

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

**REALIDADE E IMAGINAÇÃO: ENSINANDO RADIOATIVIDADE COM ROLE
PLAYING GAME**

Luis Felipe Cordovil Gouvêa

MANAUS/AM

2023

Luis Felipe Cordovil Gouvêa

**REALIDADE E IMAGINAÇÃO: ENSINANDO RADIOATIVIDADE COM ROLE
PLAYING GAME**

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

Linha de Pesquisa: Processos de Ensino-Aprendizagem

Orientador: Prof. Dr. Ettore Paredes Antunes

MANAUS/AM

2023

Ficha Catalográfica

Elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

G719r Gouvêa, Luis Felipe Cordovil
Realidade e Imaginação: Ensinando Radioatividade com Role
Playing Game / Luis Felipe Cordovil Gouvêa. - 2023.
111 f. : il., color. ; 31 cm.

Orientador(a): Ettore Paredes Antunes.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Amazonas,
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática,
Manaus, 2023.

1. Ensino-aprendizagem de ciências naturais. 2. Jogos
Pedagógicos. 3. Radioatividade. 4. Imaginação. I. Antunes, Ettore
Paredes. II. Universidade Federal do Amazonas. Programa de Pós-
Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. III. Título

LUIS FELIPE CORDOVIL GOUVÊA

**REALIDADE E IMAGINAÇÃO: ENSINANDO RADIOATIVIDADE COM ROLE
PLAYING GAME**

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

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 21/11/2023.

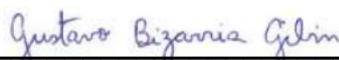
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Ettore Paredes Antunes - UFAM
Presidente da Banca



Prof. Dr. Saulo César Seiffert Santos - UFAM
Membro interno



Prof. Dr. Gustavo Bizarria Gibin - UNESP
Membro Externo

Dedico este trabalho à minha
família, em especial ao meu
avô, **Raimundo Barbosa
Cordovil.**

Se hoje eu consigo ir mais
longe e conquistar as coisas
que sonhei, é porque vocês
sempre estiveram aqui para

Agradecimentos

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus por me dar a oportunidade de continuar vivendo e de ter pessoas incríveis ao meu lado que me ajudaram a continuar firme, mesmo quando eu não acreditei em mim mesmo.

Gostaria de agradecer também a minha família que sempre torceu pelo meu sucesso e me apoiou, cada um a sua maneira, para que eu continuasse dando o meu melhor, não importa onde eu esteja. Em especial quero agradecer as mulheres da minha vida, minha mãe Regina Carvalho, minha avó, Raimunda Nonata, minhas irmãs, Bianca e Helena, minhas tias, Rejane e Renata, e a minha esposa Bruna Nagai. Vocês são pessoas por quem eu prezo imensamente e espero que nunca esqueçam disso!

Não poderia esquecer dos meus colegas da pós-graduação, sobretudo os que conheci devido ao Laboratório de Filosofia e Ensino de Ciências (LaFeCi), com quem dividi ótimos momentos e que, por serem pessoas inspiradoras e brilhantes, me motivaram a continuar me esforçando para tentar ser, pelo menos um pouco, como elas.

Um agradecimento especial ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPEG-CIM) pelos novos aprendizados que me engradeceram como pesquisador e como profissional da educação. Outro agradecimento especial a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) que fomentou este estudo e todos os demais que tive ao longo da graduação, poder me dedicar exclusivamente a isso foi uma benção que, infelizmente, poucos tem e, por isso, serei eternamente grato.

Por fim, aos mestres que me auxiliaram nessa jornada. Minha grande auxiliar durante toda a graduação, a incrível professora Inês Padilha, do departamento de matemática da UFAM e ao maravilhoso orientador que tive a sorte de conhecer na pós-graduação, professor Ettore Paredes Antunes! Muito obrigado por toda a paciência, orientação, sugestões e cuidado durante todo esse tempo. Espero não ter causado muitos problemas ao senhor.

RESUMO

As transformações dinâmicas que o mundo atual sofre, torna necessário que os estudantes explorem problemas científicos, desenvolvendo novas ideias e conexões entre as diferentes áreas do conhecimento. Um aspecto importante, mas negligenciado, no processo de aprendizagem dos conceitos científicos é a imaginação, que se faz presente, principalmente, na produção de modelos e teorias científicas. Visando resgatar esse tópico e conhecer melhor suas influências sobre o ensino-aprendizagem de ciências, definimos o que seria imaginação, sob a óptica do filósofo francês Gaston Bachelard e como ela, possivelmente, se relacionaria com o processo de aprendizagem. Em seguida, com auxílio do Role-Playing Game (RPG), construímos uma história interativa de ficção científica, que produzisse um ambiente propício para o surgimento da “imaginação bachelardiana”. Durante a aventura, abordamos a temática de radioatividade, que serve de base para a discussão de conceitos científicos complexos, aplicações práticas e questões éticas e sociais relevantes. O público-alvo da pesquisa foi estudantes do 3º ano do ensino médio de uma escola estadual da cidade de Manaus, no Amazonas. Utilizamos a triangulação de métodos em uma entrevista semiestruturada, um grupo focal e transcrições de gravações dos áudios das sessões de RPG para analisar, dentro e fora do ambiente do jogo, quais eram os tipos de imaginação evocadas pelos estudantes, se a comunicação deles apresentava características de divulgação científica e se houve aprendizagem do conceito, segundo a ótica de Bachelard. O resultado dessa pesquisa indica que o tipo de imaginação evocada depende das características do ambiente no qual o estudante se encontra. Uma maior interação social produz imaginação dinâmica, enquanto uma menor, produz uma imaginação material. Contudo, caso não se conheça bem os obstáculos epistemológicos presentes nos conhecimentos prévios dos estudantes, não será possível desenvolver uma aprendizagem adequada do tema abordado. Por fim, também se observa que é possível encontrar alguns elementos inerentes a divulgação científica na fala dos estudantes, apesar de ser de forma incompleta.

Palavras-chave: Role-Playing Game (RPG); Imaginação bachelardiana; Ensino-aprendizagem de ciências.

ABSTRACT

The dynamic transformations that the current world is undergoing make it necessary for students to explore scientific problems, developing new ideas and connections between different areas of knowledge. An important, but neglected, aspect in the process of learning scientific concepts is imagination, which is present, mainly, in the production of scientific models and theories. Aiming to rescue this topic and better understand its influences on the teaching and learning of science, we defined what imagination would be, from the perspective of the French philosopher Gaston Bachelard and how it would possibly relate to the learning process. Then, with the help of the Role-Playing Game (RPG), we built an interactive science fiction story, which would produce an environment conducive to the emergence of the “Bachelardian imagination”. During the adventure, we address the topic of radioactivity, which serves as a basis for discussing complex scientific concepts, practical applications and relevant ethical and social issues. The target audience for the research was third-year high school students at a state school in the city of Manaus, in Amazonas. We used the triangulation of methods in a semi-structured interview, a focus group and transcriptions of audio recordings of RPG sessions to analyze, inside and outside the game environment, what types of imagination were evoked by the students, whether their communication presented characteristics of scientific dissemination and whether there was learning of the concept, according to Bachelard's perspective. The result of this research indicates that the type of imagination evoked depends on the characteristics of the environment in which the student finds himself. Greater social interaction produces dynamic imagination, while lesser interaction produces material imagination. However, if the epistemological obstacles present in the students' prior knowledge are not well understood, it will not be possible to develop adequate learning on the topic covered. Finally, it is also observed that it is possible to find some elements inherent to scientific dissemination in the students' speech, despite being incomplete.

Keywords: Role-Playing Game (RPG); Bachelardian Imagination; Science teaching-learning.

Lista de Abreviaturas

RPG – Role-Playing Game

GM - Game Master

RBPEC - Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências

EJA - Educação de Jovens e Adultos

ZDP - Zona de Desenvolvimento Proximal

EPEF - Encontro de Pesquisa de Ensino de Física

SNEF - Simpósio Nacional de Ensino de Física

NPC - Non-Player Characters (Personagens não jogáveis, em tradução livre)

D&D - Dungeons & Dragons

DC - Divulgação científica

FC – Ficção Científica

CEP – Comitê de Ética em Pesquisa

Lista de Imagens

Imagem 1 - kit original d&d.....	20
Imagem 2 - exemplo de uma partida de rpg na série stranger things.....	22
Imagem 3 - série dark da netflix.....	33
Imagem 4 - ficha de personagens.....	54
Imagem 5 - tabela com principais sintomas de doenças.....	57
Imagem 6 - prontuário dos pacientes.....	58
Imagem 7 - mapa da orla do educandos.....	59
Imagem 9 - exemplo de prints de uma rede social adulterados para a atividade.....	61
Imagem 10 - local de onde os estudantes buscariam pistas durante a atividade.....	62
Imagem 11 - representação dos tipos de radiação e seu poder de penetração.....	65
Imagem 12 - imagem retirada do vídeo produzido pelos estudantes durante a atividade.....	68

Lista de Tabelas

Quadro 1 - Distribuição quantitativa dos trabalhos selecionados por tipo de atividade lúdica.....	15
Quadro 2 - Trechos de algumas das definições de jogo localizados nos artigos analisados.....	16
Quadro 3 - Revistas científicas investigadas.....	23
Quadro 4 – Cronograma das sessões.....	52
Quadro 5 – Materiais radioativos, suas características e usos.....	60
Quadro 6 – Tipos de radiação, explicações e poder de penetração.....	64
Quadro 7 – Resumo do andamento do jogo.....	77
Quadro 8 – Tipos de imaginação evocadas na entrevista.....	72
Quadro 9 – Tipos de imaginação evocadas no grupo focal.....	74
Quadro 10 – Tipos de imaginação evocadas nas gravações das sessões.....	76
Quadro 11 – Tipos de resolução alcançadas na entrevista.....	79
Quadro 12 – Tipos de resolução alcançadas no grupo focal.....	81
Quadro 13 – Tipos de resolução alcançadas nas gravações das sessões.....	82
Quadro 14 – Tipos de divulgação científica demonstradas na entrevista.....	85
Quadro 15 – Tipos de divulgação científica demonstradas no grupo focal.....	87
Quadro 16 – Tipos de divulgação científica demonstradas nas gravações das sessões.....	92
Quadro 17 – Tipos de aprendizagens demonstradas na entrevista.....	93
Quadro 18 – Tipos de aprendizagens demonstradas no grupo focal.....	96
Quadro 19 - Tipos de aprendizagens demonstradas nas gravações das sessões.....	99

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	13
1.1	JOGOS	15
1.1.1	JOGOS NO ENSINO DE CIÊNCIAS.....	16
1.2	O RPG	19
1.2.1	O RPG NO ENSINO DE CIÊNCIAS.....	22
1.2.2	LIMITAÇÕES DO JOGO DIDÁTICO.....	26
1.2.3	O PAPEL DO PROFESSOR DURANTE A AVENTURA DE RPG 27	
1.3	A IMAGINAÇÃO PARA GASTON BACHELARD	28
1.3.1	CONEXÕES DA IMAGINAÇÃO BACHELARDIANA COM O ENSINO-APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS.....	30
1.4	FIÇÃO E DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA	32
1.5	RADIOATIVIDADE NO ENSINO DE CIÊNCIAS	35
2	OBJETIVOS E QUESTÃO DE PESQUISA	37
2.1	QUESTÃO DE PESQUISA	37
2.2	GERAL.....	37
2.3	ESPECÍFICOS	37
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	37
3.1	METODOLOGIA DA PESQUISA	37
3.2	INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS	38
3.2.1	GRAVAÇÕES DAS SESSÕES	39
3.2.2	GRUPO FOCAL.....	40
3.2.3	ENTREVISTA.....	42
3.3	INSTRUMENTO DE ANÁLISE DE DADOS	43
3.3.1	ANÁLISE CATEGORIAL	44
3.4	PROCEDIMENTOS ÉTICOS	45
3.5	SUJEITO DA PESQUISA	46
3.6	CONSTRUÇÃO DA AVENTURA DE RPG	47
3.6.1	CRONOGRAMA DAS SESSÕES.....	50
3.6.2	FICHA DE PERSONAGEM.....	51
3.6.3	DESCRIÇÃO DAS SITUAÇÕES-PROBLEMA DO JOGO.....	54
3.6.4	COMPORTAMENTO AO LONGO DO JOGO	64
3.6.5	PROJETO PILOTO	67

4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	67
4.1	TIPO DE IMAGINAÇÃO ENVOLVIDO	69
4.2	RESOLUÇÃO DE SITUAÇÕES-PROBLEMAS.....	76
4.3	COMUNICAÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO	81
4.4	APRENDIZAGEM DE RADIOATIVIDADE	88
5	CONCLUSÕES	98
6	REFERÊNCIAS	100
7	ANEXOS	105
7.1	PARECER DO CEP	105
8	APÊNDICES.....	107
8.1	INSTRUMENTO – QUESTIONÁRIO DO GRUPO FOCAL.....	107
8.2	INSTRUMENTO – ROTEIRO DE ENTREVISTA.....	107
8.3	SITUAÇÕES-PROBLEMA UTILIZADOS NO JOGO.....	108

1. INTRODUÇÃO

O mundo atual é extremamente volátil, mudanças impactantes ocorrem com uma velocidade nunca vista na história, sobretudo nos meios científicos e tecnológicos. A fim de acompanhar as transformações que a sociedade é constantemente submetida e lidar com a imensa quantidade de informações disponíveis, tornou-se essencial que as pessoas desenvolvam uma autonomia de aprendizagem.

Para que isso seja possível, é necessário que elas tenham a oportunidade de desenvolver hipóteses, testar ideias, fazer conexões entre áreas de conteúdos, explorar problemas e questões de relevância pessoal. Uma forma de alcançar esse objetivo é criando espaços propícios a participação ativa dos estudantes no seu processo de aprendizagem.

Como possibilidade para execução dessa tarefa, temos o uso de atividades lúdicas em sala de aula. Segundo Soares (2015), tais atividades permitem o desenvolvimento de habilidades como a comunicação, liderança e trabalho em equipe, utilizando cooperação e competição em um âmbito educativo. Inúmeros são os trabalhos envolvendo o tema, nas mais diversas áreas do conhecimento, visto que está é uma técnica facilitadora do processo de aprendizagem que auxilia no desenvolvimento intelectual, social e afetivo dos estudantes.

Existem variadas formas de utilizar o lúdico dentro do ensino, dentre eles, podemos destacar: 1) Uso de vídeos, filmes, Histórias em quadrinhos; 2) Softwares ou objetos virtuais de aprendizagem; 3) Museus, galerias de arte e centro de divulgação científica; 4) Jogos; 5) Experimentação; 6) Teatro e 7) Brinquedos pedagógicos. Na revisão feita por Pinheiro (2020) na Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC), com um recorte temporal de 2001 a 2018, verifica-se que apenas 5,6% dos artigos publicados envolviam algum desses usos, sugerindo que existe uma escassez de estudos, em todos os níveis de ensino, nesta área de pesquisa em educação em ciências.

Dentro dessa mesma revisão, o autor pondera sobre os motivos que levam a tal escassez e apontam a seguintes observações para cada nível de ensino:

- a) Educação Infantil: Devido a formação do professor generalista ser em pedagogia. Isso leva a duas vertentes, a primeira é que estes professores possuem pouco ou nenhum vínculo com a Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC) e, portanto, seus trabalhos devem estar publicados em outras revistas de educação, e a outra é que estes acabam tendo deficiências nos conteúdos científicos, o que pode levar a uma insegurança na hora de inserirem atividades diferentes do tradicional. Além disso, como a RBPEC é uma revista voltada aos professores de ciências, isso pode também explicar a escassez de artigos voltados para a educação infantil;
- b) Ensino fundamental/médio: Como os autores geralmente tem experiência docente nestes níveis de ensino, existe uma quantidade considerável de trabalhos, já que estes não direcionam suas pesquisas para outros níveis de ensino. Isso é alvo de críticas pelo autor do artigo e outros no qual sua pesquisa se baseia;
- c) Educação de Jovens e Adultos (EJA)/ Ensino Técnico/ Graduação/ Pós-graduação: Os professores dessas modalidades não se preocupam ou se interessam em inserir o lúdico como estratégia de ensino em suas pesquisas, visto a baixíssima quantidade de trabalhos produzidos.

Algo que queremos destacar também é que, ainda segundo a revisão de Pinheiro (2020), há uma quantidade similar de artigos envolvendo o lúdico em física, química, biologia e outros componentes curriculares (que representam incríveis 42% do total). Outro ponto interessante a ressaltar é a classificação dos artigos de acordo com a forma de utilização do lúdico, conforme mostra a tabela a seguir:

Tipo de atividade lúdica	Total de artigos
Vídeo, filme, história infantil, história em quadrinhos e mural	7
Software, hipermídia, objeto virtual de aprendizagem (OVA) e micro	5

portal com recursos multimídia	
Museu, galeria de arte, centro de divulgação científica e trilha	5
Jogo	7
Experimentação	5
Teatro	1
Brinquedo e brincadeira	5
TOTAL	35

Quadro 1: Distribuição quantitativa dos trabalhos selecionados por tipo de atividade lúdica.

Fonte: Pinheiro (2020)

Uma utilização do lúdico que nos chama bastante atenção, levando em conta a tendência atual, é o uso de jogos como recurso pedagógico, que representa 20% dos artigos publicados. Esse interesse parte, originalmente, do gosto do pesquisador por jogos e seus elementos, mas é reforçado pela sua capacidade de estimular a coordenação muscular, as faculdades intelectuais, a iniciativa individual, e fazer o estudante aprofundar seus conhecimentos sobre o ambiente em que ele vive, como reforça Tezani (2006).

Outros autores como Cavalcante; Soares (2001) e Bomtempo (1999), corroboram com essa afirmação, apontando que o jogo desenvolve capacidades físicas, verbais e intelectuais através da interação entre indivíduos (professor-estudante e estudante-estudante), fazendo com que o conteúdo possa ser assimilado com mais facilidade pelos envolvidos. No ambiente do jogo temos um espaço para que o estudante possa testar hipóteses, explorar sua imaginação sem medo e trabalhar nas formas de comunicar suas ideias aos demais participantes, desenvolvendo autonomia e confiança.

1.1 JOGOS

Antes de nos aprofundarmos sobre esse tema, precisamos definir o que seria um jogo. Segundo Silva (2023), o conceito de jogo é polissêmico e traz em si muitas

definições, características e peculiaridades. O autor monta, em sua pesquisa, o seguinte quadro com diversas definições para jogo, vistas nos artigos científicos analisados por ele:

Definição	Artigo
<i>Instrumento</i> que desperta o interesse, devido ao desafio que ele impõe ao aluno.	A5
<i>Recurso didático</i> educativo que pode ser utilizado em momentos distintos, como na apresentação de um conteúdo.	A14
<i>Ferramenta</i> que pode auxiliar o processo de ensino e aprendizagem.	A16
<i>Material</i> ou situação livre que possibilita o desenvolvimento geral das habilidades e conhecimentos.	A32

Quadro 2: Trechos de algumas das definições de jogo localizados nos artigos analisados.

