da resiliência do estudante e a autoconfiança durante a solução de problemas.

Foi possível perceber os 4Ps da Aprendizagem Criativa (Resnick, 2017) sendo trabalhados em diversos momentos no decorrer da oficina:

- **Projetos:** Os jogos que os estudantes criaram foram testados diversas vezes, os erros foram solucionados através de discussões e no final, o jogo foi compartilhado não só entre os outros colegas de classes, mas com a própria comunidade do Scratch através da criação do estúdio (Figura 12).
- **Parceria:** Os estudantes e a pesquisadora (professora facilitadora) trabalharam juntos no processo de criação de jogos. Percebe-se que, mesmo que a criação de jogos tenha sido feita de forma individual, em diversos momentos os estudantes dialogaram e trocaram informações entre os colegas ou com a pesquisadora.
- **Paixão:** Ao construírem os jogos, os estudantes relacionaram os personagens, o cenário ou o enredo com interesses pessoais ou hobbies. A ferramenta Scratch utilizada na oficina proporcionou o desenvolvimento em “piso baixo” e “teto alto” (Resnick, 2017), ao permitir que os estudantes pudessem começar a construir projetos de forma simples e ao longo do tempo, permitindo que eles aprimorassem as ideias para novas criações;
- **Pensar Brincando:** Ao longo da criação dos jogos, os estudantes puderam testar o projeto e solucionar problemas. Após conseguirem criar o que haviam planejado no Worksheet, os estudantes se sentiram seguros em testar outras coisas novas: como adicionar pontuação ao jogo, adicionar tela de game over, adicionar um diálogo ao jogo enriquecendo o enredo e entre outros.



Através da criação de jogos os estudantes demonstraram uma evolução no domínio da ferramenta Scratch. Porém, vale ressaltar que essa evolução não acontece de uma hora para outra, ela advém de um processo de inserção do estudante ao ambiente de programação através de atividades desafiadoras que visem o momento mão-na-massa, em outras palavras, o protagonismo do estudante na construção de algo significativo.

#### 4.5. OS CONCEITOS DE RADIOATIVIDADE VIVENCIADO NOS JOGOS

Segundo o terceiro critério para a criação de um micromundo na Física segundo Papert (1986), é necessário que os estudantes experimentem suas criações, no caso os jogos, de forma que os conceitos sobre o tema Radioatividade possam ser definidos e vivenciados durante as partidas.

Foi possível observar ao longo dos encontros mudanças conceituais que ficaram bem definidas nos jogos desenvolvidos e na fala dos estudantes durante a apresentação dos jogos. Algumas destas mudanças conceituais foram detalhadas no Quadro 9 e 10, a seguir:

Quadro 9 - Mudança conceitual ao longo das oficinas remotas sobre a definição de Radioatividade

| O que é Radioatividade?  |  |   |
|--|--|---|
| Antes da Oficina Remota  | Depois da Oficina Remota   | Definição Científica  |
| <p><i>“É emissão de radiação ionizante que sai do núcleo atômico”</i></p> <p>- Estudante 9</p> | <p><i>“Um fenômeno nuclear que ocorre quando um núcleo não estável “exala” partículas e ondas para tentar alcançar estabilidade.”</i></p> <p>- Estudante 9</p> | <p><i>“A radioatividade é o processo no qual um núcleo instável de um átomo se transforma em um outro núcleo mais estável. Nessa transformação ocorre a emissão de radiação.”</i></p> <p>- Brückmann e Fries (1991)</p> |

Fonte: Autoria Própria

Quadro 10 - Mudança conceitual ao longo das oficinas remotas sobre a presença de radioatividade em elementos cotidianos

| <b>Onde podemos encontrar o fenômeno da Radioatividade no dia a dia?</b>                                   |  |
|--|--|
| <b>Antes da Oficina Remota</b>   | <b>Depois da Oficina Remota</b>  |
| <i>Forno de Micro-ondas, Indústria Bélica, Equipamentos de Raios-X, Tela do computador, Luz Solar etc.</i> | <p><i>“Um exemplo seria a Cenoura que é radioativa devido ao contato direto com o solo. Ela possui isótopos de potássio-40 e rádio-226”</i></p> <p><i>- Estudante 2 sobre a radioatividade natural dos Alimentos</i></p> |

Fonte: Autoria Própria

Dessa forma, os conceitos de Radioatividade não só foram vivenciados nos jogos desenvolvidos pelos estudantes, como também houve uma mudança conceitual destes conceitos ao longo dos encontros da oficina remota.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo analisar a contribuição de uma intervenção didática baseada em oficinas remotas, fundamentada no construcionismo e programação em blocos, no processo de aprendizagem criativa de Radioatividade.

Partindo do princípio de que esse tema está inserido na proposta curricular do Ensino Médio e na disciplina de Física Moderna II do curso de Licenciatura em Física, foi possível constatar ao longo das entrevistas que os estudantes apresentaram grau superficial de compreensão, manifestando em diversos momentos durante os diálogos concepções alternativas sobre o tema.

Esta pesquisa se caracterizou como pesquisa-ação, onde se recorre a um estudo qualitativo do problema. Logo, para o desenvolvimento da intervenção didática, foi necessário realizar a revisão da literatura, compreender a linguagem de programação Scratch, criar materiais didáticos de suporte a iniciação à programação, criar um estúdio para que os projetos pudessem ser compartilhados no Scratch e levantar dados dos estudantes através de questionários semiestruturados e diálogos gravados através do Google Meet.

A primeira etapa da pesquisa consistiu na construção de murais interativos no Google Jamboard como estratégia para sondagem de concepções alternativas que os estudantes tinham a respeito do conceito de Radioatividade.