Fonte: Silva (2023)

Essas definições, conforme aponta o autor, são originárias de definições clássicas de autores como Brougère¹, Huizinga² e Château³ que, de forma geral, definem o jogo como uma atividade cultural e inata ao próprio sujeito, no que refere ao desejo pelo ato de jogar, exercida dentro de determinados limites de tempo e de espaço, segundo regras livremente consentidas, mas absolutamente obrigatórias. Além disso, o jogo é dotado de um sentimento de tensão e de alegria e de uma consciência de ser diferente da vida cotidiana.

1.1.1 JOGOS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Para analisar a inserção dos jogos no ensino, de forma geral, precisamos lembrar que os jogos são utilizados há bastante tempo como uma forma dos pais

¹ Professor de ciências da educação na Universidade de Paris XIII, onde é responsável pela especialidade Ciências dos Jogos do Mestrado em Ciências da Educação.

² Historiador e linguista holandês, conhecido por seus trabalhos nas áreas da história cultural, da teoria da história e da crítica da cultura.

³ Psicólogo e professor de universidades francesas, que contribuiu para a introdução dos cursos de ciências da educação na universidade.

ensinarem seus ofícios aos seus filhos, conforme Sant’anna (2021). Ainda de acordo com esse autor, pensadores clássicos como Platão apontavam importância da utilização dos jogos para que o aprendizado das crianças pudesse ser desenvolvido. Ao longo da história, outros autores como Rabelais⁴, Rousseau, Montessori⁵, Vygotsky⁶ e Piaget⁷ apontavam o ensino através de jogos incentivavam o gosto pela leitura, pelo desenho, aritmética e geometria, por exemplo.

Cada um desses pensadores traz, segundo a sua visão de aprendizagem, formas de relacionar os jogos com a aprendizagem do indivíduo. Dentre eles, podemos destacar, de forma breve, Vygotsky - que indica que os jogos criam uma zona de desenvolvimento proximal (ZDP) nos estudantes e proporcionam desafios e estímulos para a busca de conquistas mais avançadas, ensinando também a separar objetos e significados – e Piaget – que acredita que através do jogo, as crianças assimilam e transformam a realidade, iniciando em uma fase motora/repetidora, passando para uma representação das situações reais e levando a cooperação entre as crianças-.

Nos atendo ao ensino de ciências, podemos destacar que, segundo Silva et al (2018), esse ensino muitas vezes envolve conteúdos abstratos e de difícil compreensão, onde o aluno não consegue fazer a relação com a sua vida cotidiana. Sendo assim, os jogos acabaram surgindo como uma forma de fazer com que os estudantes exercitem suas capacidades de investigação, comunicação, debate de fatos e ideias, observação e comparação.

Esse jogos, utilizados no ensino-aprendizagem, podem ser classificados, segundo Silva (2023), como: jogo educativo, jogo didático e jogo pedagógico. Cada uma tendo suas especificidades, conforme indicamos abaixo:

- a) Jogo educativo: Segundo Kishimoto (1995), é aquele utilizado dentro do ambiente escolar, que tem, entre outras funções, a capacidade de

⁴ François Rabelais viveu entre 1484 e 1553; escritor renascentista francês.

⁵ Maria Montessori viveu entre 1870 e 1952 na Itália; educadora, médica e feminista; criou o método montessori de aprendizagem.

⁶ Lev Semenovitch Vygotsky viveu entre 1896 e 1934 na Rússia; psicólogo; algumas obras publicadas no Brasil: Formação Social da Mente, Psicologia da Arte, Pensamento e linguagem, Psicologia Pedagógica, Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem

⁷ Jean William Fritz Piaget viveu entre 1896 e 1980 na Suíça; foi um epistemólogo suíço, considerado o maior expoente do estudo do desenvolvimento cognitivo; com dezenas de publicações em português, citamos uma obra em especial: Aprendizagem e Conhecimento de 1979.

proporcionar integração, diversão, cooperação e tornar o ensino e a aprendizagem eficazes;

- b) Jogo didático: Segundo Cleophas, Cavalcanti e Soares (2018), é aquele oriundo de um jogo já conhecido e insere, nele, conteúdos escolares acerca de alguma área do conhecimento que se deseja proporcionar a construção do conhecimento, sendo utilizado, para reforçar e/ou realizar avaliações de conteúdos já vistos por meio de outros materiais e/ou alternativas didáticas;
- c) Jogo Pedagógico: Ainda segundo Segundo Cleophas, Cavalcanti e Soares (2018), consiste em um jogo educativo formalizado que não foi adaptado de nenhum outro jogo, ou seja, é um jogo inédito que objetiva desenvolver habilidades cognitivas sobre temas específicos.

É importante ressaltar que independente da modalidade jogo, todas podem propiciar aos jogadores, além da aprendizagem, sentimentos de alegria, prazer e diversão, o que é esperado, tendo em vista que tais sentimentos são importantes e necessários para que uma prática lúdica possa se estabelecer dentro do ambiente escolar.

Um aspecto interessante que podemos destacar dessa abordagem lúdica é a forte presença da imaginação, que se faz presente em toda prática humana, principalmente na produção de modelos e teorias feitas pela ciência. Diversos estudos já foram feitos por renomados filósofos das ciências como Gaston Bachelard, Gilbert Durand e Geral Holton, buscando entender a relação entre ela e o pensamento científico. Entretanto, ainda assim, ela acabou sendo desvalorizada e pouco explorada ao longo dos anos, principalmente no ensino de ciências, como indicado por Gurgel; Pietrocola (2011).

Alguns fatores que possam justificar essa falta de abordagem da imaginação nos artigos relacionados ao ensino de ciências podem ser: Escassez de discussão sobre o tema dentro do meio acadêmico (visto que mesmo dentro do uso de lúdico, o principal discutido costuma ser a ferramenta e não a imaginação envolvida no processo), dificuldade dos professores em trabalhar com um conceito profundo como esse ou falta de literatura especializada no tema. Esse é um assunto que

necessita de uma exploração mais profunda e detalhada que, infelizmente, não faremos nessa pesquisa, mas que fica de sugestão para os leitores.

Independente do motivo da escassez, ainda é possível encontrar alguns poucos trabalhos atuais que abordam diferentes formas de utilizá-la no ensino, em especial no ensino de Física. Na revisão da literatura realizada por Dal'acqua, (2022) sobre a forma como esse tópico foi abordado e discutida dentro do Encontro de Pesquisa de Ensino de Física (EPEF) e o Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), nos anos de 2000 a 2020, é exposto que as pesquisas apresentadas tratam da relação da imaginação com a Ficção Científica, Criatividade, Experimentos Mentais, Narrativas Históricas e Imaginário. Na maioria dos casos, as publicações se trata de relatos de professores sobre a sua experiência pessoal, sem maior aprofundamento sobre a imaginação e a construção de uma aprendizagem mais autônoma pelos estudantes.

1.2 O RPG

Dentre as inúmeras formas de utilizar os jogos no ensino, uma que nos interessou bastante é o Role-Playing Game (RPG), pode ser traduzido como Jogo de interpretação de papéis e este se trata de um grande “faz de conta”, uma história interativa em que um dos participantes, o narrador, conduz o jogo descrevendo o ambiente, organizando as regras e determinando os resultados das ações, enquanto os jogadores decidem as falas e ações de seus personagens (MARCONDES, 2004). Cabe ao Mestre, a partir das decisões dos jogadores, definir como a história prosseguirá a partir daí e interpretar os personagens que não são controlados pelos jogadores (NPCs⁸).

⁸ Non-Player Characters, são personagens da história que não estão atribuídos para nenhum outro jogador interpretar.

O RPG teve origem nos EUA, em 1971, com o The Fantasy Game, renomeado em 1974 como Dungeons & Dragons (D&D), inspirado em O Hobbit e O Senhor dos Anéis. Criado por Gary Gygax e Dave Arneson, entusiastas de jogos de guerra⁹, o conceito inicial era simular batalhas com personagens individuais, onde cada jogador controla as falas e ações de um único personagem em um cenário imaginário de fantasia medieval na qual eles, atuando como aventureiros, devem cumprir certas missões para avançar na história.



Imagem 1: Kit original D&D

Fonte: Google imagens (2016).

No Brasil, o RPG chegou nos anos 80, inicialmente difundido por estudantes universitários que reproduziam livros importados, sendo chamados de "Geração Xerox". Em 1991, surgiram os primeiros títulos nacionais, como Tagmar (fantasia medieval) e o primeiro RPG traduzido para o português, GURPS, que permitia jogos em diversos cenários. Nos anos 90, Vampiro, a Máscara ganhou destaque, com foco em interpretação e drama pessoal. Por volta dos anos 2000, o RPG brasileiro se consolidou com Tormenta (fantasia medieval) e 3D&T (baseado em quadrinhos e videogames), continuando a ser popular até hoje.

⁹ Jogos em que cada jogador controla um exército inteiro definindo estratégias para conquistar outros países.

Importante destacar que desde a sua formulação, o RPG é um exercício de imaginação, memória, raciocínio e interação social, no qual os participantes enfrentam situações problemas que são resolvidas pelas interações entre os personagens. Essa ideia de reunir um grupo de personagens para cumprir missões foi um dos fatores que tornou o jogo bastante popular e o levou a abordar outras temáticas como ficção científica, terror, distopias, fantasias entre outros.

Com o advento da tecnologia, não demorou muito até que as características do RPG fossem transportadas, ainda que de forma limitada, aos jogos eletrônicos. Alguns exemplos bastante conhecidos do gênero são:

- The Legend of Zelda da Nintendo (1986);
- World of Warcraft da Blizzard (1994);
- Final Fantasy da Square Enix (2001);
- Ragnarök da Gravity Corp (2002);
- The Witcher da CD Project Red (2007);
- Skyrim da Bethesda (2011).

Como todo bom jogo, o RPG possui conjuntos de normas que servem para resolver as situações problema dentro da partida. Esses sistemas de regras são diversos, podendo ser encontrados em livros publicados como Shadowrun de Welsman (1995), D&D de Gygax; Arnerson (1974), Cyberpunk 2020 de Pondsmith; Fisk (1996), Tormenta de Beuren (1999) e afins, ou combinadas entre os jogadores previamente.

Neste trabalho, pretendemos utilizar o estilo conhecido como “RPG de mesa”, onde cada personagem possui uma ficha, na qual está descrito suas características (como história, pontos de vida, itens e habilidades). A partir dela, em certas ações dos jogadores, será preciso verificar se o personagem possui o item e a habilidade necessária para executar o que pretende, além de rolar (se o mestre pedir) um determinado número de dados para saber o resultado da ação e suas consequências.



Imagem 2: Exemplo de uma partida de RPG na série Stranger Things da Netflix.

Fonte: Netflix (2017).

1.2.1 O RPG NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Para compreender a conexão entre o jogo e o ensino de ciências, iniciamos nossa busca procurando artigos publicados na última década (2010-2020) que tratassem do uso do RPG para o ensino de Física. Para tal, utilizamos os descritores: “RPG, Role-Playing Game e Jogo de interpretação de papéis” em 23 revistas científicas da área educacional de qualis A1 a B4, no portal de periódicos da CAPES e na plataforma sucupira. Conforme exposto no quadro a seguir:

Revista	Qualis	Quantidade de artigos
A	A1	0
B	A1	0
C	A2	0
D	A2	0
E	A2	0

F	A2	0
G	A2	0
H	A2	1
I	A2	1
J	A3	0
K	B1	0
L	B1	0
M	B1	0
N	B1	0
O	B1	1
P	B1	1
Q	B1	0
R	B1	0
S	B1	0
T	B1	0
U	B2	0
V	B2	1
W	B4	0

Quadro 3: Revistas científicas investigadas.

Fonte: Produzido pelo próprio autor.

Para nossa surpresa, o que encontramos foi:

- 5 artigos em apenas 5 das 23 revistas pesquisadas;

- 8 artigos internacionais, com aplicações muito distantes da nossa proposta (Realidade aumentada em jogos, gêneros de personagens dentro do jogo, uso virtual para o ensino de música etc.);
- 291 dissertações nas mais diferentes áreas do conhecimento (81 nas ciências humanas, 20 nas ciências naturais, 22 nas ciências da saúde e afins)¹⁰.

Como podemos notar pelo resultado exposto acima, há uma escassez de publicações sobre o uso da ferramenta no ensino de Física, o que vai totalmente contra o esperado, visto que o Brasil é um país pioneiro no uso do RPG como aponta o trabalho de Amaral (2008). Entretanto, corroborando com nossos resultados, temos o levantamento de artigos que utilizam o RPG para o ensino de Física no período de 2015-2019 realizada por Freitas (2020), onde 353 revistas e periódicos foram analisados e apenas 5 artigos foram encontrados.

Essa aparente contradição é resolvida quando percebemos que a maioria dos trabalhos sobre o uso pedagógico do RPG são da área de ciências humanas, na qual podemos destacar os trabalhos do professor doutor Alfredo Eurico Rodrigues Matta¹¹ que possui diversas publicações sobre a aplicação da ferramenta em várias situações como treinamento de novos policiais (para verificar suas reações diante de momentos complicados vivenciadas na profissão), educação ambiental e ensino dos mais diversos conteúdos de história (como guerra dos canudos, rotas de tráfico de escravos, surgimento das comunidades falantes de português e etc.).

É interessante ressaltar que, para a maioria dos trabalhos utilizando o RPG, dentro da sala de aula, como reforçam Boas et al. (2017), o jogo pode ser utilizado como uma ferramenta pedagógica, isto é, como um instrumento que potencializa a aprendizagem. Isso é possível, pois o RPG produz um ambiente interativo, aberto ao diálogo e propício a imaginação, onde os estudantes podem utilizar os conhecimentos que tem de forma mais descontraída, aplicando “na prática” o que estudam e sem o medo de serem expostos ao ridículo pelos pensamentos que tem sobre o conteúdo, de acordo com Sousa; Silva; Matta (2011).

Outros autores, como Silva (2016) e Amaral (2008) também apontam que o RPG desenvolve uma atividade investigativa constante, através de diversos

¹⁰ Vale a pena destacar que RPG também é sigla de “Reeducação Postural Global”, o que explica os grandes resultados na área de ciências da saúde.

¹¹ Professor da história da Universidade do Estado da Bahia (UEB).

problemas sem solução no qual os estudantes trabalham juntos, montando hipóteses e verificando variáveis, a fim de avançar no jogo. Ao deixar a organização e planejamento da atividade pedagógica a cargo dos estudantes, com sutis direcionamentos do professor, temos uma atividade construtivista, o que justifica a maioria dos trabalhos sobre RPG utilizar Vygotsky como base teórica para compreender a aprendizagem durante o jogo.

Ainda dentro do estudo realizado por Silva (2016), é apontado que o jogo tem o potencial para desenvolver as seguintes competências, definidas por Perrenoud¹²:

- Saber identificar, avaliar e valorizar as suas possibilidades, os seus direitos, os seus limites e as suas necessidades;
- Saber formar e conduzir projetos e desenvolver estratégias, individualmente ou em grupo;
- Saber analisar situações, relações e campos de força de forma sistêmica;
- Saber cooperar, agir em sinergia, participar de uma atividade coletiva e partilhar liderança;
- Saber construir e estimular organizações e sistemas de ação coletiva do tipo democrático;
- Saber gerir e superar conflitos;
- Saber conviver com regras, servir-se delas e elaborá-las;
- Saber construir normas negociadas de convivência que superem diferenças culturais.

Dessa forma, podemos afirmar que através das situações-problema enfrentadas pelos estudantes, enquanto jogadores, ajudam no desenvolvimento da sua autonomia e adaptação a vida moderna, uma vez que elas só são resolvidas pela interação entre eles.

Segundo Luiz (2009), o RPG proporciona a liberdade e não possui uma atmosfera de medo criada em sala de aula. O erro pode, durante o jogo, ser trabalhado de forma lúdica, sem pressão para o aluno e sem opressão por parte de colegas e professor, fazendo com que, o aluno tenha total liberdade para opinar,

¹² Sociólogo suíço que é uma referência essencial para os educadores em virtude de suas ideias pioneiras sobre a profissionalização de professores e a avaliação de alunos.

mostrar toda sua criatividade e interagir com os outros alunos e com o professor tentando solucionar os problemas de aprendizagem

Por fim, uma breve discussão que gostaríamos de levantar, apesar de não nos aprofundar aqui, é que o RPG, por dispor elementos teóricos (objetivos, princípios e procedimentos que orientam o trabalho pedagógico) e operacionais (uma forma de trabalhar um dado conteúdo) tenha potencial para ser considerado uma metodologia de ensino ativa, mas deixaremos essa discussão para outro momento mais propício e utilizaremos como um jogo didático visto que ele é um jogo já conhecido, no qual pretendemos inserir um conteúdo escolar de ciências que desejamos proporcionar a construção do conhecimento nos estudantes.

1.2.2 LIMITAÇÕES DO JOGO DIDÁTICO

Conforme visto na subsecção anterior, o RPG possuiu diversos pontos positivos como jogo didático que incentivam o seu uso em sala de aula, mas nem tudo são flores, existem algumas limitações que podem complicar sua aplicação. Segundo Amaral (2008), algumas delas são:

- Tempo: O jogo exige um tempo significativo, tanto para a preparação do professor quanto para as sessões de jogo em si. Isso pode ser um desafio em um ambiente escolar, onde o tempo é limitado e há muitos conteúdos a serem cobertos;
- Complexidade: Dependendo do sistema de regras escolhido e da profundidade da história criada, o jogo pode se tornar difícil de entender para alguns alunos, especialmente aqueles que têm dificuldades de concentração ou processamento de informações;
- Custos: Alguns materiais associados podem ser caros, o que pode representar uma barreira para sua implementação em algumas escolas com recursos financeiros limitados;
- Diversidade de habilidades: apesar de desenvolver a criatividade, o pensamento crítico e a colaboração, o jogo não é tão eficiente desenvolvendo a escrita formal ou a resolução de problemas matemáticos;
- Necessidade de habilidades específicas: Para que a implementação seja realizada de forma eficiente, é necessário que o professor

possua a capacidade de facilitar discussões, gerenciar conflitos, manter o interesse dos alunos e garantir que os objetivos educacionais sejam alcançados;

- Preconceitos: Apesar de ser uma ferramenta educativa bastante eficiente, o RPG ainda pode ser visto com desconfiança por alguns educadores, pais e equipe gestora, devido a estereótipos negativos associados a jogos de fantasia e ficção científica;
- Desconforto dos estudantes: Devido à natureza lúdica da atividade ou à necessidade de representar personagens e interagir com os colegas de classe de maneira não usual, alguns estudantes podem se sentir confortável em participar do jogo;
- Avaliação: Como os resultados da aprendizagem se tornam mais subjetivos e difíceis de quantificar, pode ser mais difícil avaliar os estudantes, principalmente se o professor está acostumado apenas com formas de avaliação mais tradicionais, como provas, seminários e afins;
- Quantidade de alunos: Como uma sala de aula tradicional, no ensino médio, conta com 30 a 50 alunos, organizar e guiar essa quantidade enorme de jogadores pode ser bem difícil.

Apesar das limitações existentes, muitos educadores têm encontrado maneiras de superá-las e integrar com sucesso o RPG como uma ferramenta valiosa de aprendizado em suas salas de aula, o que podemos ver nos trabalhos de Amaral (2008); Boas et al (2017); Dejardin, Matta (2011); Katahira (2017) e Luiz, Flora (2009). Neles podemos perceber que o importante é adaptar o RPG às necessidades específicas dos alunos e aos objetivos educacionais, aproveitando seus pontos fortes e mitigando suas limitações.