Após a identificação dessas concepções alternativas, apresentou-se aos estudantes uma outra estratégia de abordagem de conceitos de física, as aulas expositivas dialogadas. Nessa estratégia, através da participação ativa dos estudantes, foi possível utilizar as concepções prévias como ponto de partida para a discussão dos conceitos de Radioatividade.

Vale ressaltar que o processo de mudança conceitual não ocorreu de maneira fácil e espontânea, mas foi um trabalho de constante verificação de aprendizagem ao longo das entrevistas, em cada encontro, muitas vezes tendo que recorrer até a revisão e discussão dos assuntos que foram vistos nos encontros anteriores, para que o conceito fosse assimilado pelos estudantes.

As oficinas remotas permitiram que os estudantes utilizassem o conhecimento discutido ao longo dos encontros para a construção de jogos com ênfase em Radioatividade. Com isso, os estudantes passaram por um processo de aprendizagem de conceitos de radioatividade em conjunto com a programação em blocos.

Além, disso foi possível perceber que, durante a aplicação da oficina remota, os estudantes desenvolveram o conhecimento de Radioatividade e programação em blocos seguindo o processo da espiral da aprendizagem criativa definido por Resnick (2017). Apesar dos estudantes terem tido uma resistência e insegurança inicial em utilizar a ferramenta Scratch para o desenvolvimento dos jogos, os estudantes demonstraram uma evolução à medida com que eles foram se habituando ao ambiente de programação.

Um aspecto negativo referente ao desenvolvimento desta pesquisa foi a disposição muito curta de tempo para o desenvolvimento de jogos e como a oficina foi de caráter remoto parte da interação estudante e professor mediador foi perdida. Com isso, afirmo que apesar de estarmos vivendo um contexto de pandemia de COVID-19, acredito que as oficinas presenciais possuem mais potencialidades do que as oficinas remotas. Porém, no momento, a oficina remota é a melhor alternativa para o desenvolvimento do pensamento criativo em sala de aula e para do processo de ensino-aprendizagem centrado no aluno.

Acredita-se que para futuros estudos na área buscando relacionar a aprendizagem de física com a programação em blocos, é necessário pesquisas que explorem a criação de uma metodologia de ensino híbrido, visando o protagonismo do estudante na construção de projetos utilizando a ferramenta Scratch. Bem como, o desenvolvimento de materiais de apoio ao professor para que os conceitos científicos e de pensamento criativo continuem sendo desenvolvidos, mesmo em um ensino a distância.

## REFERÊNCIAS

BATISTA, Carlos Alexandre dos Santos; SIQUEIRA, Maxwell Roger da Purificação. A inserção da Física Moderna e Contemporânea em ambientes reais de sala de aula: uma sequência de ensino-aprendizagem sobre a radioatividade. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 3, p. 880-902, 8 dez. 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2006.

BLIKSTEIN, Paulo. **O pensamento computacional e a reinvenção do computador na educação**. 2008. Disponível em: [http://www.blikstein.com/paulo/documents/online/ol\\_pensamento\\_computacional.htm](http://www.blikstein.com/paulo/documents/online/ol_pensamento_computacional.htm). Acesso em: 31 maio 2020.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari Knopp. **Qualitative Research for Education: An Introduction to Theory and Methods**. 5. ed. Boston: Pearson A & B, 2007. 304 p.

BRENNAN, Karen. **Creative computing: A design-based introduction to computational thinking**. 2011. ScratchEd. Disponível em: <https://scratched.gse.harvard.edu/sites/default/files/curriculumguide-v20110923.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2021.

BRÜCKMANN, Magale Elisa; FRIES, Suzana Gomes. **Radioatividade**. Porto Alegre, RS: Instituto de Física – UFRGS, 1991. 39 p. Disponível em: [http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/n2\\_bruckmann\\_fries](http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/n2_bruckmann_fries). Acesso em: 15 jun. 2021.

BURD, Leo. **Desenvolvimento de software para atividades educacionais**. 1999. 225 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999. Disponível em: [https://web.media.mit.edu/~leob/tese\\_total.pdf](https://web.media.mit.edu/~leob/tese_total.pdf). Acesso em: 12 jun. 2020.

CARDOSO, Helen Cledes; COSTA, Samuel. Representações Sociais sobre Radioatividade dos alunos do Ensino Médio. **Revista Técnico Científica do IFSC**, v. 3, n. 1, p. 401-411, nov. 2012. Disponível em:

<https://periodicos.ifsc.edu.br/index.php/rtc/article/view/583/421>. Acesso em: 27 set. 2021.

CONCEIÇÃO, Jefferson Herlan Corrêa da; VASCONCELOS, Sinaida Maria. Jogos Digitais no Ensino de Ciências: Contribuição da Ferramenta de Programação Scratch. **Revista Areté | Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 11, n. 24, p. 160-185, dez. 2018. Disponível em: <http://periodicos.uea.edu.br/index.php/arete/article/view/1279/818>. Acesso em: 25 maio 2021.

FARIAS, Fabricio de Oliveira; RIVERA, José Anglada. O Uso do Programa Scratch na Abordagem dos Conceitos Iniciais de Cinemática para Alunos do 1º Ano do Ensino Médio. **Revista Areté | Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 9, n. 18, p. 197-213, maio 2017. Disponível em: <http://periodicos.uea.edu.br/index.php/arete/article/view/206>. Acesso em: 25 de maio de 2021.

HAREL, Idit; PAPERT, Seymour. **Constructionism**. [S. L.]: Ablex Publishing Corporation, 1991. 518 p.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A.. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. 2. ed. São Paulo: E. P. U., 2012. 128 p.