1.2.3 O PAPEL DO PROFESSOR DURANTE A AVENTURA DE RPG

Dentro do jogo, o professor atua como o narrador, também conhecido como mestre ou GM (Game Master), sendo ele o responsável por criar e conduzir a história do jogo, além de julgar as ações dos jogadores. O narrador não possui um personagem próprio, mas controla todos os NPC's da aventura, que são os coadjuvantes da história.

Enquanto os estudantes atuam como os protagonistas, o professor deve ser como um diretor e roteirista, definindo o cenário, os figurantes e o ambiente. Ele deve ter um profundo conhecimento das regras do jogo e adaptando-as para garantir a fluidez da partida, sempre se baseando em seu bom senso e conhecimento do sistema.

Durante o jogo, o principal objetivo do professor é guiar as situações-problema existente para que o aluno possa construir, gradualmente, o conceito trabalhado. Sempre que necessário, ele deve intervir, dentro e fora da história, para que o conteúdo abordado seja assimilado de forma adequada pelos jogadores, seja através da explicação direta do conceito ou sugestões de leituras.

1.3 A IMAGINAÇÃO PARA GASTON BACHELARD

Levando em conta que um dos aspectos fundamentais do RPG é a imaginação, e que esta tem um papel fundamental para a ciência, faz-se necessário conhecer mais sobre ela. Dentre os estudos existentes sobre ela, optamos por explorar a visão do Filósofo francês Gaston Bachelard.

Antes de abordarmos esse conceito em si, é preciso saber que um dos focos principais das pesquisas epistemológicas de Bachelard é o desenvolvimento do espírito científico, isto é, a construção do conhecimento científico e sua apropriação pelos seres humanos. Esse espírito possui três estados:

- 1) Concreto: construção de concepções apenas com base nas experiências sensoriais acerca do fenômeno;
- 2) Concreto-abstrato: início de um processo de abstração do fenômeno, mas com bastante apego as experiências sensoriais;
- 3) Abstrato: construção de novos conhecimentos com base em questionamentos e reflexões, sem ligação imediata com experiências.

A progressão entre os estados parte do sensorial até a completa abstração. Essa transição não é algo simples de ser feita e existem algumas dificuldades, denominadas de *obstáculos epistemológicos*, que provocam estagnação ou, até mesmo, regressões nesse processo, como indicam Domingui; Silva (2011). Sendo eles:

- Experiência Primeira: Ênfase na beleza do experimento em vez da explicação científica;
- Conhecimento Geral: Generalização excessiva que dificulta o estudo aprofundado e o questionamento;
- Obstáculo Verbal: Tendência de associar uma palavra concreta a uma abstrata, o que pode criar confusão e dificultar o aprendizado;
- Conhecimento Unitário e Pragmático: Crença na unidade harmônica do mundo e na explicação utilitária dos fenômenos;
- Substancialismo: Atribuição de qualidades materiais ou humanas a conceitos científicos;
- Realismo: Aceitação pessoal da substância de um objeto;
- Animismo: Atribuição de características humanas a objetos inanimados para explicar fenômenos.

Esses obstáculos podem interferir na compreensão e no avanço do conhecimento científico se não forem reconhecidos e superados. Mudando um pouco o foco da ciência, Bachelard mergulha no estudo das imagens primitivas dos 4 elementos (fogo, água, ar e terra), fazendo reflexões acerca da mutabilidade de cada um deles e como ela está presente na imaginação do homem.

A partir dessas reflexões, Bachelard define a imaginação como um conceito que transcende a capacidade de criar fantasias ou devaneios, sendo um processo complexo que desempenha um papel fundamental na formação do conhecimento humano, especialmente para a filosofia da ciência e da psicologia. Essa imaginação não deve ser uma atividade mental passiva, mas sim uma força dinâmica que molda ativamente a maneira como percebemos e compreendemos o mundo ao nosso redor. Sendo assim, ele classifica a imaginação em dois tipos:

- 1) Imaginação Poética: É a capacidade de criar imagens vívidas e simbólicas que evocam emoções e despertam a sensibilidade poética. É uma fonte de insight e inspiração, capaz de revelar aspectos ocultos da realidade;
- 2) Imaginação Científica: É a imaginação utilizada pelos cientistas para formular hipóteses, conceber teorias e visualizar fenômenos

abstratos. Trata-se de uma força criativa que impulsiona a investigação e a descoberta científica.

No que diz respeito a imaginação científica, segundo Freitas (2022), Bachelard, em seu livro “A Poética do Espaço”, ainda subdivide a imaginação científica em dois tipos, relacionados aos aspectos da realidade, são eles:

- 1) Imaginação Material: É a imaginação que descreve a nossa percepção e compreensão do mundo através das experiências materiais e sensoriais, isto é, nossa interação com o mundo físico e material ao nosso redor. Esse tipo de imaginação reconhece a importância da materialidade na formação de nossas representações mentais e simbólicas;
- 2) Imaginação Dinâmica: É a imaginação que transcende as limitações da realidade observada, explorando novos caminhos e possibilidades. Aqui não temos apenas uma reprodução passiva das experiências passadas, mas também uma força criativa e dinâmica que gera novas ideias e conceitos. Por meio dela, somos capazes de conceber novas teorias, experimentar novas perspectivas e explorar o desconhecido.

Podemos dizer, então, que a imaginação material fornece a base sensorial e empírica para a investigação científica, enquanto a imaginação dinâmica capacita os cientistas a explorar novas ideias e conceitos além das fronteiras do conhecimento estabelecido. Juntas, essas formas de imaginação desempenham um papel crucial no avanço do conhecimento científico. Sendo assim, ao longo dessa pesquisa, vamos nos referir a essa junção da imaginação material e dinâmica como imaginação bachelardiana, a fim de distingui-la de outros tipos de imaginação.

1.3.1 CONEXÕES DA IMAGINAÇÃO BACHELARDIANA COM O ENSINO-APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS

Para que possamos entender melhor como a imaginação bachelardiana pode se conectar ao processo de ensino-aprendizagem, é preciso compreender o que é, para Bachelard, aprendizagem. Segundo a pesquisa de Carvalho Filho (2006), ainda no livro “A Poética do Espaço”, Bachelard constrói a ideia de racionalismo aplicado, que se trata de uma perspectiva epistemológica que enfoca na construção racional do conhecimento através da exploração sistemática e crítica das ideias e conceitos científicos.

Dessa forma, o autor nos diz que a aprendizagem envolve uma transformação da consciência e da percepção do indivíduo, levando-o a explorar novas perspectivas e a reconceituar o mundo ao seu redor. Nesse sentido, a aprendizagem não é apenas um acúmulo de informações, mas, sim, um processo de ruptura e superação de concepções anteriores, que ocorre por meio da interação entre o sujeito e o mundo.

Isso vai de encontro com o desenvolvimento do espírito científico, no qual a construção do conhecimento envolve a superação de obstáculos epistemológicos e a adoção de novas perspectivas e métodos.

“A imaginação é uma forma de desobstruir o progresso entre os estados do espírito científico e o torna mais leve e dinâmico [...], dentro das ciências exatas, ela é uma forma de sublimação¹³, mas pode enganar se não sabemos o que e como sublimar” (BACHELARD, 1996)

Sendo assim, a aprendizagem pode se conectar a imaginação bachelardiana, uma vez que, através dela, o estudante pode representar os objetos estudados e explorar novas possibilidades, questionando e se libertando das concepções pré-estabelecidas.

“A imaginação evita o realismo da percepção, apoiando a constatação empírica no forjamento criativo e formando concepções sublimadas dos arquétipos inconscientes” (BULCÃO, 2003)

Levando isso em consideração, podemos supor que dentro do ensino de ciências, é possível utilizar imaginação como potencial elemento de turbulência, fazendo com que os conhecimentos prévios e convicções subjetivas dos estudantes interajam com o conhecimento científico. Dessa forma, ao final do processo, seria possível superar os obstáculos epistemológicos dos alunos, levando os mesmos a desenvolverem seus conhecimentos. É isso que buscamos verificar ao longo dessa pesquisa.

Para finalizar essa etapa, buscamos conhecer o que a literatura dispõe sobre a relação entre o estudo da imaginação de Gaston Bachelard e lúdico. Por

¹³ Sublimação, dentro da epistemologia de Bachelard, significa superar um obstáculo e dar um fim adequado ao conhecimento.

isso, utilizando os descritores: Imaginação, Bachelard, Ensino de ciências e Jogos, buscamos artigos que explicitassem (ou não) tal conexão. O que encontramos foi:

- 17 artigos que abordavam tal relação de maneiras distintas;
- 1 livro da Prof. Dra. Flávia Gasi;
- 1 grupo de pesquisa sobre jogos digitais e imaginário (JOI) liderado pela autora do livro acima.

Após breve leitura do resumo dos artigos, verificamos que apenas 4 destes apresentavam uma ideia similar à que buscamos aqui. É importante destacar que dois destes trabalhos foram produzidos pela mesma autora, Bárbara Yuri Katahira, e são derivados de suas pesquisas de mestrado e doutorado.

1.4 FICÇÃO E DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

Quando pensamos em imaginação e ciências, uma das primeiras coisas que costuma vir a mente são quadrinhos, filmes e séries que utilizam a ciência como componente essencial para criação do mundo de fantasia no qual eles se passam. Narrativas imaginárias que possuem essa característica são chamadas de ficção científica.



Imagem 3: Série Dark.

Fonte: Netflix (2017).

A ficção científica costuma explorar conceitos da ciência e tecnologia em cenários futuros ou em mundos alternativos e apresenta elementos que extrapolam as fronteiras do conhecimento científico atual. Esses ambientes especulativos são usados para explorar questões filosóficas, sociais, políticas e éticas, oferecendo às pessoas que o acompanham uma lente para refletir sobre o impacto potencial das descobertas científicas e tecnológicas na sociedade, na individualidade humana e no destino da humanidade como um todo.

Além disso, a ficção científica costuma incorporar elementos de aventura, suspense, drama e até mesmo humor, oferecendo uma ampla gama de histórias que podem variar desde as mais otimistas, apresentando um futuro utópico, até as mais sombrias, retratando distopias e apocalipses. Seu grande charme está em desafiar os limites da imaginação humana enquanto nos faz refletir sobre o presente, o passado e o futuro, sempre se ancorando em fundamentos científicos e tecnológicos.

Essas características fazem com que essas histórias possuam, segundo Piassi; Pietrocola (2008), o potencial de envolver os estudantes, estimular a curiosidade, promover a compreensão de conceitos científicos complexos e encorajar a reflexão sobre questões éticas, sociais e filosóficas relacionadas à ciência, tornando a aula mais lúdica e interessante. Dessa forma, a ficção científica, se utilizada no ensino de ciências, pode:

- Estimular à imaginação e criatividade: Por desafiar os alunos a imaginar mundos futuros, tecnologias avançadas e possibilidades científicas além do que é conhecido atualmente, ela pode despertar a imaginação e a criatividade dos alunos, incentivando-os a explorar novas ideias e soluções para problemas científicos;
- Contextualizar conceitos científicos: Ao apresentar conceitos científicos dentro de um contexto narrativo, isso ajuda os alunos a entenderem melhor esses conceitos e sua relevância no mundo real;
- Estimular o pensamento crítico: Ao criar cenários que desafiam as leis da física e da natureza, há possibilidade de levantar o questionamento dessas situações de maneira crítica, considerando as possíveis implicações científicas e éticas das ideias apresentadas;
- Exploração de questões éticas e sociais: Dentro da narrativa criada, é possível abordar questões éticas e sociais relacionadas ao avanço da ciência e da tecnologia, como inteligência artificial, manipulação genética e viagens espaciais. Assim, pode-se criar discussões sobre os impactos da ciência na sociedade e no meio ambiente.

Podemos, então, dizer que a ficção científica nos dá variedade de oportunidades para enriquecer o ensino de ciências, tornando-o mais estimulante,

envolvente e relevante para os alunos, ao mesmo tempo em que os prepara para enfrentar os desafios e oportunidades do mundo contemporâneo.

Considerando a capacidade da ficção científica de veicular informações sobre a ciência e tecnologia, sejam elas na fronteira do conhecimento atual ou extrapolações impossíveis, a um público geralmente não especialista no tema, é possível que a mesma possa ser utilizada como forma de divulgação científica (DC). Segundo Ribeiro; Kawamura (2006), a divulgação científica é uma atividade que busca comunicar os resultados e o conhecimento científico para um público amplo, muitas vezes não especializado, de forma acessível, clara e interessante. Suas principais características são:

- **Acessibilidade:** A linguagem utilizada deve ser acessível ao público em geral, evitando jargões técnicos e complexos que possam dificultar a compreensão. O objetivo é tornar o conteúdo compreensível para uma audiência diversificada, incluindo pessoas sem formação científica específica;
- **Clareza:** Os conceitos científicos devem ser explicados de maneira simples e direta, utilizando exemplos e analogias quando apropriado para facilitar a compreensão;
- **Precisão:** Independente da linguagem simplificada, é importante que se mantenha a precisão das informações científicas, evitando exageros ou distorções que possam comprometer a credibilidade da divulgação;
- **Contextualização:** Os conceitos devem ser apresentados dentro de um contexto relevante e interessante para o público-alvo, envolvendo a exploração de aplicações práticas, o impacto das descobertas científicas na sociedade e o contexto histórico ou cultural em que ocorreram;
- **Interesse:** É necessário despertar o interesse e a curiosidade do público, tornando o conteúdo cativante e envolvente. Isso pode ser alcançado por meio de narrativas envolventes, exemplos vívidos e histórias inspiradoras que demonstrem a relevância e o fascínio da ciência;

- **Objetividade:** É importante manter a objetividade, apresentando diferentes perspectivas e evitando vieses pessoais ou ideológicos;

A partir do que foi exposto, podemos afirmar que a Ficção científica atende a maior parte das características da Divulgação científica, apesar de fazer extrapolações à fronteira do conhecimento em alguns casos. Dessa forma, a partir da Ficção científica, podemos desenvolver nos estudantes uma familiaridade com o processo de investigação científica, os tornando mais perspicazes e sensíveis diante de novos conhecimentos, ainda que em outros campos.

É importante comentar sobre outra forma bastante conhecida de Divulgação científica, o Jornalismo científico. Apesar de também ter um papel de comunicar de maneira acessível e precisa os avanços, descobertas, debates e questões relevantes no campo científico para o público em geral, essa forma de DC é dedicada à cobertura de notícias e informações relacionadas à ciência, tecnologia, saúde e meio ambiente. Sendo assim, seu uso é mais informativo do que lúdico e, portanto, não será o caminho que adotaremos nessa pesquisa.

1.5 RADIOATIVIDADE NO ENSINO DE CIÊNCIAS

A radioatividade é um tema importante no ensino de ciências, pois desempenha um papel significativo em diversos campos, como física nuclear, química, medicina, energia e meio ambiente. Existem diversos conteúdos que podem ser trabalhados a partir desse tema, dentre eles, podemos destacar:

- **Conceitos básicos:** Definição de radioatividade, os tipos de radiação (alfa, beta e gama), o processo de decaimento radioativo e a meia-vida radioativa;
- **Aplicações práticas:** Como a radioatividade pode ser utilizada na medicina (no tratamento do câncer com radioterapia, por exemplo) e a esterilização de equipamentos médicos;
- **Efeitos na saúde e no meio ambiente:** Níveis de exposição à radiação, os efeitos agudos e crônicos da exposição à radiação ionizante e as medidas de segurança para proteção contra a radiação;

- Fontes naturais e artificiais: Isótopos radioativos presentes na natureza, como o urânio e o rádio, e as fontes artificiais de radiação, como rejeitos nucleares e equipamentos médicos;
- Discussão ética e social: Usos da energia nuclear, a gestão de resíduos radioativos, os acidentes nucleares e os efeitos da radiação na saúde pública;
- Experimentação e demonstrações: Medição da radioatividade com contadores Geiger-Müller, a simulação de decaimentos radioativos e a análise de isótopos radioativos em amostras.

Como podemos ver, esse é um tema interdisciplinar que pode servir de base para a discussão de conceitos científicos complexos, aplicações práticas e questões éticas e sociais relevantes. Justamente por esses fatores, segundo Brasil (2006), faz-se necessário sua inserção no ensino médio, o que é realizado há alguns anos.

Entretanto, como apontam Silva, Campos, Almeida (2013), alguns fatores como: a desvalorização do tema frente à outros conteúdos curriculares, a estruturação dos livros didáticos (apresentando a radioatividade apenas nos últimos capítulos) e a formação deficiente dos professores sobre o tema, fazem com que ela acabe sendo abordada de forma inadequada em sala de aula. Apesar disso, segundo Lopes, Herbst (2022), há sim um esforço da comunidade do ensino de ciências em trazer o estudo da radioatividade para dentro das salas de aula, porém ainda são iniciativas “tímidas”.

Outros fatores importantes que tornam esse tema ainda mais interessante de ser abordado com os estudantes são:

- 1) O destaque que a radioatividade voltou a ter na cultura pop, que alcança a grande massa da população, com a ascensão de mídias como: Godzilla, Dark da Netflix e Chernobyl da HBO;
- 2) A existência do acidente radiológico de Goiânia, em 1987, onde houve um grave episódio de contaminação por Césio-137. Com esse triste evento da história nacional, é possível apresentar os conteúdos pertinentes ao tema e levantar discussões socioambientais poderosas.

É interessante notar que o ensino desse tema exige que o estudante use sua imaginação para compreender o fenômeno (visto que não é possível ver, a olho nu, os átomos e nem as partículas emitidas), o que o torna um ótimo alvo para estudos que envolvem a imaginação no processo de ensino-aprendizagem.

2 OBJETIVOS E QUESTÃO DE PESQUISA

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

Como a imaginação, sob a ótica de Gaston Bachelard, evocada durante uma aventura de RPG, se relacionou com a aprendizagem de radioatividade em alunos do ensino médio?

2.2 GERAL

Verificar quais as possíveis influências da imaginação bachelardiana sobre o aprendizado de radioatividade dos estudantes, durante uma aventura de RPG.

2.3 ESPECÍFICOS

- Descrever e analisar as experiências dos estudantes durante o jogo;
- Verificar as falas dos estudantes possuem as características da divulgação científica;
- Analisar como se deu, ou mesmo se houve, indícios da imaginação bachelardiana na resolução dos problemas enfrentados durante do RPG;
- Examinar se a aprendizagem desenvolvida, ou não, pelos participantes atende os critérios estabelecidos por Bachelard.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 METODOLOGIA DA PESQUISA

A partir da nossa questão de pesquisa e dos objetivos estabelecidos, utilizamos os critérios definidos por Gil (2002) e Creswell (2021), para classificar essa pesquisa da seguinte forma:

- Descritiva: Busca descrever as características da imaginação bachelardiana, estabelecendo relações entre aprendizagem e ficção científica, e identificando padrões;

- Qualitativa: Tem uma abordagem flexível e interpretativa que busca compreender a fundo os aspectos subjetivos, contextuais e multifacetados da imaginação bachelardiana.