MALONEY, John *et al.* The Scratch Programming Language and Environment. **ACM Transactions on Computing Education**, v. 10, n. 4, p. 1-15, nov. 2010. Disponível em: <https://web.media.mit.edu/~jmaloney/papers/ScratchLangAndEnvironment.pdf>. Acesso em: 15 set. 2020.

MERRIAM, Sharan B.. **Qualitative Research and Case Study Applications in Education**: revised and expanded from case study research in education. 2. ed. John Wiley & Sons, 1997. 304 p.

MONTEIRO, Maria Amélia *et al.* A sistemática incompreensão da teoria quântica e as dificuldades dos professores na introdução da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 15, n. 3, p. 557-580, 2009.

OKUNO, Emico. Efeitos biológicos das radiações ionizantes: acidente radiológico de Goiânia. **Estudos Avançados**, São Paulo. v. 27, n. 77, p. 185-200, jan. 2013.

OLIVEIRA, Fabio Ferreira de *et al.* Física moderna no ensino médio: o que dizem os professores. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [S. L.], v. 29, n. 3, p. 447-454, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/rh5x6dG35fJrV87r99L5PmK/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 27 set. 2021.

PAULA, Bruno Henrique de. **Jogos digitais como artefatos pedagógicos: o desenvolvimento de jogos digitais como estratégia educacional**. 2015. 227 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Artes Visuais, Instituto de Artes, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015.

PAPERT, Seymour. **LOGO: Computadores e Educação**. 2. ed. São Paulo: Brasiliense, 1986. 256 p.

\_\_\_\_\_. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da Informática**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008. 210 p.

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel Ángel Gómez. **A Aprendizagem e o Ensino de Ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 296 p.

RESNICK, Mitchel; ROSENBAUM, Eric. Designing for Tinkerability. In: HONEY, Margaret; KANTER, David. **Design, Make, Play: growing the next generation of STEM innovators**. [S. L.]: Routledge, 2013. Cap. 10. p. 163-181. Disponível em: <https://web.media.mit.edu/~mres/papers/designing-for-tinkerability.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2019.

RESNICK, Mitchel. All I really need to know (about creative thinking) I learned (by studying how children learn) in kindergarten. In: **Proceedings of the 6th ACM SIGCHI conference on Creativity & Cognition**, p. 1-6. 2007. Disponível em: <https://web.media.mit.edu/~mres/papers/kindergarten-learning-approach.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2019.

\_\_\_\_\_. **Lifelong Kindergarten: Cultivating creativity through projects, passion, peers, and play.** MIT Press, 2017. 208 p.

\_\_\_\_\_. **Cultivating Creativity during the Coronavirus Crisis.** MIT Media Lab, 2020. Disponível em: <https://www.media.mit.edu/posts/cultivating-creativity-during-the-coronavirus-crisis/>. Acesso em: 20 abr. 2020.

ROBINSON, Ken. **Escolas Criativas: a revolução que está transformando a educação.** Porto Alegre: Penso, 2019. 261 p.

RUSK, Natalie. Motivation for Making. In: PEPPLER, Kylie; HALVERSON, Erica Rosenfeld; KAFAI, Yasmin B.. **Makeology: makers as learners.** vol. 2. [S. L.]: Routledge, 2016. Cap. 6. p. 85-108.

SOBREIRA, Elaine Silva Rocha *et al.* Aprendizagem criativa na construção de jogos digitais: uma proposta educativa no ensino de ciências para crianças. **Tecné, Episteme y Didaxis: Ted: Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología**, Bogotá, v. 1, n. 44, p. 71-88, jun. 2018. Disponível em: <http://www.scielo.org.co/pdf/ted/n44/0121-3814-ted-44-71.pdf>. Acesso em 31 de maio de 2020.

TRIPP, David. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, set. 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ep/a/3DkbXnqBQqyq5bV4TCL9NSH/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 13 ago. 2019.

VALENTE, José Armando. **A espiral da espiral de aprendizagem: o processo de compreensão do papel das tecnologias de informação e comunicação na educação.** 2005. 238 p. Tese (livre-docência) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Artes, Campinas, SP. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/284458>. Acesso em: 20 maio 2020.

WING, Jeannette M.. Computational Thinking. **Communications Of The ACM**, [S. L.], v. 49, n. 3, p. 33-35, mar. 2006. Disponível em: <https://www.cs.cmu.edu/afs/cs/Web/People/15110-s13/Wing06-ct.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2021.



## APÊNDICE A

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O(A) Sr(a) está sendo convidado a participar do projeto de pesquisa Desenvolvimento de Jogos Digitais com foco na Aprendizagem Criativa no Ensino de Física, cujo pesquisador responsável é Anne Lorena Melo Leite, sob orientação da Dra. Irlane Maia de Oliveira. O objetivo do projeto é analisar como o uso de jogos digitais desenvolvidos em um ambiente construcionista contribui para aprendizagem criativa no ensino de Física. O(A) Sr(a) está sendo convidado porque está cursando a disciplina de Física Geral I e/ou Informática no Ensino de Física e é de interesse da pesquisa investigar as bases conceituais dos discentes nesse período e como essas bases podem ser desenvolvidas através de jogos digitais.

O(A) Sr(a). tem plena liberdade para recusar a participação ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma nas disciplinas de Física Geral I e Informática no Ensino de Física, ofertadas pelo Departamento de Física/ICE da Universidade Federal do Amazonas.