Dentro das diversas formas de aplicação de uma pesquisa qualitativa, optamos por utilizar um estudo de caso, visto que esta é uma estratégia de pesquisa que permite uma investigação minuciosa e contextualizada de um fenômeno específico, proporcionando uma compreensão rica e detalhada do caso em questão.

3.2 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Segundo Gil (2002), instrumentos de coleta de dados são ferramentas ou técnicas utilizadas para obter informações relevantes durante o processo de pesquisa. Esses instrumentos devem ser projetados para coletar dados de forma sistemática e organizada, de acordo com os objetivos e questões de pesquisa. Alguns exemplos deles são: questionários, entrevistas, observação direta, análise documental, avaliações, gravações de áudio/vídeo, diários e registros.

Independente das ferramentas escolhidas, é importante garantir que os dados coletados não sejam enviesados. Uma estratégia metodológica que pode evitar esse problema, é a “triangulação” que envolve o uso de múltiplos métodos, fontes de dados, teorias ou investigadores para abordar uma questão de pesquisa de forma abrangente e robusta. Segundo Flick (2009), essa triangulação da pesquisa pode se dar das seguintes maneiras:

- Triangulação de métodos: Envolve o uso de diferentes métodos de coleta de dados para examinar o mesmo fenômeno sob diferentes perspectivas. Isso permite que o pesquisador obtenha uma compreensão mais completa e confiável do objeto de estudo, minimizando possíveis vieses ou limitações de um único método.
- Triangulação de fontes: Consiste no uso de múltiplas fontes de dados ou pontos de vista para investigar o mesmo fenômeno. Dessa forma pode-se verificar a consistência e a validade dos resultados da pesquisa, aumentando a confiabilidade das conclusões.
- Triangulação de teorias: Trata-se do uso de diferentes teorias, modelos ou quadros conceituais para interpretar os dados ou examinar um problema de pesquisa. Isso permite uma análise mais

abrangente e aprofundada do fenômeno em estudo, ao mesmo tempo que oferece outras compreensões sobre as relações causais.

- Triangulação de investigadores: É a participação de múltiplos pesquisadores na coleta, análise e interpretação dos dados. Isso pode incluir equipes multidisciplinares ou a realização de revisões por pares para verificar a validade e a confiabilidade dos achados da pesquisa.

As vantagens da triangulação de pesquisa incluem o aumento da validade, confiabilidade e generalização dos resultados, bem como a redução de vieses e limitações associadas a abordagens unidimensionais. No entanto, é importante ter uma cuidadosa integração e interpretação dos diferentes elementos da pesquisa para garantir uma análise coerente e significativa.

Levando isso em consideração, utilizamos, nessa pesquisa, uma triangulação de métodos, coletando dados por meio de 3 instrumentos que estão descritos a seguir. É importante destacar que cada um deles está disponível no apêndice deste trabalho, caso o leitor deseje conhecê-los mais profundamente.

3.2.1 GRAVAÇÕES DAS SESSÕES

O primeiro instrumento que utilizamos foi a gravação de áudio e vídeo dos encontros com os estudantes. Esse método, além de amplamente utilizado em outras aplicações do RPG no ensino de ciências¹⁴, ainda possui as seguintes vantagens:

- Precisão e fidedignidade: Ela captura informações de maneira precisa e fiel, preservando o conteúdo exato das interações, discursos, comportamentos e eventos estudados. Isso ajuda a evitar distorções ou interpretações tendenciosas que podem ocorrer na coleta manual de dados;
- Riqueza de dados: As gravações permitem capturar muitos detalhes como tom de voz, entonação e ênfases, linguagem corporal, expressões faciais, gestos, interações e cenários;

¹⁴ Podemos ver isso nas aplicações de Amaral (2008), Pontes (2016), Soares (2016) e Anara (2014), por exemplo.

- **Análise multidimensional:** Possibilita a exploração de diferentes aspectos e camadas de um fenômeno, incluindo aspectos verbais e não verbais, interações sociais e dinâmicas de grupo;
- **Revisão e transcrição:** Ela pode ser transcrita para texto, facilitando a análise qualitativa e a identificação de padrões e temas recorrentes;
- **Conservação de dados:** As gravações proporcionam uma forma duradoura de preservar os dados brutos da pesquisa, permitindo que outros pesquisadores revisitem e reanalisem os dados no futuro, promovendo a transparência e a replicabilidade da pesquisa;
- **Eficácia na comunicação de resultados:** Ajuda na comunicação dos resultados da pesquisa, permitindo que os pesquisadores compartilhem evidências e exemplos concretos de suas descobertas com a sociedade em geral.

É importante lembrar que, principalmente em pesquisas com estudantes menores de idade, tais gravações devem ser feitas com o consentimento dos participantes e seus responsáveis legais. As gravações e suas posteriores transcrições são um dos pontos mais importantes dessa coleta de dados.

3.2.2 GRUPO FOCAL

O segundo instrumento escolhido foi o grupo focal que, de acordo com Flick (2009), é uma técnica de pesquisa qualitativa que envolve a reunião de um pequeno grupo de participantes, selecionados a partir do objetivo da pesquisa, para discutir, em profundidade, um determinado tópico ou tema de interesse para a pesquisa. Esses grupos são facilitados por um moderador ou facilitador, cujo papel é guiar a discussão e garantir que todos os participantes tenham a oportunidade de contribuir.

Durante a sessão do grupo focal, os participantes são encorajados a compartilhar suas opiniões, percepções, experiências e ideias sobre o tema em discussão. O moderador faz perguntas abertas e estimula a troca de ideias entre os participantes, facilitando uma conversa dinâmica e exploratória. Algumas vantagens do uso desse instrumento são:

- **Geração de dados qualitativos ricos:** através desse instrumento é possível coletar as percepções, opiniões, experiências e atitudes dos participantes em relação ao tema de estudo. As discussões em grupo

revelam pensamentos profundos e nuances que podem não ser capturados por métodos de coleta de dados mais estruturados;

- Interações sociais e dinâmicas de grupo: ele facilita a interação social entre os participantes, criando um ambiente propício para o compartilhamento de ideias, experiências e pontos de vista;
- Exploração de diferentes perspectivas: Os grupos focais permitem explorar uma ampla gama de perspectivas e experiências que ajuda na obtenção de uma compreensão mais abrangente do fenômeno estudado;
- Coleta de dados contextualizados: As interações em grupo fornecem contexto e profundidade aos dados coletados, pois os participantes têm a oportunidade de contextualizar suas experiências e opiniões dentro de suas próprias realidades e contextos sociais;
- Validação de dados: As discussões em grupo permitem que os participantes expressem concordância ou discordância com as percepções de seus pares, ajudando a validar a confiabilidade e a validade dos resultados da pesquisa;
- Eficiência na coleta de dados: Como são coletados dados de várias pessoas juntos, há uma economia de tempo e recursos, especialmente quando se deseja obter uma compreensão abrangente das opiniões e percepções de um grupo diversificado de participantes;
- Potencial para identificar novos tópicos de pesquisa: Os grupos focais podem ser úteis para identificar novos tópicos de pesquisa ou áreas de interesse que podem não ter sido considerados anteriormente pelos pesquisadores.

Em suma, esse é um instrumento interessante para explorar a complexidade e a diversidade das experiências humanas. Por isso, utilizamos o grupo focal ao término da história interativa, para que os participantes respondessem juntos 10 questões relacionadas à radioatividade. Tais questionamentos foram desenvolvidos de forma a verificar se os dados obtidos nas gravações são condizentes com os coletados em outros instrumentos. Para o leitor que tiver interesse em conhecer mais sobre as questões utilizadas, elas estão disponíveis no apêndice 6.2 deste trabalho.

3.2.3 ENTREVISTA

O terceiro instrumento escolhido foi a entrevista que, segundo Gil (2002), pode ser definida como uma técnica de coleta de dados qualitativos em que o pesquisador realiza uma interação direta e pessoal com o participante da pesquisa. Durante a entrevista, são feitas várias perguntas pré-definidas ou semi-estruturadas, com o objetivo de obter informações detalhadas sobre as experiências, opiniões, percepções ou conhecimentos do participante em relação ao tema da pesquisa.

A entrevista pode ser realizada de forma individual ou em grupo, dependendo dos objetivos da pesquisa e das características do estudo. No entanto, independentemente do formato, é importante que o pesquisador estabeleça uma atmosfera de confiança e empatia com o participante, para encorajá-lo a compartilhar suas experiências de maneira aberta e honesta. Algumas vantagens do uso desse instrumento em pesquisas científicas são:

- **Flexibilidade:** As entrevistas podem ser estruturadas (com perguntas padronizadas), semi-estruturadas (com um roteiro flexível, que permite a exploração de novos tópicos) ou não estruturadas (abertas e sem roteiro pré-definido). Essa flexibilidade permite que os pesquisadores adaptem a abordagem de acordo com os objetivos da pesquisa e as características dos participantes;
- **Possibilidade de aprofundamento:** Durante as entrevistas, os pesquisadores têm a oportunidade de fazer perguntas de acompanhamento, sondar mais a fundo as respostas dos participantes e explorar temas que surgem durante a conversa. Isso permite uma compreensão mais completa do fenômeno em estudo;
- **Contextualização dos dados:** As entrevistas permitem que os participantes forneçam informações em seu contexto natural, o que ajuda a compreender as influências sociais e culturais e que moldam suas experiências e percepções;
- **Validade e credibilidade:** Quando conduzidas de maneira ética e rigorosa, as entrevistas fornecem dados confiáveis e válidos, que contribuem para a robustez e a credibilidade dos resultados da pesquisa.

Dessa forma, optamos pela utilização de uma entrevista semi-estruturada com 16 perguntas, feitas ao fim da história interativa. Realizamos a coleta de dados com 2 participantes, de forma virtual, com o intuito de coletar informações sobre as experiências na aventura, a imaginação bachelardiana, o aprendizado de radioatividade e divulgação científica. Novamente, para o leitor que tenha interesse em conhecer mais sobre as questões utilizadas nessa pesquisa, todo o roteiro de entrevista está descrito no apêndice 6.3 dessa dissertação.

3.3 INSTRUMENTO DE ANÁLISE DE DADOS

Segundo Gil (2002), os instrumentos de coleta de dados se referem aos métodos, técnicas e procedimentos utilizados para analisar os dados coletados durante a pesquisa. O processo de análise de dados, segundo o autor, se dá da seguinte forma:

- Codificação de dados: é a criação de categorias ou rótulos aos dados brutos, de forma a organizá-los e facilitar sua análise. Essas categorias podem ser pré-definidas com base na estrutura teórica da pesquisa ou podem surgir de forma emergente durante a análise;
- Categorização: os dados codificados são então categorizados e classificados de acordo com os temas ou conceitos identificados;
- Interpretação e comparação: buscar por relações, padrões e significados subjacentes. Isso muitas vezes envolve a comparação dos dados dentro e entre grupos para identificar diferenças ou semelhanças significativas;
- Triangulação de dados: Uso de múltiplas fontes de dados durante a pesquisa;
- Análise de conteúdo: análise sistemática dos dados para identificar padrões, temas e significados subjacentes, buscando conceitos relevantes nos dados para entender melhor o fenômeno em estudo;
- Teorização e generalização: desenvolvimento de teorias ou modelos que ajudam a compreender e explicar o fenômeno estudado.

Existem diversos instrumentos de análise de dados, dentre eles podemos destacar: Matrizes de codificação, análise temática, análise de conteúdo, análise

qualitativa, análise do discurso, análise textual discursiva, análise categorial, entre outros. A melhor escolha para cada pesquisa depende dos objetivos de cada uma.

Antes de apresentarmos o método de análise escolhida para essa pesquisa, é necessário apresentar a codificação utilizada pelo pesquisador, a fim de facilitar a identificação do instrumento de coleta que deu origem ao dado discutido. Seguiremos a seguinte codificação:

S – Situações-problema realizadas na aventura de RPG (oriundas das transcrições das gravações feitas);

Q - Questões do grupo focal;

E – Entrevista.

Dessa forma, a sigla Q5 corresponde a 5ª questão do grupo focal e S3 corresponde a 3º situação-problema enfrentada durante a aventura, por exemplo.

3.3.1 ANÁLISE CATEGORIAL

Com base nos objetivos dessa pesquisa e, considerando o grande volume de informação que os instrumentos citados anteriormente nos forneceram, optamos por utilizar a análise categorial. De acordo com Gil (2002), essa é uma técnica de pesquisa qualitativa, que serve para organizar e analisar dados textuais de maneira sistemática, através dos seguintes passos:

- Codificação inicial: Os pesquisadores começam por ler os dados e identificar unidades de significado relevantes, como frases, palavras ou parágrafos. A cada unidade de significado é atribuída um rótulo ou código que descreve seu conteúdo ou tema;
- Desenvolvimento de categorias: Com base nas codificações iniciais, os pesquisadores começam a agrupar unidades de significado semelhantes em categorias ou temas mais amplos. Isso envolve a identificação de padrões recorrentes nos dados e a criação de categorias que capturam esses padrões;
- Refinamento das categorias: As categorias são revisadas e refinadas à medida que a análise progride, esse processo envolve a fusão de categorias semelhantes, a subdivisão de categorias muito amplas ou

a exclusão de categorias que não contribuem para os objetivos da pesquisa;

- Desenvolvimento de um sistema de codificação: Os pesquisadores desenvolvem um sistema de codificação consistente e transparente, que descreve as categorias e os critérios para atribuir dados a essas categorias;
- Aplicação do Sistema de Codificação: Os pesquisadores aplicam o sistema de codificação aos dados restantes, atribuindo cada unidade de significado a uma ou mais categorias com base nos critérios estabelecidos.
- Análise e Interpretação: Uma vez que todos os dados tenham sido codificados e agrupados em categorias, os pesquisadores analisam e interpretam os padrões e tendências emergentes nos dados. Isso envolve a identificação de insights ou temas importantes que respondem às questões de pesquisa e contribuem para o entendimento do fenômeno em estudo.

Um ponto importante dessa abordagem é sua grande adaptabilidade para atender às necessidades e objetivos específicos de cada pesquisa. Ela é amplamente utilizada em uma variedade de disciplinas e áreas de estudo para explorar e compreender temas complexos e multifacetados. Com o uso dessa ferramenta de análise, esperávamos conseguir avaliar profundamente as conexões da imaginação bachelardiana com a aprendizagem e a divulgação científica dentro da aventura de RPG.

3.4 PROCEDIMENTOS ÉTICOS

Toda pesquisa científica séria que envolve pessoas, para poder ser aplicada corretamente, necessita de aprovação do comitê de ética em pesquisa (CEP). Antes de execução das atividades previstas, como deve ser feito, submetemos esta pesquisa e seus detalhes de aplicação ao CEP da UFAM e obtivemos a aprovação, sem necessidades de alterações, conforme exposto no parecer disponível no anexo 5.1.

3.5 SUJEITO DA PESQUISA

O pesquisador, durante o período de desenvolvimento desse estudo, não possuía vínculo contínuo com nenhuma escola de ensino básico, então não havia um público-alvo previamente definido. Durante esse tempo, no segundo semestre de 2022, surgiu um convite para ministrar algumas aulas de física com 3 turmas do terceiro ano do ensino médio na Escola Estadual de Tempo Integral Bilingue Professora Jacimar da Silva Gama, localizada no bairro Petrópolis, na cidade de Manaus.

Isso nos levou a direcionar a aplicação do projeto para essa instituição de ensino. Apesar de termos contato apenas com as turmas finalistas da escola, houve a possibilidade de trabalhar com qualquer turma, entretanto, para ter um contato mais próximo com os estudantes que participariam do jogo, optamos por nos manter com os estudantes do 3º ano.

Como cada turma contava com 35 a 40 integrantes, não conseguiríamos trabalhar com todos no curto tempo disponível, por isso decidimos apresentar a proposta da atividade para todas as turmas e coletar os nomes daqueles que estariam interessados em participar da pesquisa. Ainda assim, houve muitos estudantes atraídos com o projeto, então, em conversa com nosso orientador, optamos por escolher aqueles que nunca haviam jogado RPG anteriormente deixando os demais em uma lista de espera.

Alguns pontos que embasam a escolha desse público-alvo são:

- a) Como o RPG trata-se de um jogo, para que ele mantenha o seu caráter lúdico, é preciso que os participantes façam isso como um prazer e não uma obrigação;
- b) Os estudantes que nunca tiveram contato com o jogo não conhecem outros sistemas de regras e, portanto, teriam menos dificuldades em se adaptar ao sistema utilizado;
- c) Para que pudéssemos fomentar as discussões éticas e socioambientais sobre radioatividade durante a aventura, como planejado, seria melhor se os estudantes tivessem uma maturidade maior;

- d) Conforme apontado por Amaral (2008), o RPG como jogo didático tem uma eficiência maior na aprendizagem quando utilizado como forma de revisão de conteúdo.

Levando isso em consideração, a fim de manter a amostra o mais variada possível, selecionamos 2 participantes de cada uma das três turmas, totalizando 6 estudantes do 3º ano do ensino médio. Infelizmente, por motivos pessoais, 2 deles tiveram de se ausentar da aplicação por bastante tempo, o que nos fez selecionar novos integrantes da lista de espera para substituí-los durante o andamento da história.

Quando formos nos referir aos participantes, durante a transcrição de alguns trechos das sessões, entrevistas ou grupo focal, para manter o anonimato dos estudantes, iremos identificá-los como J1, J2, J3 e assim sucessivamente.

3.6 CONSTRUÇÃO DA AVENTURA DE RPG

Iniciamos nossa construção buscando um sistema de regras que fosse de fácil compreensão, rápido de aprender e de baixo custo. Para isso, analisamos os jogos de RPG mais populares e verificamos quais desses atendiam as nossas demandas, dentre eles podemos destacar:

- 1) Dungeons & Dragons (D&D): É um sistema clássico de fantasia medieval que envolve exploração, combate, interpretação de personagens e narrativa colaborativa.
- 2) GURPS (Generic Universal RolePlaying System): É um sistema versátil e adaptável a uma ampla variedade de gêneros e configurações. Seu foco principal é o desenvolvimento de personagens detalhados e exploração de cenários diversos.
- 3) Storyteller System (ou Sistema Narrativo): É um sistema simples e bastante versátil, que tem foco na narrativa e na interpretação dos personagens, com mecânicas que enfatizam as escolhas morais e as consequências das ações dos jogadores.
- 4) Savage Worlds: É um sistema com abordagem rápida e dinâmica ao combate e à resolução de desafios. Seu ponto forte é sua adaptabilidade para qualquer tipo de história.

- 5) Tormenta RPG: É um sistema brasileiro de fantasia medieval que foca na produção de uma narrativa rica e detalhada, com bastante exploração e combates simplificados.

Para que a escolha do sistema pudesse ser a mais adequada possível, precisávamos definir, com base na radioatividade e os conteúdos que podem ser abordados a partir dela, qual seria o foco do nosso jogo. Levando em consideração que o tema nos fornece a possibilidade de trabalhar com conceitos básicos, aplicações práticas, impactos socioambientais e, ainda, discussões éticas, optamos por utilizar o sistema de regras storyteller.

Através dele, queremos priorizar a narrativa, a interpretação dos personagens e a construção de histórias colaborativas entre os estudantes e o professor. Alguns dos principais pontos que reforçam a escolha por esse sistema são:

- Resolução de testes simples: O sistema de resolução de testes do Storyteller utiliza dados de 10 lados (d10). Os jogadores lançam um número de dados com base em suas habilidades e características relevantes para a ação em questão. Cada dado que rolar igual ou superior a uma dificuldade predeterminada é considerado um sucesso;
- Sistema de pontos: Os personagens em jogos do Storyteller possuem atributos, habilidades, vantagens e defeitos que são representados por pontos. Os jogadores distribuem esses pontos durante a criação do personagem para refletir as habilidades e características do seu alter ego no jogo;
- Hierarquia de Atributos: Os atributos dos personagens são divididos em três categorias: físicos (como Força, Destreza e Vigor), sociais (como Carisma, Manipulação e Aparência) e mentais (como Inteligência, Percepção e Raciocínio). Essa hierarquia reflete as diferentes áreas de competência dos personagens;
- Sistema de classes: Os personagens possuem classes que concedem habilidades (ou proficiências) especiais dependendo do caminho escolhido pelo jogador;

- **Narrativa e Interpretação:** Esse sistema incentiva os jogadores a se envolverem com o mundo do jogo e a tomarem decisões que afetem a história. O Narrador tem um papel crucial na criação de enredos intrigantes e desafiadores para os jogadores explorarem.

No geral, o sistema de regras Storyteller é projetado para proporcionar uma experiência de jogo imersiva, onde a história e a interpretação dos personagens são tão importantes quanto as mecânicas de jogo. Isso permite que os jogadores explorem temas complexos, tomem decisões difíceis e colaborem para criar narrativas memoráveis. Julgamos que esse sistema nos ajudaria a trabalhar a aprendizagem do conteúdo de forma mais eficiente e bem-sucedida que os demais, mas deixamos aberto ao leitor a possibilidade do uso de outros sistemas.

Definido o sistema de regras, passamos para a construção da narrativa que abordaria o tema escolhido. Devido à radioatividade ser comumente associada aos desastres nucleares (o que pode ser visto facilmente nas mídias produzidas pela cultura pop), escolhemos utilizar o acidente radiológico de Goiânia (1987) como base para a nossa aventura.

Esse foi um dos piores incidentes envolvendo materiais radioativos na história do Brasil. O acidente iniciou quando um aparelho de radioterapia abandonado foi aberto em uma clínica abandonada na cidade de Goiânia, Goiás. Os materiais radioativos dentro do aparelho, especificamente o césio -137, foram inadvertidamente liberados e espalhados. As pessoas que encontraram o aparelho, sem entender os riscos, manusearam e até mesmo levaram para suas casas pedaços do elemento radioativo, devido ao seu belo brilho azul escuro.

O césio -137 causou sérios danos à saúde de muitas pessoas expostas. Dezenas de pessoas sofreram de contaminação por radiação aguda, resultando em doenças graves, queimaduras, lesões nos olhos e até mesmo a morte de algumas vítimas. Centenas de outras pessoas sofreram com a ansiedade e o medo dos efeitos da exposição à radiação. O incidente destacou a importância da educação pública sobre os riscos associados à radiação e a necessidade de medidas rigorosas de segurança e gestão de resíduos radioativos.

Para que essa história se tornasse mais familiar e próxima para os estudantes que participaram da aventura, optamos por modificar o local da história

para a cidade de Manaus, mas ainda utilizando os mesmos eventos e seus desdobramentos, para que pudéssemos abordar discussões socioambientais que o evento real provocou no país. É importante apontar que, devido ao tema escolhido ser radioatividade, optamos por batizar o jogo produzido de “transmutação”, em referência estudos dos alquimistas em busca da “pedra filosofal”.

3.6.1 CRONOGRAMA DAS SESSÕES

Organizamos a aventura em 6 encontros, com intervalos de 1 semana entre cada um deles e de 1 hora de duração cada, que ocorreram no horário de almoço dos estudantes. Optamos por utilizar esse momento para não atrapalhar as aulas dos demais estudantes da turma. De forma geral, os encontros e a breve descrição do que foi feito em cada um deles, está disponível no quadro a seguir:

Sessão	Descrição
0	O pesquisador, no papel de narrador da aventura, apresentou sobre o RPG, suas mecânicas, funcionamento da criação de personagens e introduziu, de forma objetiva, o tema que seria abordado durante a aventura.
1	Os estudantes apresentaram sobre os personagens criados por eles e iniciariam o enfrentamento da 1 situação-problema.
2	Continuação da história e enfrentamento da 2 situação-problema.
3	Continuação da história e enfrentamento da 3 situação-problema.
4	Continuação da história e enfrentamento da 4 situação-problema.
5	Continuação da história e enfrentamento da 5 situação-problema.
6	Continuação do enfrentamento da 5 situação-problema e conclusão da história.

Quadro 4: Cronograma das sessões.

Fonte: Produzido pelo próprio autor.

É importante ressaltar que a intitulada “sessão 0” foi extremamente necessária de ser feita, uma vez que os participantes desconheciam as mecânicas

do jogo, o sistema de regras, funcionamento da criação de personagens e afins. Com esse encontro extra, visamos apresentar o RPG e retirar todas as possíveis dúvidas que os estudantes pudessem ter a cerca do jogo, o que facilitou muito o andamento da história. Aproveitamos esse momento para deixar claro o caráter investigativo das atividades e nos colocamos a disposição para tirar dúvidas deles sobre o tema, além de fornecer material extra de estudo, sempre que necessário.

Além disso, é preciso ter em mente que em cada uma delas havia desafios previamente organizados, chamada aqui de situações-problema, envolvendo aspectos da radioatividade que os participantes precisavam conhecer para poder avançar na história. Em alguns momentos, além do conteúdo relacionado ao problema, eles também precisariam discutir entre si para poder chegar em soluções que o grupo inteiro concordasse. Todas as situações-problema abordadas na aplicação dessa pesquisa estão descritas com mais detalhes na secção 3.6.3 dessa dissertação.

3.6.2 FICHA DE PERSONAGEM

Um elemento essencial do “RPG de mesa”, como o que desenvolvemos nesse projeto, é a ficha de personagens. Nela, estão contidas todas as informações relevantes sobre o personagem controlado pelo jogador. Essas informações ajudam a definir as habilidades, características, histórico e outros aspectos do personagem dentro do universo do jogo. Alguns elementos importantes da ficha de personagem, oriundos do sistema storyteller, são:

- Nome do personagem: o nome pelo qual o personagem é conhecido dentro do jogo;
- Descrição física: características físicas do personagem, como altura, peso, cor de cabelo, cor dos olhos etc.;
- Classe: profissão do personagem;
- Atributos: características básicas do personagem, como força, destreza, constituição, inteligência, sabedoria e carisma;
- Habilidades e perícias: capacidades especiais ou conhecimentos do personagem;
- Equipamentos: são os itens/equipamentos que o personagem possui, como armas, armaduras, ferramentas, poções, entre outros;

- História e antecedentes: origem, motivações, objetivos e quaisquer eventos importantes que tenham moldado a vida do personagem;
- Pontos de vida e recursos: representam a saúde do personagem e sua capacidade de resistir a danos. Outros recursos, como pontos de magia, pontos de ação etc., também podem ser incluídos, dependendo do sistema de jogo.
- Outras informações: alinhamento moral, idiomas que ele fala, talentos especiais etc.

Com base nos objetivos dessa pesquisa, escolhemos descartar o uso dos pontos de vida e montamos classes com base nas profissões de jornalista, físico, químico, policial, médico e ambientalista. Todas as classes montadas possuíam as mesmas perícias, de forma que qualquer jogador pudesse resolver os problemas, se necessário, apenas diferindo no nível de proficiência de cada classe, que variava de 10 a 100%.

Cada estudante, ao criar seu personagem, tinha a possibilidade de selecionar a profissão que quisesse, de acordo com seu interesse nela. A seguir temos um exemplo da ficha de personagem da classe jornalista:

☢
☢

Nome: _____

Classe: Jornalista

Idade: _____

Características da classe

História do personagem

Perícias	
Persuasão 100%	Investigação 80%
Escrita 100%	Inteligência emocional 50%
Espírito crítico e de observação 30%	Empatia 30%
Bons conhecimentos de matemática 30%	Perito em anatomia 10%
Detalhismo 80%	Incisivo 50%
Habilidades Analíticas 10%	Perito em topografia 10%
Itens	Bônus
Bloco de Notas (x2) Celular (x2)	Ajuda do Mestre

Versão 3.0

Imagem 4: Ficha de personagens.

Fonte: Produzido pelo próprio autor.

No que diz respeito aos itens, temos que eles são únicos de cada classe, alguns possuindo mais de uma função que só podem ser descobertas a partir da exploração delas pelos jogadores, o celular poderia ser utilizado para fazer anotações, fazer ligações ou pesquisar na internet, por exemplo. Além disso, existia um bônus, chamado por nós de “Ajuda do Mestre”, que os jogadores podiam conseguir se resolvesse um desafio, durante a aventura, no qual a sua classe tem a menor perícia possível (10%).

Quanto as perícias, elas funcionavam da seguinte forma: Ao enfrentar um problema que impedisse o prosseguimento da história, eles poderiam utilizar suas perícias para resolver o problema. Se a porcentagem fosse 100%, os jogadores tinham sucesso na sua ação automaticamente, caso ela tivesse outro valor, eles deveriam rodar o d10 e obter um valor específico. Cada porcentagem estava associada à um valor do dado da seguinte forma:

10% - O jogador precisa tirar pelo menos 9 no dado;

30% - O jogador precisa tirar pelo menos 7 no dado;

50% - O jogador precisa tirar pelo menos 5 no dado;

80% - O jogador precisa tirar pelo menos 2 no dado.

Um exemplo fictício de como as perícias influenciam na resolução dos problemas:

Narrador: Ao se aproximar da comunidade, despreziosamente, vocês são abordados por vários homens portando fuzis. Um deles se aproxima mais de vocês aponta a arma para a cabeça do J1 (jornalista), questionando o que vocês querem, entrando assim, sem explicações, na comunidade. Você, J1, começa a tremer com medo de ser baleado.

J1: Eu utilizo a minha perícia de inteligência emocional para tentar me acalmar, mesmo com bastante medo.

Narrador: Como o nível da sua perícia é 50%, você precisa rolar o dado e conseguir pelo menos 5 no dado para ter sucesso nessa ação.

Note que essa ficha de personagens é a versão 3.0, as outras versões possuíam pontos de vida e uma breve descrição da classe, mas, para facilitar o andamento da narrativa, optamos por retirá-los. Por fim, gostaríamos de comentar sobre duas regras que foram impostas pelo mestre do jogo:

- 1) Os itens que cada um dos jogadores possuía só poderiam ser utilizados duas vezes ao longo de todo o jogo;
- 2) As perícias 100% só podem ser utilizadas duas vezes durante todo o jogo.

Essas regras foram desenvolvidas devido ao apego excessivo do sucesso automático que os jogadores mostram em uma aplicação piloto desse projeto, que está descrita com mais detalhes na seção 3.6.5 dessa dissertação. Dessa forma, esperávamos que os jogadores fossem mais criativos e não dependessem apenas de seus itens/perícias.

3.6.3 DESCRIÇÃO DAS SITUAÇÕES-PROBLEMA DO JOGO

A partir daqui, descrevemos com mais detalhes as situações-problemas enfrentadas pelos estudantes durante o jogo. Frisamos que todas as exatas configurações utilizadas em cada situação problema estão descritas no apêndice 8.3 dessa dissertação, dito isso iniciaremos com o primeiro problema enfrentado:

- Contextualização: Os personagens são levados pela polícia ao fictício hospital santo amaro, onde, a pedido da direção do hospital, são levados para avaliar alguns pacientes que são acometidos por uma doença desconhecida.

Nessa missão, os jogadores recebem os seguintes itens:

- Tabela com doenças e sintomas;
- 12 prontuários de pacientes.

A primeira missão era avaliar os prontuários, identificar as doenças e qualquer outra informação que eles julgassem importantes para determinar a origem do que estava contaminando os NPC's.

Tosse	Comum (geralmente seca)	Às vezes (geralmente leve)	Comum (geralmente seca)	Tosse persistente por mais de 2 a 3 semanas (seca ou com expectoração)	Ausente
Espirros	Raro	Comum	Raro	Ausente	Ausente
Dores no corpo e mal-estar	Às vezes	Comum	Comum	Pode ter dor torácica	Ausente
Coriza ou nariz entupido	Raro	Comum	Às vezes	Ausente	Ausente
Dor de garganta	Às vezes	Comum	Às vezes	Ausente	Ausente
Diarreia	Raro	Raro	Às vezes, em crianças	Ausente	Comum
Dor de cabeça	Às vezes	Raro	Comum	Ausente	Comum
Falta de ar	Às vezes (pode ser grave)	Raro	Raro	Depende da gravidade do acometimento pulmonar	Ausente
Emagrecimento	Ausente	Ausente	Ausente	Comum	Ausente
Sudorese noturna	Ausente	Ausente	Ausente	Comum	Ausente
Vômitos	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Comum (costuma ser forte)

Imagem 5: Tabela com principais sintomas de doenças.

Fonte: Produzido pelo próprio autor.



HOSPITAL SANTO AMARO

Av. Alvaro Maia, 510 - Centro, Manaus -
AM, 69025-050
Fone: (92) 2121-9000

Prontuário do Paciente

N º 252370 Data de abertura: 09/09/ 2022
Nome completo: Lucca Teixeira Batata
Data de nascimento: 06/07/2015
Endereço: R. da Paciência, 125 – Educandos, Manaus -
AM, 69070-440
Limitação: nenhuma
Alergias: bezetacil

Sintomas: vômitos, diarreias, dores de cabeça e febre

Informações do responsável

Contato : (92) 3344-7265 – Sebastião
Escolaridade: ensino fundamental incompleto
ocupação: Pedreiro

Imagem 6: Prontuário dos pacientes.

Fonte: Produzido pelo próprio autor.

É importante ressaltar que os detalhes presentes na ficha foram escolhidos com cuidado para que cada paciente tivesse um diagnóstico específico e que os *contaminados por radiação* morassem na mesma rua, facilitando a identificação do

Rádio-224	<p>Em sua forma metálica, apresenta coloração branca e brilhante.</p> <p>Apresenta luminescência, emitindo um brilho verde fraco.</p> <p>Emite partículas Alfa, Beta e Gamma.</p>	É utilizado em radioterapia em pacientes com câncer.
Iodo-131	<p>Sólido negro e lustroso com leve brilho metálico;</p> <p>Evapora fácil em temperatura ambiente;</p> <p>Seu gás apresenta cor azul-violeta de odor irritante;</p> <p>Emite partículas B</p>	Além do tratamento do câncer, também auxilia no processo de diagnóstico de pacientes com tireoide.
Urânio-235	<p>Metal denso de elevada dureza.</p> <p>Sua coloração é cinza-prateada.</p> <p>É encontrado em abundância no estado sólido.</p> <p>Emite partículas Alfa, Beta e Gamma.</p>	Utilizado na fabricação de bombas atômicas e também como combustível em reatores de usina nuclear.
Cobalto-60	<p>É um metal branco acinzentado.</p> <p>É similar ao ferro.</p>	Utilizado no tratamento através de radioterapia em pacientes com câncer.
Estrôncio-90	<p>É um metal de coloração acinzentada.</p> <p>Assemelha-se ao cálcio no</p>	Um dos seus usos é no tratamento de artrite reumatoide.

	corpo humano, depositando-se nos ossos.	
--	-----------------------------------------	--

Quadro 5: Materiais radioativos, suas características e usos.

Fonte: Produzido pelo próprio autor.

Durante a descoberta do material, os jogadores precisam observar com rapidez e, ao mesmo tempo, cautela as características do material para conseguir identificá-lo corretamente. A partir disso, eles podem prosseguir na história, tendo uma boa noção de onde investigar. Para diferenciar o acidente radiológico de Goiânia, em vez de utilizar o Césio-137, optamos por utilizar dois outros isótopos, o Rádio-224 e o Iodo-131, que também são utilizados no tratamento do câncer.

Feito isso, os jogadores prosseguem para o terceiro problema.

- Contextualização: Devido ao alvoroço causado na comunidade onde eles encontram os elementos radioativos, no problema anterior, a população começa a entrar em pânico e várias Fake News são espalhadas pela internet.

Nessa missão, os jogadores recebem os seguintes itens:

- Prints, produzidos pelo pesquisador, com algumas falas da população acerca da situação enfrentada;
- Prints, produzidos pelo pesquisador, de notícias falsas a respeito da contaminação por radiação;

A terceira missão era encontrar uma forma de lidar com o pânico da população e com as mentiras que espalharam a respeito, produzindo uma forma de comunicar ao povo o que está acontecendo, o que era radiação, como funcionava a contaminação por radiação e seus sintomas, e o que fazer caso alguém suspeitasse estar contaminado.



Imagem 9: Exemplo de prints de uma rede social adulterados para a atividade.

Fonte: Produzido pelo próprio autor.

Nota que as informações são extremamente sensacionalistas e o objetivo é justamente provocar indignação nos jogadores e fazê-los se empenharem em desmentir o que foi dito. Outro ponto importante a comentar é que quaisquer meios de comunicação escolhidos pelos estudantes são válidos (gravar vídeos, fazer uma cartilha, organizar um post na rede social e afins), o importante é o que e como será falado a respeito do tema.

Finalizada essa etapa, eles precisam de encarar a quarta situação problema.

- **Contextualização:** Após acalmar a população, os jogadores utilizam as informações que possuem para formular hipóteses sobre a origem do elemento radioativo encontrado no segundo problema.

Nessa missão, os jogadores recebem os seguintes itens:

- Mapa da cidade (disponível através do google maps);
- Lista com os principais isótopos radioativos e seus principais usos.

A quarta missão era encontrar o local de origem do material radioativo, com base nas principais aplicações práticas dele, e, utilizando o mapa fornecido, avaliar a geografia da região para chegar em um local que possa ter sido a fonte da contaminação.



Imagem 10: Local buscado pelos estudantes durante a atividade.

Fonte: Google maps (2022)

Aqui, durante a investigação sobre o local, alguns jogadores tiveram de lidar com a contaminação severa em seus personagens e nos pacientes do hospital, o que poderia acarretar o falecimento de alguns deles, o que aconteceu. Vale lembrar que, assim como no acidente radiológico de Goiânia, a origem veio de um aparelho para radioterapia velho, abandonado em um hospital antigo, que foi aberto e levado para um local de compra de sucatas.

Para finalizar temos a quinta e última situação-problema.

- Contextualização: Após toda a situação com os pacientes, os jogadores não têm tempo para lamentar as mortes e partem em direção ao possível local de origem dos materiais, para resolver a situação de uma

vez por todas, mas ao chegarem lá, percebem que ainda tem mais coisas que precisam ser investigadas.

Nessa missão, os jogadores recebem os seguintes itens:

- Planta baixa do hospital abandonado;
- Tabela com os tipos de radiação (com os seus devidos poderes de penetração);
- Como calcular, de forma fictícia, as especificações do material para poder contar a radiação;
- Lista com os principais isótopos radioativos e seus principais usos.