Caso aceite participar, sua participação será realizada a distância por meio de plataformas online, devido ao contexto atual da pandemia do coronavírus. Em nenhum momento da pesquisa será exigido a sua participação presencial. As etapas da pesquisa estão organizadas da seguinte forma: 1) Questionário Prévio: o(a) Sr(a). será submetido a um questionário prévio que tem como intuito identificar participantes que satisfaçam os critérios de seleção da pesquisa, mas também tem o objetivo de conhecer a realidade do estudante da disciplina de Física, suas dificuldades com a disciplina e com o ensino a distância. 2) Oficinas Remotas: As oficinas remotas serão aplicadas pela pesquisadora em três ambientes que dão suporte as atividades remotas de aprendizagem criativa: Google Classroom, Google Meet e Scratch. As oficinas acontecerão em quatro encontros online: Encontro 1: Conhecendo o Scratch; Encontro 2: Conceitos básicos para criação de games; Encontro 3: Momento mão-na-massa no Scratch; Encontro 4: Apresentação dos projetos. O(a) Sr(a). deverá comparecer aos encontros online e dedicar-se nas atividades propostas que lhe norteará ao desenvolvimento do projeto final (jogo de Física na plataforma Scratch). 3) Apresentação dos projetos desenvolvidos: Essa etapa será realizada através do serviço de comunicação por vídeo Google Meet. Nessa etapa, o(a) Sr(a). apresentará o seu projeto desenvolvido e no final da apresentação a pesquisadora realizará questionamentos acerca do processo de design do projeto, conceitos de Física incluídos no trabalho e detalhes da sua experiência antes, durante e depois da atividade.

Solicito ao(a) Sr(a) a autorização do registro de imagem e depoimento que será realizado nas etapas 2) e 3) dessa pesquisa. Portanto, asseguro a confidencialidade, a privacidade e a proteção da imagem. As imagens e sons coletados serão utilizados apenas para finalidade científica durante a análise de dados da pesquisa. Se caso for necessário mencionar o seu depoimento no trabalho, a pesquisadora não utilizará seu nome ou qualquer outra característica que possa identificá-lo como autor do depoimento (nesse caso, será utilizado um nome fictício).

Toda pesquisa com seres humanos envolve riscos aos participantes. Nesta pesquisa os riscos e desconfortos para o(a) Sr.(a) podem ser advindos ao constrangimento de alguma pergunta na entrevista (caso ocorra a detecção de desconforto, será respeitada a vontade do participante em não responder a pergunta, garantindo a não divulgação da sua identidade), ftofobia, cansaço visual e dor de cabeça em decorrência do uso do computador (caso ocorra o participante pode optar por diminuir o tempo de uso do computador ou desistir da pesquisa a qualquer momento).

Também são esperados os seguintes benefícios com esta pesquisa: O benefício direto será o desenvolvimento da habilidade de pensamento computacional que a construção de projetos no ambiente Scratch poderá promover ao(à) Sr(a) participante. Os benefícios de forma indireta serão as informações coletadas que darão subsídio para a construção de conhecimento em Aprendizagem Criativa no ensino de Física, permitindo novas possibilidades para o desenvolvimento de pesquisas nessa temática.

Se julgar necessário, o(a) Sr(a) dispõe de tempo para que possa refletir sobre sua participação, consultando, se necessário, seus familiares ou outras pessoas que possam ajudá-los na tomada de decisão livre e esclarecida.

Diante da pandemia do coronavírus, as etapas da pesquisa serão de caráter online e o(a) Sr(a) não terá nenhuma despesa. Serão utilizados apenas materiais de estudo que estão habituados a utilizar no estudo remoto (computador, internet, caneta e papel para anotações). Nesse caso, não há necessidade de ressarcimento das despesas de locomoção e alimentação devido a sua participação na pesquisa.

Também estão assegurados ao(à) Sr(a) o direito a pedir indenizações e a cobertura material para reparação a dano causado pela pesquisa.

Asseguramos ao(à) Sr(a) o direito de assistência integral gratuita devido a danos diretos/indiretos e imediatos/tardios decorrentes da participação no estudo, pelo tempo que for necessário.

Garantimos ao(à) Sr(a) a manutenção do sigilo e da privacidade de sua participação e de seus dados durante todas as fases da pesquisa e posteriormente na divulgação científica.

O(A) Sr(a). também pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal do Amazonas (CEP/UFAM) e com a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), quando pertinente. O CEP/UFAM fica na Escola de Enfermagem de Manaus (EEM/UFAM) - Sala 07, Rua Teresina, 495 – Adrianópolis – Manaus – AM, Fone: (92) 3305-1181 Ramal 2004, E-mail: cep@ufam.edu.br. O CEP/UFAM é um colegiado multidisciplinar e transdisciplinar, independente, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos.

Este documento (TCLE) será elaborado em duas VIAS, que serão rubricadas em todas as suas páginas, exceto a com as assinaturas, e assinadas ao seu término pelo(a) Sr(a)., ou por seu representante legal, e pelo pesquisador responsável, ficando uma via com cada um.

## CONSENTIMENTO PÓS-INFORMAÇÃO

Li e concordo em participar da pesquisa.

Manaus, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2021.

---

Assinatura do Participante

---

Assinatura do Pesquisador Responsável

---

Assinatura da Professora Orientadora



## **APÊNDICE B**

### **ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS**

PERGUNTA 1: Você estudou Radioatividade no Ensino Médio? Em qual disciplina?

PERGUNTA 2: Para você, o que você pensa ser Radioatividade?

PERGUNTA 3: Quais as aplicações para a Radioatividade no dia a dia que você conhece?

PERGUNTA 4: Você já programou alguma vez? Qual linguagem de programação você utilizou?

PERGUNTA 5: Você já utilizou a ferramenta Scratch alguma vez?

## **APÊNDICE C**

### **ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA FINAL**

#### **1. Sobre a sua participação na Oficina Remota**

- Qual dispositivo você utilizava para interagir com a Oficina Remota?
- Qual tipo de conexão você utilizava para interagir com a Oficina Remota?
- Com que frequência você teve problemas com a conexão da internet durante a Oficina Remota?
- Quando você não teve acesso ao encontro síncrono (ao vivo) por conta da internet, você recorreu às gravações dos encontros disponibilizados no Google Sala de Aula para realizar as atividades?

#### **2. Sobre a Oficina Remota com o Scratch**

- Descreva o seu processo de aprendizagem em programação no Scratch.
- Cite emoções negativas que você sentiu pela primeira vez ao utilizar a ferramenta Scratch.
- Cite emoções positivas que você sentiu pela primeira vez ao utilizar a ferramenta Scratch.
- O que você achou da proposta de criar jogos utilizando conceitos de radioatividade no Scratch?
- Antes da oficina, o que você pensava a respeito de programação? Você gostava? Via alguma oportunidade de utilizar a computação em sala de aula?
- Depois da oficina, o que você pensa agora a respeito de programação? Você passou a gostar mais? Pretende utilizar as atividades que envolvam a computação em sala de aula?

#### **3. Sobre as aulas expositivas dialogadas**

- Como foi a sua participação nas aulas expositivas dialogadas sobre Radioatividade?
- Quais as dificuldades que você sentiu ao ser apresentado ao conteúdo de Radioatividade?
- Sobre o tema Radioatividade, o que você ainda tem dúvida? O que você acha que poderia ter sido mais explorado?

#### **4. Sobre a Aprendizagem em Radioatividade**

- Antes da oficina, o que você pensava ser Radioatividade? Sua ideia continua a mesma?
- E agora, o que você pensa ser Radioatividade?
- Qual tópico (assunto) abordado na oficina lhe interessou mais?

APÊNDICE D  
GUIA DE INTRODUÇÃO AO SCRATCH





# Olá!

# Seja bem-vindo!

Neste guia, você vai conhecer o ambiente de programação Scratch e as ferramentas para começar a criar projetos. Primeiro, vamos ver alguns passos para criar a sua primeira conta e depois vamos explorar o Scratch livremente!



# 1. O que é necessário para começar a utilizar o Scratch?



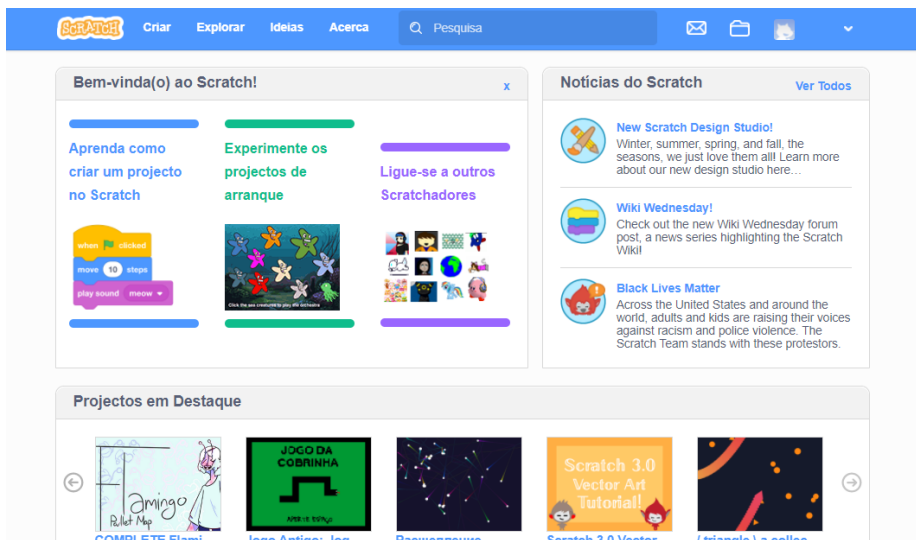
## Criando uma conta e instalando o Scratch

O Scratch é um programa de programação totalmente gratuito e super fácil de começar a usar!

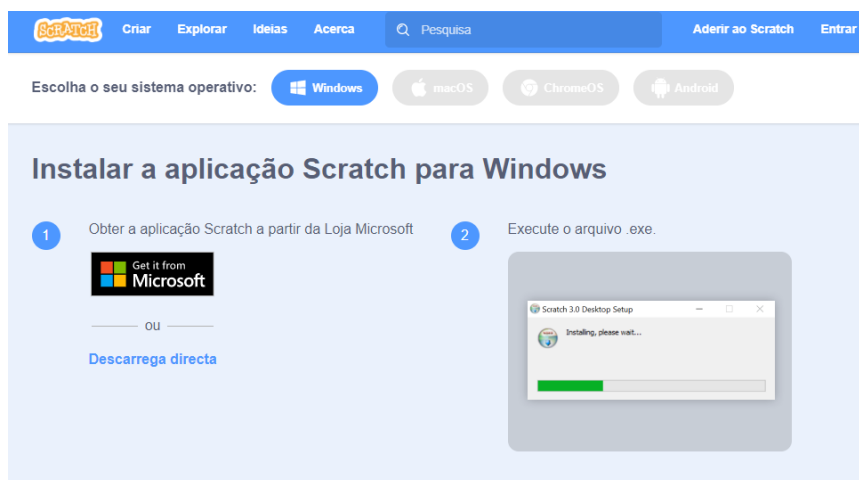
Para começar a explorar o Scratch, visite a página [scratch.mit.edu](https://scratch.mit.edu) e selecione **Aderir ao Scratch** para criar uma conta.

A screenshot of the Scratch registration page. The page has a blue background. At the top left, there is a small Scratch logo. The main content is a white box with the title "Aderir ao Scratch" and the subtitle "Crie projectos, partilhe ideias, faça amigos. É grátis!". Below this, there are two sections: "Criar um nome de utilizador" with a text input field labeled "Nome de utilizador" and a blue button that says "Não use o seu nome real"; and "Criar uma palavra-passe" with two text input fields labeled "Palavra-passe" and "Introduza a sua palavra-passe de novo", and a checkbox labeled "Mostrar a palavra-passe" which is checked. At the bottom of the white box is a large orange button labeled "Próximo".