A quinta missão era descobrir de onde a máquina de radioterapia surgiu, verificar o local em busca de informações e propor formas de conter a contaminação pelos elementos radioativos nos locais afetados.

Tipo de radiação	Explicação	Poder de Penetração (fictício)
Partículas alfa (α)	A radiação alfa possui carga positiva, ela é constituída por 2 prótons e 2 nêutrons, as partículas alfa são facilmente barradas por uma folha de papel alumínio, apesar de serem bastante energéticas. A radiação alfa possui massa e carga elétrica relativamente maior que as demais radiações.	50
Partículas beta (β)	A radiação beta possui carga negativa, se assemelha aos elétrons. As partículas betas são mais penetrantes e menos energéticas que as partículas alfa, conseguem atravessar o papel alumínio, mas são barradas por madeira. É válido lembrar que apenas as partículas alfa e beta possuem carga positiva e negativa respectivamente, e os raios gama que veremos a seguir são ausentes de carga elétrica.	200

Raios gama (γ)	<p>Os raios gama não são tão energéticos, porém são extremamente penetrantes, podendo atravessar o corpo humano, são detidos somente por uma parede grossa de concreto ou por algum tipo de metal. Por estas características esta radiação é nociva à saúde humana, ela pode causar má formação nas células.</p> <p>As radiações alfa, beta e gama são perigosas, contudo quando são devidamente empregadas podem ser úteis em diversas áreas de trabalho: na saúde, é usada no tratamento de tumores cancerígenos, na indústria, a radioatividade é utilizada para obter energia nuclear e na ciência tem a finalidade de promover o estudo da organização atômica e molecular de outros elementos.</p>	100
-------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

Quadro 6: Tipos de radiação, explicações e poder de penetração.

Fonte: Produzido pelo próprio autor.

- Cálculo, fictício, do poder de penetração

$$\Phi = \frac{KA}{L}$$

Onde K é a constante do material, A é a área e L é o comprimento.

$$K_{papel} = 1$$

$$K_{aço} = 10$$

$$K_{concreto} = 100$$

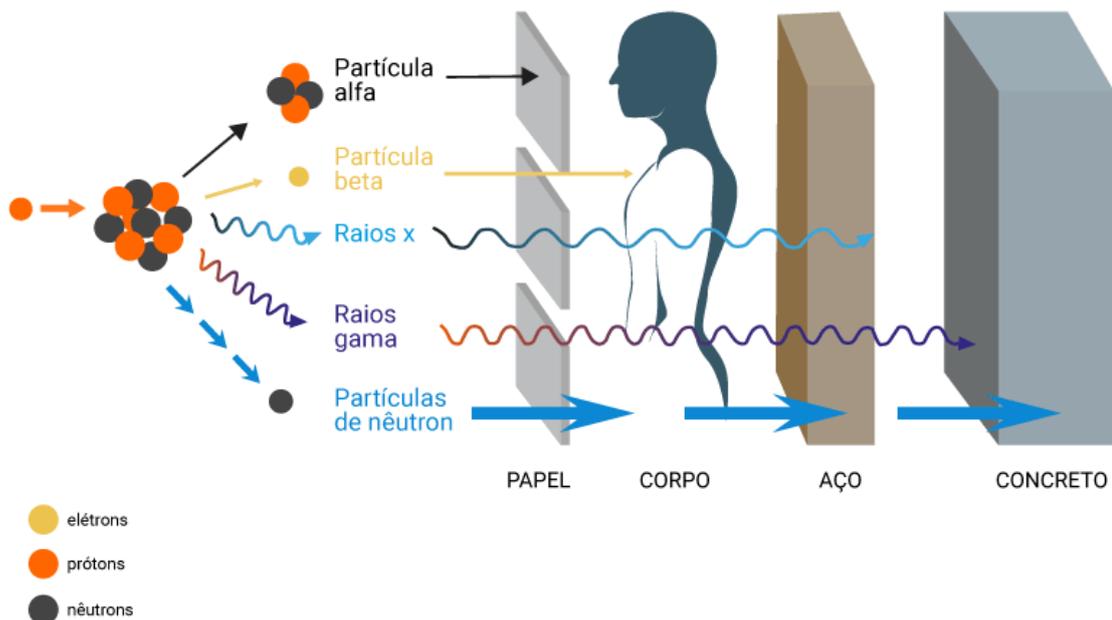


Imagem 11: Representação dos tipos de radiação e seu poder de penetração.

Fonte: Brasil escola (2022)

Veja que o cálculo apresentado para os estudantes, se baseia na condução de calor (radiação térmica). Dessa forma, esperamos simplificar as contas e fazer os jogadores se atentarem ao tema e as discussões socioambientais presentes nesse último problema (como a discussão sobre o descarte do lixo radioativo, impactos para a saúde e afins).

3.6.4 COMPORTAMENTO AO LONGO DO JOGO

Um fator interessante a ser observado são as atitudes tomadas pelos estudantes dentro do jogo, durante o enfrentamento de cada uma das situações-problema. Para facilitar a visualização, organizamos nossas observações no quadro abaixo:

Situação-problema enfrentada	Resumo do andamento dos acontecimentos dentro do jogo
1	Os estudantes tiveram bastante dificuldade no início do jogo, principalmente com os usos dos itens e perícias,

	<p>por não estarem habituados. Talvez, por isso, houve uma forte falta de iniciativa por parte deles, o que levou a uma grande demora na resolução do problema. Então, foi necessária uma intervenção ativa do pesquisador. A sessão foi encerrada sem uma resolução adequada, portanto foram indicados materiais complementares para um maior entendimento sobre o tema antes de uma retomada do problema, o que resultou numa melhoria significativa do desempenho deles, até a resolução do desafio.</p>
2	<p>Uma maior familiaridade com o jogo e uma melhor compreensão sobre o tema, levou os estudantes a conseguirem chegar ao resultado esperado para o desafio com relativa facilidade. Nesse problema, o J2, tomou a frente da situação e motivou os demais jogadores a se engajarem no jogo, o que fez as coisas caminharem muito bem.</p>
3	<p>Devido ao grande sucesso na missão anterior, todos os jogadores estavam bastante animados para resolver o problema. Ao se depararem com prints e notícias falsas, a indignação deles foi tão intensa quanto suas empolgações. As discussões sobre como comunicar o tema à população foram calorosas e a possibilidade de “mentir” para amenizar o pânico foi levantada. Após pensarem bastante, eles optaram por produzir um vídeo explicando detalhadamente o que era preciso de forma simples e eficiente.</p>
4	<p>Os estudantes tiveram bastante dificuldade em formular hipóteses sobre a origem do problema, pois não conseguiam determinar os parâmetros que deveriam ser utilizados para encontrar um local para a busca.</p>

	Entretanto, com uma leve ajuda do mestre, eles analisaram com mais calma os materiais das sessões anteriores, o que os ajudou a chegar numa resposta clara e objetiva para a situação. Além disso, devido a situação tensa com a contaminação de um dos jogadores, eles se envolveram emocionalmente com a história.
5	Nessa última missão, os participantes estavam bastante engajados e envolvidos com a história, por isso acabaram sendo engenhosos e trazendo diversas possibilidades de resolução dos problemas, que não foram esperadas pelo pesquisador. Ademais, durante o cálculo do poder de penetração, os estudantes tiveram bastante dificuldade até verificar um exemplo de cálculo junto ao pesquisador.

Quadro 7: Resumo do andamento do jogo.

Fonte: Produzido pelo próprio autor.



Imagem 12: Imagem retirada do vídeo produzido pelos estudantes durante a atividade.

Fonte: Produzido pelo próprio autor.

3.6.5 PROJETO PILOTO

Antes da aplicação definitiva com o grupo de estudantes selecionados, a fim de testar os materiais e desafios produzidos, realizamos um projeto piloto com estudantes do 3º ano do ensino médio do Colégio Militar da Polícia Militar II, localizado no bairro Cidade Nova, na cidade de Manaus. A escolha dos participantes dessa pesquisa se deu através de contato próximo com a irmã do pesquisador, que foi aluna dessa escola.

Esse projeto piloto foi feito em período reduzido, com apenas 3 sessões em vez das 6 originalmente planejadas. Apesar do tempo reduzido, os estudantes conseguiram ter um bom desempenho, desenvolvendo familiaridade com o jogo e suas mecânicas com certa rapidez. Através dessa aplicação, pudemos notar algumas falhas na ficha de personagem, como a desnecessária presença do sistema de pontos de vida e descrição da classe, e outros problemas, como a falta de informações suficientes para a resolução do problema e necessidade de materiais de estudo complementares para uma melhor progressão nos desafios do jogo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Antes de apresentarmos os resultados dessa pesquisa, é importante descrevermos o processo de desenvolvimento do sistema de codificação utilizado dentro da análise categorial que aplicamos. Iniciamos transcrevendo as gravações das sessões, do grupo focal e da entrevista. A partir desse processo, fragmentamos os textos em frases ou parágrafos relevantes e buscamos identificar os padrões que ali surgiam. Em seguida, agrupamos aquelas que possuíam significado similar nas categorias iniciais: 1) Engajamento e cooperatividade; 2) Tipo de imaginação envolvido; 3) 'Adaptabilidade' do conhecimento; 4) Visão de ciência e 5) Mobilização dos conceitos.

Conforme a análise foi progredindo, verificamos que as categorias 1 e 4 não contribuíam para os objetivos dessa pesquisa e, portanto, as descartamos. A categoria 3 teve seu nome alterado para "resolução das situações-problema", por ser um nome que reflete melhor o padrão identificado nesse agrupamento, enquanto a categoria 5 foi dividida em "comunicação do conhecimento científico" e

“aprendizagem de radioatividade”. A seguir, temos uma descrição de cada categoria e os critérios utilizados para atribuir os fragmentos de texto a cada uma delas:

- 1) Tipo de imaginação envolvida: verificação de quais os tipos de imaginação foram evocados pelos estudantes ao longo das atividades. Essa categoria se subdivide em imaginação material, imaginação dinâmica e imaginação bachelardiana;
 - Critério de seleção: trechos em que os participantes precisaram reproduzir alguma situação/objeto mentalmente e/ou buscar novas ideias que os ajudassem nos problemas enfrentados.
- 2) Resolução das situações-problema: avaliação de como os jogadores resolveram os problemas propostos. Essa categoria se divide em resoluções completamente adequadas, parcialmente adequadas e inadequadas;
 - Critério de seleção: trechos em que os estudantes buscam evidências, formulam hipóteses e/ou exploram as diversas formas de resolver o problema.
- 3) Comunicação do conhecimento científico: identificação das maneiras com que os estudantes transmitiam os seus conhecimentos sobre o tema para os outros jogadores e para os demais personagens da história. Essa categoria se subdivide em divulgação científica completa (DCC), divulgação científica incompleta (DCI) e divulgação científica nula (DCA);
 - Critério de seleção: trechos em que os participantes precisavam falar sobre radioatividade entre eles e com os outros NPC's.
- 4) Aprendizagem de radioatividade: examinação da aprendizagem dos jogadores sobre o tema da radioatividade, segundo a ótica de Gaston Bachelard. Essa categoria se divide em total, parcial e não desenvolvida.
 - Critério de seleção: trechos em que os estudantes demonstram, ou não, uma transformação de consciência e percepção, o que os levaria a explorar novas perspectivas e a reconceituar o mundo ao seu redor.

Um ponto que gostaríamos de destacar é que, dentro do possível, cada fragmento de texto foi atribuído a uma única categoria criada, uma vez que, se isso não o fizesse, poderia haver alguma ambiguidade sobre os fenômenos abordados, levando a um comprometimento da precisão e dos resultados dessa pesquisa. Dito isso, podemos prosseguir para a análise e interpretação dos dados categorizados.

4.1 TIPO DE IMAGINAÇÃO ENVOLVIDO

Nessa parte do texto, iremos nos aprofundar a respeito de um dos aspectos principais dessa pesquisa, a imaginação bachelardiana. Como apontado na revisão bibliográfica dessa dissertação, esse é o nome que demos a unificação da imaginação material e da imaginação dinâmica. Segundo a literatura, o seu uso no ensino de ciências pode levar o estudante a representar mentalmente os problemas estudados de forma mais eficiente, levando-o a explorar novas possibilidades e questionar suas concepções pré-estabelecidas. Com base nisso, buscamos verificar o tipo de imaginação evocado pelos estudantes durante o jogo.

Antes disso, ressaltamos que os dados retirados dos instrumentos de coleta serão apresentados ao longo do texto, codificados, de forma que S indica as situações-problema realizadas na aventura de RPG, Q indica o questionário do grupo focal e E indica a entrevista. Dessa maneira, a sigla S3 corresponde a 3ª situação-problema enfrentada no RPG e assim sucessivamente.

Para que pudéssemos classificar adequadamente os tipos imaginações surgidas na aplicação do RPG, com base nos estudos de Gaston Bachelard, utilizamos as seguintes subdivisões:

- a) Imaginação material: descrição do mundo através das experiências materiais e sensoriais;
- b) Imaginação dinâmica: transcendência das limitações da realidade observada, exploração de novos caminhos, possibilidades, ideias e teorias;
- c) Imaginação bachelardiana: desenvolvimento da base sensorial para a investigação científica e exploração de novas ideias/conceitos, além do conhecimento estabelecido.

Agora estamos aptos a analisar os trechos retirados dos instrumentos de coleta de dados. Para facilitar a triangulação, vamos classificar, individualmente, os tipos de imaginação evocados em cada um dos métodos utilizados. Iniciaremos com a entrevista, onde as questões abordadas foram as seguintes:

E2 - Como você apresentaria a radioatividade para alguém que nunca teve contato com o conceito?

E3 - Explique como a radioatividade está presente em seu cotidiano.

E5 - Imagine formas sensatas de evitar com que os problemas expostos durante a aventura acontecessem.

Codificação	Trecho	Tipo de imaginação
<i>E5J1</i>	<i>Seria fechar o local do hospital abandonado, e solucionar o problema de alta radiação 'deixado' por certos minérios radioativo</i>	Dinâmica
<i>E2J1</i>	<i>Eu diria que este material é prejudicial a saúde das pessoas se ficarem 'junto' a ela por muito tempo.</i>	Material
<i>E3J2</i>	<i>Quando fazemos uma Radiografia ou um micro-ondas estamos em contato direto com radiação, porém em pequenas quantidades, logo não é prejudicial a saúde.</i>	Material
<i>E5J2</i>	<i>Verificar de que forma poderíamos fazer o descarte correto de lixo radioativo.</i>	Dinâmica

Quadro 8: Tipos de imaginação evocadas na entrevista.

Fonte: Produzido pelo próprio autor.

Conforme podemos verificar, nos trechos coletados por meio desse instrumento de coleta, as imaginações evocadas tenderam a ser, majoritariamente, material (50%) e dinâmica (50%). Esse curioso dado, provavelmente, se deve a forma como a entrevista foi estruturada (individualizada) e realizada. Ao analisar com mais cuidado as perguntas produzidas, observamos que as perguntas possuíam um forte caráter descritivo e um fraco caráter reflexivo, o que acabou favorecendo o surgimento dos outros tipos de imaginação que não eram o objetivo dessa pesquisa.

Em seguida, vamos verificar as tendências de imaginação no grupo focal. As perguntas que analisaremos são:

Q2 – Como vocês explicariam esse conceito para alguém leigo?

Q9 – Imaginem que vocês são funcionários de uma grande usina nuclear, como em Chernobyl, e estão em uma situação de contaminação ainda mais grave que a vivida no jogo. Quais seriam as primeiras medidas que vocês tomariam ao saber do vazamento?

Codificação	Trecho	Tipo de imaginação
Q9J2	<i>Existe uma equipe especializada em contenção de vazamentos de radiação?</i>	Dinâmica
Q9J3	<i>É como naquele filme do Godzilla. Eles ‘tavam’ vendo um ‘negócio’ de radiação, mas ele estourou e saiu radiação pra todo mundo que tá lá. Eles ‘ficaram’ com a radiação. A primeira coisa que eles fizeram foi ‘sair fora’ e depois verificaram a taxa de emissão. Depois foram ‘pra’ um certo lugar pra se descontaminar.</i>	Material
Q9J6	<i>Na vida real, os caras desligaram os reatores. Eu não lembro como eles desligaram. Só que não foi no controle. É, mas eles salvaram a maioria. O negócio ‘tava’ por aí, mas eles desligaram.</i>	Material
Q2J3	<i>É ‘tipo’ ficar no sol, você vai ficar queimado se passar tempo demais. É, ‘tipo’ isso.</i>	Material
Q2J5	<i>Vamos supor que, dia a dia eu venho para a escola e volto à tarde, em torno de meio dia. Se eu ‘receber’ um calor do sol, que se eu ‘recebe’r por muito tempo e ficar muito ali parado nele, eu vou acabar sofrendo algumas consequências de saúde. Assim também eu levarei para a questão da radiação. A radiação, se a gente ‘levar’ pouco é tranquilo, mas se a gente ‘levar’ muito assim, por muito tempo, a gente acaba ficando</i>	Bacheladiana

	<i>mal.</i>	
Q2J6	<i>É 'tipo' quando o nosso corpo está quente, até começa a suar até a gente esfriar e ficar na temperatura do lugar.</i>	Material
Q9J3	<i>Se tivesse no local... A radiação lá já vai estar alta, né? Mas vai ter áreas concentradas que vai 'estar piorando'. A primeira coisa que você tem que fazer é identificar quais são as que tem menos radiação.</i>	Bachelorladiana
Q9J1	<i>Eu veria a dosagem. Quanto que 'tava' lá. 'Pra' ver se eu vou morrer de imediato. Quanto tempo eu tenho e alertar 'pra' todo mundo.</i>	Bachelorladiana

Quadro 9: Tipos de imaginação evocadas no grupo focal.

Fonte: Produzido pelo próprio autor.

Nos fragmentos coletados do grupo focal podemos verificar que as imaginações evocadas seguiram a seguinte tendência: material (50%), bachelorladiana (37,5%) e material (12,5%). A principal mudança é o aumento significativo de 37,5% da imaginação bachelorladiana, em detrimento à imaginação dinâmica. Uma possível justificativa para isso é que, devido a uma maior interação entre os jogadores, eles puderam refletir mais sobre as possibilidades do que fazer para resolver o problema, ativando sua imaginação bachelorladiana.

Finalizaremos observando as tendências presentes nas gravações das sessões do RPG:

Codificação	Trecho	Tipo de imaginação
S1J2	<i>Como será que começou esses sintomas nela? Como ela começou a 'ter' esses vômitos, diarreia e febre?</i>	Dinâmica
S1J3	<i>Nós estamos suspeitando que ela ingeriu alguma</i>	Dinâmica

	<i>substância que deve estar fazendo ocorrer esses sintomas nela.</i>	
S1J2	<i>Eu acho que eles viram uma coisa, 'tipo', algo me diz que foi uma comida que eles comeram e 'estava' com alguma coisa lá e eles não sentiram bem</i>	Dinâmica
S1J5	<i>É melhor pesquisar as alergias pra ver se tem algo a ver.</i>	Dinâmica
S5J4	<i>Como a gente vê se não vai dar choque nisso (a cerca elétrica) quando a gente tocar? Joga um pedaço de pau?</i>	Dinâmica
S1J3	<i>Esse cara aqui, ele 'tem' vômito. Vômito. Tá ausente no corona, tá ausente no resfriado, tá ausente na gripe, tá ausente na tuberculose. Mas é comum e forte em contaminação.</i>	Material
S1J4	<i>A gente descobriu que todos eles seguem o padrão, todos moram no bairro do Educandos. Todos têm sintomas muito comuns, então eu acho que dá pra isolar aquela área e conversar com as pessoas pra descobrir algum outro padrão.</i>	Bacherladiana
S1J2	<i>Existem três ruas próximas com pacientes internados, poderíamos pedir para J4, J1 e J6 se dividirem e verificarem as três.</i>	Bacherladiana
S1J3	<i>Tem pessoas que moram na mesma rua e que tem sintomas parecidos. Por exemplo, esse daqui, mora na Rua da Paciência, outro mora na Rua da Paciência, e eles tem os mesmos sintomas.</i>	Bacherladiana
S1J2	<i>O responsável de alguém é portuário que deve ter transportado coisas, né? 'Tipo', de fora, daqui</i>	Bacherladiana

	<i>mesmo. E eu acho que o pessoal que estava trazendo isso deve, deveria estar com algumas doenças... Eu acho que o pessoal que estava trazendo isso deve, deveria estar com alguma doença. Eu acho que a gente pode pedir pra dar uma olhada.</i>	
S1J2	<i>O 'cara' lá (um NPC portuário, responsável por uma das crianças internadas) ... O 'cara' chegou de algum canto, trouxe alguma coisa pra as crianças brincarem. Como elas estavam fazendo alguma coisa, eles estavam brincando. Porque é criança. Alguém trouxe algo que eles bricaram pra ficar assim</i>	Dinâmica
S5J5	<i>Se tá abandonado (o prédio), não deve ter energia lá né?</i>	Dinâmica
S1J3	<i>E se foi algo que espalhou na comida? As crianças comeram, Ou adultos, não sei, e acabou se espalhando.</i>	Dinâmica
S2J1	<i>A gente pode usar o aparelho pra ver se tem radiação na água?</i>	Dinâmica
S2J5	<i>a gente precisava de roupa protetora, mas a gente só está com o coletor. E se chamarmos alguém pra vir buscar?</i>	Bacherladiana
S2J6	<i>Essa escada tá velha e podre, pode acabar quebrando se quem descer for mais gordo, quem tem de descer é um magro.</i>	Bacherladiana
S2J6	<i>Se o nível de radiação aumentar mais, vamos morrer, velho. A gente precisa de roupas protetoras.</i>	Bacherladiana
S5J6	<i>É, mas estamos com pressa, então acho que não vai</i>	Dinâmica

	<i>dar pra esperar. Você não pode dar um tiro no cadeado (que tranca o portão do hospital)?</i>	
<i>S5J1</i>	<i>Talvez tenha algum buraco pra passar (pelo muro do hospital abandonado), ou podemos pular a cerca?</i>	Dinâmica

Quadro 10: Tipos de imaginação evocadas nas gravações das sessões.

Fonte: Produzido pelo próprio autor.

Note que, nas gravações, houve uma mudança brusca na tendência que vinha se formando, com as imaginações seguindo a ordem: dinâmica (57,9%), bachelardiana (36,8%) e, por fim, material (5,3%). A principal mudança a ser destacada é o aumento significativo de 45,4% na taxa de incidência da imaginação dinâmica, enquanto houve uma queda vertiginosa de 34,7% na presença da imaginação material.

Esses dados indicam que, dentro do ambiente do jogo, a imaginação que se destaca é a dinâmica. Enquanto isso, no ambiente externo, a imaginação evocada, majoritariamente, é a material. Em ambos os ambientes, a imaginação bachelardiana mostrou-se presente, apesar de não aparecer com muita intensidade em nenhum dos casos.

Uma justificativa plausível para essa tendência pode ser inferida através dos trabalhos de Silva (2016) e Amaral (2008), que indicam que a natureza do RPG, promove uma atividade investigativa constante, na qual os estudantes exploram os problemas, verificando variáveis e levantando hipóteses, a fim de avançar no jogo. Essa natureza, provavelmente, favorece o surgimento das imaginações dinâmicas e bachelardianas, como observado nos dados analisados.

No que diz respeito ao ambiente externo, precisamos observar com cuidado os dois cenários visto na entrevista (individual) e no grupo focal (coletivo). Nas duas situações a imaginação material tem uma forte presença, o que mostra que essa, provavelmente, é uma das formas de imaginação mais utilizadas pelos estudantes no seu cotidiano. Agora, dependendo da configuração do ambiente, com pessoas ao redor ou não, acabam surgindo, com menor incidência, as imaginações dinâmicas e bachelardiana, que competem por espaço entre si.

Esses resultados vão de encontro ao construtivismo de Lev Vygotsky (2008). Nessa teoria de ensino, o autor argumenta que as pessoas constroem seu entendimento do mundo por meio de interações sociais e culturais, especialmente com outros membros de sua comunidade. Para Vygotsky, esse processo é dinâmico e socialmente mediado, onde o ambiente e as interações sociais desempenham papéis cruciais. De certa forma, isso é o que encontramos dentro dos instrumentos de coleta de dados utilizados, dependendo da interação social que o estudante tem ao formular sua resposta, o tipo de imaginação evocado por ele é modificado!

4.2 RESOLUÇÃO DE SITUAÇÕES-PROBLEMAS

Nessa categoria, queremos avaliar como os jogadores resolveram os problemas propostos durante a aplicação do projeto. Vale lembrar que os desafios analisados não se limitam ao jogo, visto que dentro dos demais instrumentos de coleta de dados existem problemas, mais objetivos e diretos, que os estudantes deveriam resolver.

Dito isso, para fazer uma avaliação apropriada, é preciso entender melhor sobre a resolução de problemas no ensino de ciências. Segundo os estudos de Pozo e Crespo (1998), os critérios que definem resolução adequada para um problema são:

- Precisão: deve ser correta e precisa, resolvendo o problema apresentado;
- Coerência: deve seguir uma linha de raciocínio clara e sem contradições;
- Abordagem Metodológica: precisa possuir uma abordagem sistemática e metódica para resolver o problema, mostrando claramente os passos ou estratégias utilizadas;
- Compreensibilidade: necessita de linguagem e notação adequadas;
- Eficiência: Se houver várias maneiras de resolver o problema, a solução deve ser eficiente em termos de tempo, recursos e esforço necessários para alcançá-la;
- Criatividade: originalidade e/ou um pensamento inovador.

De forma geral, uma resolução adequada é precisa, lógica, metodologicamente sólida, compreensível, eficiente e criativa. Levando em conta esses critérios, classificamos as resoluções dadas pelos estudantes em três tipos:

- a) Completamente adequada: atende totalmente os critérios;

- b) Parcialmente adequada: atende parcialmente os critérios;
- c) Inadequada: atende nenhum ou quase nenhum dos critérios.

A partir dessas subcategorias, vamos avaliar as resoluções dos estudantes em cada um dos instrumentos de coleta. Seguindo a mesma organização da categoria anterior, iniciaremos com a entrevista, analisando as seguintes questões:

E4 – Cite um problema vivenciado no jogo e como você contribuiu para a solução dele.

E5 – Imagine formas sensatas de evitar com que os problemas expostos durante a aventura acontecessem.

Codificação	Trecho	Tipo de resolução
E4J2	<i>Altas concentração de radioatividade no ser humano, devido aos elementos radioativos deixados, em um certo local contaminado. Contribuí descobrindo a doença dos pacientes, fazendo um vídeo pra falar sobre radiação e fazendo cirurgias nos contaminados graves.</i>	Parcialmente adequada
E4J1	<i>Um dos problemas era achar o local fonte de radiação e os elementos radioativos. Eu as encontrava olhando onde os pacientes com radiação moravam e vendo o nível do medidor de radiação quando me aproximava dos lugares.</i>	Parcialmente adequada
E5J2	<i>Os problemas seriam evitados se eles (os NPC's da história) fizessem o descarte correto de lixo radioativo. [...] tinha que ver o tipo de radiação dos materiais e escolher o material do tamanho certo 'pra' evitar vazar.</i>	Parcialmente adequada
E5J1	<i>Uma forma de evitar o problema, seria ter fechado o</i>	Parcialmente

	<i>hospital abandonado e descartar os 'minérios radioativo' direito, sem deixar equipamentos perigosos pra trás.</i>	adequada
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------

Quadro 11: Tipos de resolução alcançadas na entrevista.

Fonte: Produzido pelo próprio autor.

Como podemos verificar, nesse instrumento de coleta 100% das resoluções mapeadas foram classificadas como parcialmente adequada, isso se deve ao fato delas falharem nos critérios: precisão, abordagem metodológica e, principalmente, criatividade. Todas as respostas fornecidas nesse instrumento foram precisas, coerentes e compreensíveis, mas deixaram de lado o aspecto da criatividade presente na produção das soluções citadas por eles.

O resultado alcançado, provavelmente, se deve ao formato de realização da entrevista, que pode ter inibido a aparição de todos os critérios necessários para alcançarmos uma resolução completamente adequada. A falta de um ambiente colaborativo, levou a falta de diferentes perspectivas que ajudassem no desenvolvimento de uma abordagem metodológica ideal. A possível não compreensão completa do tema também é um fator que pode ter influenciado na falha da precisão das respostas coletadas.

Prosseguindo em nossa análise, vamos observar algumas resoluções coletadas durante a aplicação do grupo focal na seguinte questão:

Q6 – Explique uma situação problema do jogo e sua solução para alguém que não conheça sobre radioatividade.

Codificação	Trecho	Tipo de resolução
Q6J1	<i>Depois de um certo tempo exposto à radiação, você como sentir vômitos, febre, dor de cabeça e diarreia. Se você for contaminado com radiação e, se for baixar radiação, é só tomar banho com água, sabão e vinagre. Depois ir no consultório, pra ver se a quantidade foi baixada.</i>	Parcialmente adequada

Q6J3	<i>Tinham pessoas que foram contaminadas por um vazamento de um elemento radioativo, pros casos leves, elas tomam banho com água, sabão e vinagre.</i>	Parcialmente adequada
Q6J2	<i>Quando era mais grave, tinha de fazer uma cirurgia de medula óssea ou usar sal azul da Prússia.</i>	Parcialmente adequada
Q6J4	<i>As pessoas contaminadas com radiação precisavam se consultar para confirmar se o nível (de radiação) foi baixado. Porque mesmo assim, lá em Chernobyl, o pessoal estava todo contaminado, mas não sabia. Eles acharam que só por conta de tomar água iriam baixar a radiação, mas não foi o caso.</i>	Parcialmente adequada

Quadro 12: Tipos de resolução alcançadas no grupo focal.

Fonte: Produzido pelo próprio autor.

Note que neste instrumento de coleta, assim como no anterior, ainda houve uma incidência de 100% de resoluções parcialmente adequadas. Contudo as respostas necessitavam de mais precisão, visto que todas foram corretas, mas incompletas, e de criatividade, uma vez que nenhuma explora diferentes formas de resolver os problemas.

Esse resultado nos mostra que a falha na construção de uma abordagem metodológica, presente na entrevista, foi, de fato, melhorada com a colaboração dos estudantes. A baixa precisão das respostas reforça uma baixa compreensão do tema. Quanto a criatividade, podemos supor que, devido ao grupo focal ter sido realizado após o término da aventura, eles utilizaram as respostas encontradas anteriormente, o que levou ao baixo índice de surgimento da criatividade.

Por fim, avaliaremos algumas resoluções presentes nas gravações das sessões do RPG:

Codificação	Trecho	Tipo de resolução
--------------------	---------------	--------------------------

S1J3	<i>Todos os contaminados moram na rua da Paciência. A gente pode mandar um grupo ir no lugar perto da casa deles!</i>	Completamente adequada
S1J1	<i>Olhando os prontuários, dá pra ver que várias pessoas tão com diarreia forte, vômitos, dor de cabeça e febre... isso são sintomas de contaminação por radiação.</i>	Completamente adequada
S1J2	<i>O responsável de alguém é portuário e deve ter transportado coisas, né? 'Tipo', de fora, daqui mesmo. E eu acho que o pessoal que estava trazendo isso deve, deveria estar com algumas doenças...</i>	Parcialmente adequada
S1J4	<i>Como elas estavam fazendo alguma coisa, eles estavam brincando. Porque é criança. Alguém trouxe algo que eles brincaram pra ficar assim.</i>	Parcialmente adequada
S1J5	<i>Ele acabou infectando a comida a uma criança, entendeu? E acabou se espalhando pra criança e pra todas as crianças. Vamos falar com ele!</i>	Parcialmente adequada
S1J3	<i>Porque nós estamos suspeitando que ela ingeriu alguma substância que deve estar [...] dando diarreia, vômitos e febre.</i>	Completamente adequada
S1J2	<i>Eu acho que eles ingeriram uma coisa, tipo, algo me diz que foi uma comida que eles comeram e estava alguma coisa lá e eles não sentiram bem. O que acha de perguntarmos a algum responsável?</i>	Parcialmente adequada

Quadro 13: Tipos de resolução alcançadas nas gravações das sessões.

Fonte: Produzido pelo próprio autor.

O quadro acima nos mostra que, durante a aventura de RPG, as resoluções foram classificadas em completamente adequadas (43%) e parcialmente adequadas

(57%). Diferente dos demais instrumentos, os jogadores demonstraram uma criatividade crescente durante a sua investigação dos problemas, o que contribuiu para uma resolução completamente adequada das situações. Entretanto, ainda houve um alto índice de respostas parcialmente adequadas, sendo a precisão o principal critério falho.

Levando em conta os dados levantados, é possível afirmar que os estudantes conseguiram desenvolver diversos critérios necessários para a produção de uma resolução adequada dos problemas enfrentados, mas falharam, principalmente, na precisão de suas respostas. Segundo Souza e Dourado (2015), o trabalho colaborativo é um fator essencial para a resolução adequada dos problemas, o que corrobora com o resultado encontrado na entrevista, que possui um ambiente individualista.

Além disso, ainda segundo os autores, durante o processo de resolução dos problemas, os alunos devem buscar informações por meio de leitura, análise crítica e discussão em grupo, fatores que não ocorreram completamente durante a aplicação dessa pesquisa, o que justifica a falha na precisão das respostas encontradas em todos os instrumentos de coleta de dados.

4.3 COMUNICAÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO

Nessa categoria, visamos identificar as maneiras com que os estudantes transmitiam os seus conhecimentos sobre o tema para os outros jogadores e para os demais personagens da história. Lembrando que a história interativa trabalhada nesse projeto era uma ficção científica e que, conforme visto anteriormente, possui as características de uma divulgação científica, vamos verificar se nas falas dos estudantes sobre o tema, também é possível identificar os elementos principais da DC.

Para que possamos fazer isso de maneira adequada, precisamos lembrar que, segundo Ribeiro e Kawamura (2006), os principais elementos da DC são:

- a) Linguagem clara e simples: evita o uso de termos técnicos desnecessários e frases complicadas;
- b) Contextualização: fornece exemplos ou analogias que ajudam os leitores a relacionarem o conteúdo com suas próprias experiências e conhecimentos prévios;

- c) Objetividade: evita o uso de palavras ou frases excessivamente longas, focando nas informações mais importantes;
- d) Recursos visuais: envolve o uso de diferentes formatos de comunicação (como imagens, gráficos e afins) que tornem o conteúdo mais atrativo;
- e) Rigor científico: cuidado para transmitir corretamente o conceito trabalhado, apesar da linguagem mais simplificada.

Considerando esses elementos como base, classificamos as falas presentes nos trechos em três tipos:

- a) Divulgação científica completa (DCC): atende todos os aspectos da DC;
- b) Divulgação científica incompleta (DCI): atende alguns dos aspectos da DC;
- c) Divulgação científica nula (DCA): atende nenhum ou quase nenhum dos aspectos da DC.

A partir disso, vamos iniciar nossa análise de dados pelos trechos coletados das questões abaixo durante a entrevista:

E1 – Resuma, da forma que conseguir, um conteúdo visto durante a aventura.

E2 - Como você apresentaria a radioatividade para alguém que nunca teve contato com o conceito?

E3 - Explique como a radioatividade está presente em seu cotidiano.

Codificação	Trecho	Tipo de linguagem	Elementos ausentes
E1J1	<i>A radiação tem três tipos: alfa, beta ou gama. Cada um deles precisa de diferentes materiais para isolá-la, como concreto, aço, papel e etc.</i>	DCI	Recursos visuais; Contextualização.
E2J2	<i>Radiação é prejudicial ‘a saúde das pessoas’ se ficarem a junto a ela por muito tempo.</i>	DCI	Recursos visuais; Contextualização; Rigor científico.
E3J1	<i>A radiação é vista quando fazemos uma radiografia ou usamos um</i>	DCI	Recursos visuais; Rigor científico.

	<i>micro-ondas. Nessa hora, estamos em contato direto com radiação, porém em pequenas quantidades, o que não é prejudicial à saúde.</i>		
E3J2	<i>Podemos ver a radiação em procedimentos médicos como raio X e em aparelhos como micro-ondas.</i>	DCI	Recursos visuais; Rigor científico.

Quadro 14: Tipos de divulgação científica demonstradas na entrevista.

Fonte: Produzido pelo próprio autor.

Nesse instrumento de coleta, podemos observar a incidência de 100% de divulgação científica incompleta. Tal classificação se deve à falta de um rigor científico adequado (são esquecidos aspectos importantes do tema), ausência de recursos visuais (apenas a fala é utilizada como forma de apresentação) e, em metade dos casos, não há contextualização do assunto abordado.

É possível justificar a ausência de recursos visuais devido ao formato da entrevista, que favorecia a fala sobre as demais formas de apresentação, entretanto os demais aspectos não possuem, aparentemente, uma justificativa para sua falha. Continuando a análise, verificaremos os fragmentos de texto coletados no grupo focal com as questões a seguir:

Q1 – O que, na compreensão de vocês, é radioatividade?

Q2 – Como vocês explicariam esse conceito para alguém leigo?

Codificação	Trecho	Tipo de linguagem	Elementos ausentes
Q1J3	<i>Existem três tipos de radiação: gama, alfa e beta. Algumas delas que a gente não fica muito ‘ferrado’ se tomar certa quantidade. Só que algumas outras vão prejudicando nosso corpo, se a gente receber</i>	DCI	Contextualização; Rigor científico; Recursos visuais.

	<i>alta dosagem delas. Prejudica a nossa saúde e o nosso sistema respiratório também</i>		
Q1J2	<i>Faz você ficar com febre, vômitos e dor de cabeça.</i>	DCI	Contextualização; Rigor científico; Recursos visuais.
Q1J3	<i>Radiação 'acaba' com o teu corpo, se você receber uma dose alta.</i>	DCI	Contextualização; Rigor científico; Recursos visuais.
Q2J1	<i>Tudo que em excesso faz mal, correto? A radiação é a mesma coisa também. A gente, ao longo do ano, pode receber uma certa quantidade que não faz mal para a gente. Mas, se a gente receber uma dose muito alta, isso pode fazer mal para a nossa saúde. Ou seja [...] quanto mais você recebe radiação, mais você 'se dá mal'.</i>	DCI	Contextualização; Rigor científico; Recursos visuais.
Q2J2	<i>É, 'tipo', quando uma matéria não é bem formada, ela começa a liberar energia.</i>	DCN	Contextualização; Rigor científico; Recursos visuais; Linguagem simples e clara
Q2J4	<i>É como uma luz, tipo de lâmpadas [...], que faz calor, mas em pequena quantidade. Só que, dependendo do tipo de lâmpada, ela solta em muita quantidade... isso faz você se sentir mal, de um</i>	DCI	Contextualização; Rigor científico; Recursos visuais.