Após a criação da conta você será redirecionado para a tela inicial.



Se você quiser, pode usar o Scratch de modo desconectado da internet, para isso é necessário fazer o download da versão Scratch Offline. Para fazer isso, acesse <https://scratch.mit.edu/download>.



Tudo pronto? Vamos iniciar o nosso tutorial de iniciação!

## Tutorial de Iniciação

Nesse passo vamos aprender a criar um projeto no Scratch. Primeiramente, vamos assistir o vídeo tutorial abaixo:

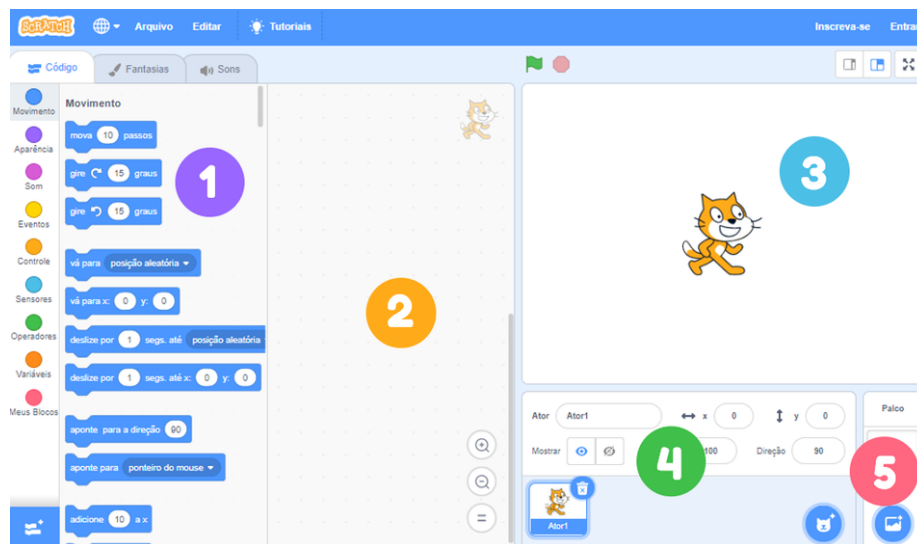
<https://scratch.mit.edu/projects/editor/?tutorial=getStarted>.

## 2. Conhecendo o Scratch!

A partir de agora você conhecerá uma linguagem de programação chamada Scratch. Você verá que programar usando Scratch não é difícil, já que usaremos blocos ao invés de códigos. Vamos lá!

Vamos conhecer a nossa mesa de ferramentas!

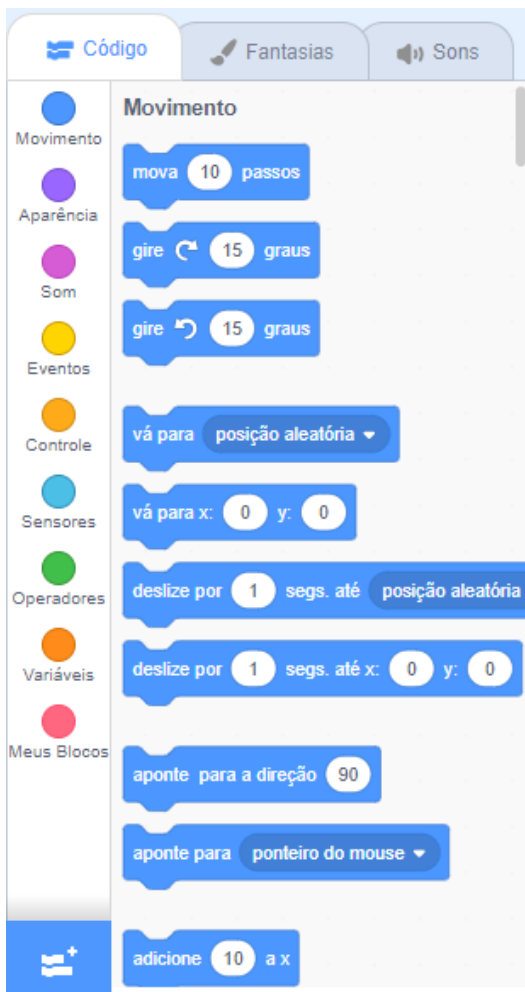
Para começarmos a criar projetos no Scratch precisamos conhecer como a nossa Área de Trabalho funciona e os elementos que a compõem. A área de trabalho é dividida em 5 espaços, como você pode observar abaixo:



Os espaços em destaque são:

- 1 Paleta de blocos de programação:**  
Aqui você encontrará os "tijolos de construção" que irão compor o seu projeto.
- 2 Área de programação:**  
Nesse espaço você vai unir os blocos para formar o seu projeto.
- 3 Palco:**  
Aqui você poderá visualizar o Ator e o Cenário do seu projeto e como ele irá se comportar quando você colocar o código para funcionar.
- 4 Comandos do autor:**  
Nessa área você poderá alterar as características e a posição do seu personagem no palco.
- 5 Comandos do cenário:**  
Aqui você poderá alterar as características do cenário do seu projeto.

## Paleta de blocos de programação



A paleta de blocos de programação funciona como uma paleta de cores que os artistas usam. Só que aqui cada cor vai ter uma função que vai colorir e dar forma ao nosso projeto! Vamos conhecê-las!

### 1. Movimento

A função Movimento possui diversos blocos que podem ser utilizados para alterar o movimento e o comportamento do ator durante o projeto.

### 2. Aparência

A função Aparência possui diversos blocos que podem ser utilizados para alterar a aparência do ator. Nessa função você também pode adicionar diálogos ao ator.

### 4. Eventos

A função Eventos permite que você adicione e controle os efeitos sonoros do projeto. Por exemplo, adicionar um som, mudar o volume, parar o som.

### 3. Som

A função Som permite que você adicione e controle os efeitos sonoros do projeto. Por exemplo, adicionar um som, mudar o volume, parar o som.

### 5. Controle

A função Controle permite que você adicione algumas unidades de programação (comandos) no seu código. Algumas unidades são Repita até que (loop) e Se... Então (If/Else).

### 6. Sensores

A função Sensores permite que o ator faça perguntas e receba respostas. Permite também adicionar comandos que interagem com elementos adicionados ao cenário.

## 7. Operadores

A função Operadores permite que você adicione operadores lógicos e matemáticos ao seu projeto.

## 8. Variáveis

A função Variáveis permite armazenar valores temporários. Você pode criar uma variável velocidade, por exemplo, cujo valor varia com o decorrer do tempo.

## 9. Meus Blocos

A função Meus Blocos permite que você crie blocos personalizados para o seu projeto.



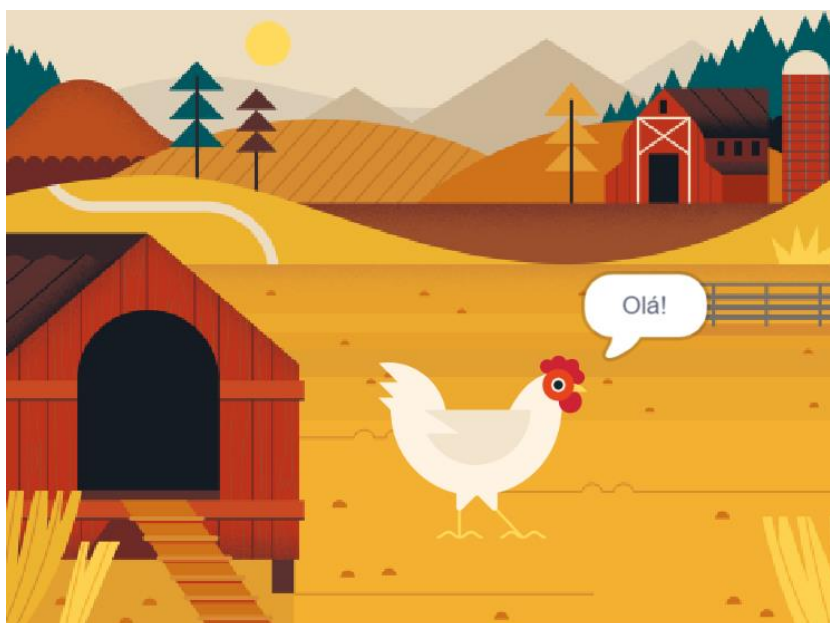
# Momento mão na massa!

## Desafio dos 10 Blocos!

Baseado na atividade original da apostila **Creative Computing Curriculum Guide** do ScratchEd Team da Harvard Graduate School of Education.

### O que você pode criar com apenas 10 blocos do Scratch?

Crie um projeto usando apenas 10 blocos (pode ser os blocos ilustrados na próxima página). Você pode usar o mesmo bloco duas vezes ou várias vezes, mas o seu código tem que conter 10 blocos no total!



### Comece por aqui!

1. Vá para a página inicial do Scratch  
<https://scratch.mit.edu/>
2. Clique no botão "Criar" na barra localizada no topo da página:



3. Agora teste suas ideias experimentando cada bloco abaixo.

4. Misture e combine os blocos abaixo de diversas formas.

diga Olá! por 2 segundos

espere 1 seg

mostre

esconda

repita 10 vezes

defina o tamanho como 100 %

toque o som Miau ▼ até o fim

quando este ator for clicado

deslize por 1 segs. até x: 0 y: 0

vá para x: 0 y: 0



**APÊNDICE E**  
**WORKSHEET: PLANEJANDO UM JOGO**

Olá, estudantes! Nesse worksheet vocês expressarão o jogo que vocês construirão acerca do tema Radioatividade. Fiquem livres para alterar o Worksheet quando quiser. Qualquer dúvida é só entrar em contato comigo!

Adicione aqui o seu nome:

---

Tema: Radioatividade

*O tema é escolhido pela professora. O jogo deverá abordar a história da Radioatividade e/ou os conceitos.*

Ideia:

*Como será o jogo?*

---

---

---

Nome:

*Qual será o nome do jogo?*

---

Gênero:

*Qual é o tipo do jogo? Ação? Quis? Aventura? Simulação?*

---

Personagem:

*Quantos e quais são os personagens que o jogo vai ter?*

---

Objetivo:

*Qual é o objetivo do jogador?*

---

---

---

**Regras:**

*Quais serão as regras do jogo? Deve ter pelo menos 2 regras.*

---

---

**Interatividade:**

*Como o jogador interage com o jogo? (Exemplo: mouse, teclas de seta, teclas AWSD...)*

---

---

**Derrota:**

*O que faz o jogador perder o jogo?*

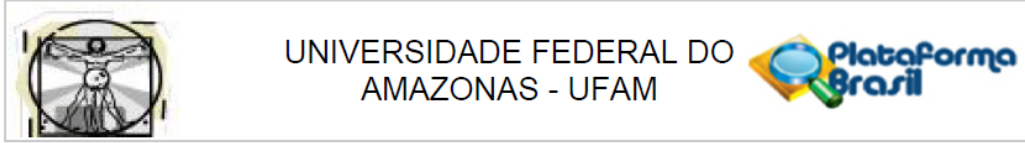
---

---

---

# APÊNDICE F

## PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** APRENDIZAGEM DE FÍSICA ATRAVÉS DO DESENVOLVIMENTO DE JOGOS: CONTRIBUIÇÕES DA APRENDIZAGEM CRIATIVA EM SALA DE AULA.

**Pesquisador:** ANNE LORENA MELO LEITE

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 46260821.1.0000.5020

**Instituição Proponente:** Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 4.752.893

#### Apresentação do Projeto:

A tecnologia tem evoluído de forma rápida, afetando o mundo que nos cerca, a indústria e o nosso comportamento na sociedade. Com essa evolução novos problemas e desafios inesperados surgem para serem resolvidos na nossa sociedade atual. Nesse contexto, precisamos formar pessoas capazes de pensar e agir criativamente, tanto no âmbito profissional ou pessoal, para desenvolver suas próprias ideias e explorar novas soluções aos problemas que surgirão em suas vidas. No entanto, o desenvolvimento da habilidade do pensamento criativo não é realidade dentro do currículo de Física. Um dos motivos é que existem vários mitos (ou preconceitos) que cercam o conceito de criatividade, um deles é de que ela só tem utilidade no meio artístico ou de que apenas pessoas excepcionais podem ter o potencial criativo. A partir da minha vivência como professora de Física, percebo a disciplina muitas vezes sendo apresentada de forma mecânica aos alunos, baseada em diversas repetições de exercícios e aplicação de fórmulas, e não para utilizar o conhecimento, a fim de enfrentar desafios do dia a dia. Segundo Pozo (2009) a escola geralmente avalia conhecimentos conceituais e procedimentais, mas as atitudes científicas dos estudantes não são levadas em conta, por não conseguirem ser inseridas no modelo tradicional de avaliação. Durante todo esse processo grande parte dos estudantes, se desmotivam, não têm ânimo para estudar a disciplina e passam a acreditar que "Física é muito difícil" ou apenas para "pessoas muito inteligentes". Contudo, concordo com as palavras de Robinson (2019) que o objetivo da educação é "possibilitar às pessoas a compreensão do mundo à sua volta e de seus talentos a fim de que se

**Endereço:** Rua Teresina, 495

**Bairro:** Adrianópolis

**UF:** AM

**Telefone:** (92)3305-1181

**Município:** MANAUS

**CEP:** 69.057-070

**E-mail:** cep.ufam@gmail.com



Continuação do Parecer: 4.752.893

tornem cidadãos plenos, ativos e solidários.”. Para isso, o desenvolvimento da criatividade tem se mostrado uma ideia promissora para dar promover a paixão da descoberta e pelo aprendizado em si. Atividades que valorizem a participação ativa do estudante fazem com que eles sejam motivados a aprender e naturalmente desenvolver as habilidades que precisam para resolver problemas e desafios. Essa pesquisa visa valorizar os interesses dos estudantes, buscar uma conexão do conhecimento com o seu mundo cotidiano, e assim introduzir tarefas científicas que favoreçam o protagonismo no aprendizado de Física. Para isso, buscou-se apoio na teoria construcionista de Papert (2008), do aprender criando, e na aprendizagem criativa de Resnick (2017) e inserir um elemento que faz parte do cotidiano e do interesse dos jovens: os jogos digitais. Porém, minha preocupação nesse trabalho é abordar os jogos digitais com uma intencionalidade pedagógica: a de aprender fazendo jogos. Segundo Paula (2015), esse processo envolve o desenvolvimento de jogos visando a aprendizagem do conteúdo. A proposta de criação de artefatos por parte do estudante está intimamente vinculada a perspectiva construcionista. Diante disso, surgiu o seguinte problema de pesquisa: De que maneira os jogos digitais desenvolvidos em um ambiente construcionista contribui para a aprendizagem criativa no ensino de Física? Essa pesquisa tem como objetivo geral analisar como o uso de jogos digitais desenvolvidos em um ambiente construcionista contribui para aprendizagem criativa no ensino de Física. Para tanto, ele se desdobra em três objetivos específicos: 1. Desenvolver oficinas remotas em um ambiente construcionista visando a criação de jogos digitais; 2. Descrever o processo de criação de jogos digitais visando a aprendizagem criativa no ensino de Física; 3. Analisar como o desenvolvimento da habilidade de pensamento computacional a partir da criação de jogos digitais pode contribuir para a aprendizagem de Física. Essa investigação poderá contribuir para uma melhor compreensão de como o desenvolvimento de jogos norteados pelos processos da aprendizagem criativa pode contribuir para o ensino de Física, no que tange ao desenvolvimento de conhecimentos conceituais. O percurso metodológico parte do método indutivo por considerar minhas experiências e observações como professora de Física. Para a aplicação de oficinas remotas, minha participação como pesquisadora será norteadas pelas etapas da pesquisa-ação. O levantamento de dados se desenvolverá nas seguintes etapas: entrevista, oficinas, análise documental, relato descritivo. A estrutura dessa investigação se organiza em quatro etapas: Na etapa 1, será o levantamento bibliográfico onde devo investigar a teoria do construcionismo de Seymour Papert (1986). Destacando a importância dos micromundos para a aprendizagem e como o computador pode ser uma ferramenta relevante para dar suporte a existência desse ambiente de aprendizagem. Na etapa 2, devo investigar as ideias fundamentais sobre a aprendizagem criativa e

**Endereço:** Rua Teresina, 495

**Bairro:** Adrianópolis

**CEP:** 69.057-070

**UF:** AM

**Município:** MANAUS

**Telefone:** (92)3305-1181

**E-mail:** cep.ufam@gmail.com