	<i>'pouquinho' em 'pouquinho', e, se ficar demais, você vai precisar se tratar. Isso continua por um tempo até parar.</i>		
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

Quadro 15: Tipos de divulgação científica demonstradas no grupo focal.

Fonte: Produzido pelo próprio autor.

Nesse instrumento de coleta, observamos uma alta incidência da divulgação científica incompleta (83%) e o aparecimento da divulgação científica nula (17%). Note que, além da falta de um rigor científico adequado, ausência de recursos visuais e contextualização do tema, dessa vez também houve uso de frases enroladas ou pouco objetivas. Diferente da entrevista, os estudantes poderiam ter utilizado recursos visuais para a apresentação do conteúdo, mas optaram por descrever de forma oral, apenas, os conceitos trabalhados. Dando continuidade à nossa análise, vamos verificar os trechos coletados nas gravações das sessões do RPG:

Codificação	Trecho	Tipo de linguagem	Elementos ausentes
S3J2	<i>Radiação nada mais é do que a transmissão de energia de um corpo a outro. Normalmente não faz mal pra gente, mas é... depende da quantidade.</i>	DCI	Contextualização.
S3J5	<i>Uma dose muito grande de radiação pode danificar o coração, e os vasos sanguíneos e a pele. Além disso, ela também pode aumentar o risco de câncer.</i>	DCI	Contextualização.
S3J2	<i>As pessoas contaminadas tem como principais sintomas vômitos,</i>	DCI	Contextualização.

	<i>febre, dor de cabeça e diarreia. E você começa a sentir isso depois de um certo tempo, exposto à radiação.</i>		
S3J1	<i>Pra quem foi exposto gravemente, a gente precisa de tratamento com sal azul da Prússia. Também conhecido como radiogardase. E as pessoas que foram contaminadas levemente, é só se lavar com sal, água e vinagre.</i>	DCI	Contextualização.
S3J6	<i>Bom, a gente usa esses dois métodos para quando o caso por radiação, ele se torna muito grave. Bom, é recomendado os dois, mas 'tipo'... É mais... Digamos, é mais viável você fazer a cirurgia da medula óssea, porque 'tipo'... O sal da... O sal azul da Prússia é muito difícil de conseguir, sabe? E é muito caro. Não é acessível para todo mundo.</i>	DCI	Contextualização.
S3J6	<i>Na região afetada, a água também 'tá' contaminada por radiação, por isso, mesmo que a nossa região seja conhecida por consumir muito peixe, a gente recomenda que vocês não comam peixe, porque... Então, quando a água é contaminada por radiação, ela geralmente demora de uns 4 a 6</i>	DCI	Contextualização; Rigor científico.

	<i>meses para poder infectar alguém, sabe? Então, nessa altura do campeonato, a gente não sabe desde quando a água está contaminada, e talvez todos os animais estejam contaminados. Então, a gente precisa que vocês evitem comer qualquer animal 'vindo' do rio.</i>		
S3J5	<i>É bom ter cuidado com os animais também porque assim, tem rato que vive no lago, entendeu? Que depois vai para o lago para escapar do ser humano. E também tem cachorro que bebe água. E também tem rato que bebe água. Talvez se eles beberam água eles não acabaram passando para as pessoas assim mesmo.</i>	DCI	Contextualização; Rigor científico.

Quadro 16: Tipos de divulgação científica demonstradas nas gravações das sessões.

Fonte: Produzido pelo próprio autor.

Nesse instrumento de coleta, novamente, houve uma incidência de 100% de divulgação científica incompleta, contudo, diferente dos demais cenários, a principal falha dos estudantes foi na contextualização do tema, visto que as falas focam na explicação adequada do tema, mas sem trazê-lo para o cotidiano do público-alvo. É importante salientar que durante a situação-problema 3, analisada nessa categoria, os estudantes produziram um vídeo informativo falando sobre radioatividade, por isso, o elemento “recursos visuais” se faz presente em todos os trechos destacados.

Com base nos dados provenientes de cada instrumento, podemos afirmar que, dentro e fora do jogo, os estudantes mostraram, majoritariamente, uma divulgação científica incompleta. Os principais elementos ausentes nas falas dos jogadores são: contextualização, rigor científico e recursos visuais. Vamos

desconsiderar último item devido ao formato da entrevista e do grupo focal, que priorizam a exposição oral sobre o tema.

Quanto a contextualização e o rigor científico inadequado, é possível que haja uma falta de familiaridade dos estudantes com o assunto, devido ao baixo contato com a radioatividade. Segundo Santos (2014), a falta de familiaridade com o tema, juntamente com a falta de compreensão do público-alvo e uma pressão para simplificar o tema são elementos que costumam apresentar bastante falhas, mesmo entre divulgadores científicos mais experientes.

Contudo, mesmo com essas limitações, é inegável que, principalmente dentro do ambiente do RPG, houve uma tímida demonstração de divulgação científica por parte dos estudantes. Isso reforça que, com auxílio de uma história de ficção científica, com critérios de construção bem definidos, os estudantes poderiam alcançar uma divulgação científica completa, o que é corroborado pelos trabalhos de Menezes (2018), Delgado e Gomes (2020), e Sorensen (2021).

4.4 APRENDIZAGEM DE RADIOATIVIDADE

Nessa categoria, visamos examinar a aprendizagem dos jogadores sobre o tema da radioatividade, segundo a ótica de Gaston Bachelard. Vale lembrar que, para o autor, a aprendizagem é um processo de ruptura e superação de concepções anteriores, que leva o indivíduo a explorar novas perspectivas e a reconceituar o mundo ao seu redor, através da interação entre o sujeito e o mundo. Dessa forma, para dizer que houve aprendizagem, segundo Bachelard, o estudante deve:

- Buscar novas possibilidades e ideias para a resolução dos problemas;
- Utilizar metáforas e analogias;
- Investigar, questionar e refletir constantemente sobre o conhecimento existente, de forma a superar as concepções prévias;
- Valorizar as experiências sensoriais e utilizá-las para a compreensão profunda do problema.

Com base nisso, classificamos a aprendizagem dos estudantes durante a pesquisa como:

- a) Integral: atende todas as características da aprendizagem;
- b) Parcial: atende algumas das características da aprendizagem;

c) Não desenvolvida: não atende nenhuma, ou quase nenhuma, característica da aprendizagem.

Para que possamos avaliar a aprendizagem ao longo da aplicação completa desse projeto de pesquisa, precisaremos revisitar alguns trechos já utilizados em outras categorias. Levando em conta que o processo de aprendizagem permeia todas as situações vivenciadas pelos estudantes, tal retorno não deve comprometer a precisão e nem os resultados fornecidos. Dito isso, podemos analisar os dados coletados na entrevista:

E1 – Resuma, da forma que conseguir, um conteúdo visto durante a aventura.

E2 - Como você apresentaria a radioatividade para alguém que nunca teve contato com o conceito?

E3 - Explique como a radioatividade está presente em seu cotidiano.

E4 – Cite um problema vivenciado no jogo e como você contribuiu para a solução dele.

E5 – Imagine formas sensatas de evitar com que os problemas expostos durante a aventura acontecessem.

Codificação	Trecho	Tipo de aprendizagem
E3J2	<i>Quando fazemos uma Radiografia ou um micro-ondas estamos em contato direto com radiação, porém em pequenas quantidades, logo não é prejudicial a saúde.</i>	Não desenvolvida
E4J1	<i>Um dos problemas era achar o local fonte de radiação e os elementos radioativos. Eu as encontrava olhando onde os pacientes com radiação moravam e vendo o nível do medidor de radiação quando me aproximava dos lugares.</i>	Parcial
E5J2	<i>Os problemas seriam evitados se eles (os NPC's da história) fizessem o descarte correto de lixo</i>	Parcial

	<i>radioativo. [...] tinha que ver o tipo de radiação dos materiais e escolher o material do tamanho certo pra evitar vazar.</i>	
E5J1	<i>Uma forma de evitar o problema seria ter fechado o hospital abandonado e descartar os 'minérios radioativo' direito, sem deixar equipamentos perigosos pra trás.</i>	Parcial
E1J1	<i>A radiação tem três tipos: alfa, beta ou gama. Cada um deles precisa de diferentes materiais para isolá-la como concreto, aço, papel e etc.</i>	Não desenvolvida
E2J2	<i>Radiação é prejudicial à saúde das pessoas se ficarem a 'junto' a ela por muito tempo.</i>	Não desenvolvida
E3J1	<i>A radiação é vista quando fazemos uma radiografia ou usamos um micro-ondas. Nessa hora, estamos em contato direto com radiação, porém em pequenas quantidades, o que não é prejudicial a saúde.</i>	Não desenvolvida
E3J2	<i>Podemos ver a radiação em procedimentos médicos como raio X e em aparelhos como micro-ondas.</i>	Não desenvolvida

Quadro 17: Tipos de aprendizagens demonstradas na entrevista.

Fonte: Produzido pelo próprio autor.

Nesse instrumento de coleta, tivemos um alto índice de aprendizagens não desenvolvidas (62%) e um valor significativo de aprendizagens parciais (38%). Buscando possíveis justificativas para tal resultado, podemos levantar que, devido a entrevista ser realizada após a aplicação da aventura, os conceitos trabalhados já estavam estabelecidos na mente dos estudantes, o que os levou a não apresentarem um questionamento e reflexão constante sobre o tema e nem a buscarem outras formas de falar sobre ele.

Outra possibilidade a ser considerada é, novamente, o formato da entrevista. Levando em conta que ela foi realizada individualmente com os estudantes, provavelmente, houve uma falta de interação com outros jogadores e com pontos de vista diferentes acerca dos problemas, o que pode ter levado a um baixar reflexão sobre seus conhecimentos prévios do tema. Prosseguiremos avaliando a aprendizagem nos trechos coletados no grupo focal, com as seguintes perguntas:

Q1 – O que, na compreensão de vocês, é radioatividade?

Q2 – Como vocês explicariam esse conceito para alguém leigo?

Q6 – Explique uma situação problema do jogo e sua solução para alguém que não conheça sobre radioatividade.

Q9 – Imaginem que vocês são funcionários de uma grande usina nuclear, como em Chernobyl, e estão em uma situação de contaminação ainda mais grave que a vivida no jogo. Quais seriam as primeiras medidas que vocês tomariam ao saber do vazamento?

Codificação	Trecho	Tipo de aprendizagem
Q2J1	<i>Tudo que em excesso faz mal, correto? Com a radiação é a mesma coisa também. A gente durante o ano, a gente recebe uma taxa de radiação, que é bem pouca, não faz muito mal para a gente. Mas se a gente receber muita dose, isso pode fazer mal para a nossa saúde. Ou seja, tudo o que é em excesso faz mal, ou seja, quanto mais você recebe radiação, você se dá mal.</i>	Parcial
Q9J3	<i>É como naquele filme do Godzilla. Eles ‘tavam’ vendo um ‘negócio’ de radiação, mas ele estourou e saiu radiação pra todo mundo que tá lá. Eles ‘ficaram’ com a radiação. A primeira coisa que eles fizeram foi ‘sair fora’ e depois verificaram a taxa de emissão. Depois foram ‘pra’ um certo lugar pra se</i>	Parcial

	<i>descontaminar.</i>	
Q2J3	<i>É 'tipo' ficar no sol, você vai ficar queimado se passar tempo demais. É, 'tipo' isso.</i>	Não desenvolvida
Q2J5	<i>Vamos supor que, dia a dia eu venho para a escola e volto à tarde, em torno de meio dia. Se eu 'receber' um calor do sol, que se eu 'receber' por muito tempo e ficar muito ali parado nele, eu vou acabar sofrendo algumas consequências de saúde. Assim também eu levarei para a questão da radiação. A radiação, se a gente 'levar' pouco é tranquilo, mas se a gente 'levar' muito assim, por muito tempo, a gente acaba ficando mal.</i>	Parcial
Q2J6	<i>É 'tipo' quando o nosso corpo está quente, até começa a suar até a gente esfriar e ficar na temperatura do lugar.</i>	Parcial
Q9J3	<i>Se tivesse no local... A radiação lá já vai estar alta, né? Mas vai ter áreas concentradas que vai 'estar piorando'. A primeira coisa que você tem que fazer é identificar quais são as que tem menos radiação.</i>	Parcial
Q6J1	<i>Depois de um certo tempo exposto à radiação você como sentir vômitos, febre, dor de cabeça e diarreia. Se você for contaminado com radiação e, se for baixar radiação, é só tomar banho com água, sabão e vinagre. Depois ir no consultório, pra ver se a quantidade foi baixada.</i>	Parcial
Q6J3	<i>Tinham pessoas que foram contaminadas por um vazamento de um elemento radioativo, pros casos leves elas tomam banho com água, sabão e vinagre.</i>	Não desenvolvida

Q1J3	<i>Existem três tipos de radiação: gama, alfa e beta. Algumas delas que a gente não fica muito ferrado se tomar certa quantidade. Só que algumas outras vão prejudicando nosso corpo, se a gente receber alta dosagem delas. Prejudica a nossa saúde e o nosso sistema respiratório também</i>	Parcial
Q2J2	<i>É, tipo, quando uma matéria não é bem formada, ela começa a liberar energia.</i>	Não desenvolvida
Q2J4	<i>É como uma luz, tipo de lâmpadas [...], que faz calor, mas em pequena quantidade. Só que, dependendo do tipo de lâmpada, ela solta em muita quantidade... isso faz você se sentir mal, de um pouquinho em pouquinho, e, se ficar demais, você vai precisar se tratar. Isso continua por um tempo até parar.</i>	Parcial

Quadro 18: Tipos de aprendizagens demonstradas no grupo focal.

Fonte: Produzido pelo próprio autor.

Nesse instrumento de coleta, houve algumas diferenças em relação ao anterior. Como podemos ver, os índices de aprendizagem não desenvolvida caíram significativamente, indo de elevados 62% para apenas 28%, uma queda de 34%. Em contrapartida, a aprendizagem parcial subiu de 38% para 72%. Buscando formas de compreender essa brusca alteração de índices, nos voltamos para principais características de cada instrumento e, observamos que, o fator determinante aqui é a interação social.

Durante a entrevista, em um ambiente mais “isolado”, os estudantes demonstram baixos níveis de investigação, questionamento e reflexão, o que os leva a ter, segundo a classificação de aprendizagem utilizada por nós, uma aprendizagem não desenvolvida. Entretanto, conforme as interações sociais aumentam, com o grupo focal, há um compartilhamento de ideias, experiências e pontos de vista entre os estudantes, o que leva a um desenvolvimento da aprendizagem, conforme indicam os dados.

Para verificar se esse apontamento construído é, de fato, válido, prosseguiremos analisando os fragmentos de texto coletados nas gravações das sessões do RPG:

Codificação	Trecho	Tipo de aprendizagem
S5J1	<i>A gente tem de ver qual o tipo de radiação elas emitem</i>	Parcial
S5J6	<i>O material precisa ser concreto, assim podemos selar os dois materiais radioativos juntos</i>	Parcial
S3J2	<i>Radiação nada mais é do que a transmissão de energia de um corpo a outro. Normalmente não faz mal pra gente, mas é... depende da quantidade.</i>	Parcial
S3J1	<i>Pra quem foi exposto gravemente, a gente precisa de tratamento com sal azul da Prússia. Também conhecido como radiogardase. E as pessoas que foram contaminadas levemente, é só se lavar com sal, água e vinagre.</i>	Não desenvolvida
S3J6	<i>Bom, a gente usa esses dois métodos para quando o caso por radiação, ele se torna muito grave. Bom, é recomendado os dois, mas tipo... É mais... Digamos, é mais viável você fazer a cirurgia da medula óssea, porque tipo... O sal da... O sal azul da Prússia é muito difícil de conseguir, sabe? E é muito caro. Não é acessível para todo mundo.</i>	Parcial
S3J6	<i>Na região afetada a água também tá contaminada por radiação, por isso, mesmo que a nossa região seja conhecida por consumir muito peixe, a gente recomenda que vocês não comam peixe, porque... Então, quando a água é contaminada por radiação,</i>	Total

	<i>ela geralmente demora de uns 4 a 6 meses para poder infectar alguém, sabe? Então, nessa altura do campeonato, a gente não sabe desde quando a água está contaminada, e talvez todos os animais estejam contaminados. Então, a gente precisa que vocês evitem comer qualquer animal vindo do Rio.</i>	
S3J5	<i>É bom ter cuidado com os animais também porque assim, tem rato que vive no lago, entendeu? Que depois vai para o lago para escapar do ser humano. E também tem cachorro que bebe água. E também tem rato que bebe água. Talvez se eles beberam água eles não acabaram passando para as pessoas assim mesmo.</i>	Total
S1J1	<i>Olhando os prontuários dá pra ver que várias pessoas tão com diarreia forte, vômitos, dor de cabeça e febre... isso são sintomas de contaminação por radiação.</i>	Parcial
S1J2	<i>Eu acho que eles ingeriram uma coisa, tipo, algo me diz que foi uma comida que eles comeram e estava alguma coisa lá e eles não sentiram bem. O que acha de perguntarmos a algum responsável?</i>	Parcial
S5J4	<i>Como a gente vê se não vai dar choque nisso (a cerca elétrica) quando a gente tocar? Joga um pedaço de pau?</i>	Parcial
S1J3	<i>Esse cara aqui, ele tem vômito. Vômito. Tá ausente no corona, tá ausente no resfriado, tá ausente na gripe, tá ausente na tuberculose. Mas é comum e forte em contaminação.</i>	Parcial
S1J2	<i>o responsável de alguém é portuário que deve ter</i>	Parcial

	<i>transportado coisas, né? Tipo, de fora, daqui mesmo. E eu acho que o pessoal que estava trazendo isso deve, deveria estar com algumas doenças... Eu acho que o pessoal que estava trazendo isso deve, deveria estar com alguma doença. Eu acho que a gente pode pedir pra dar uma olhada.</i>	
S5J5	<i>Se tá abandonado (o prédio), não deve ter energia lá né?</i>	Parcial
S2J5	<i>a gente precisava de roupa protetora, mas a gente só está com o coletor. E se chamarmos alguém pra vir buscar?</i>	Parcial
S5J6	<i>É, mas estamos com pressa, então acho que não vai dar pra esperar. Você não pode dar um tiro no cadeado (que tranca o portão do hospital)?</i>	Parcial
S5J1	<i>Talvez tenha algum buraco pra passar (pelo muro do hospital abandonado), ou podemos pular a cerca?</i>	Parcial

Quadro 19: Tipos de aprendizagens demonstradas nas gravações das sessões.

Fonte: Produzido pelo próprio autor.

O que podemos observar com os dados coletados aqui é, novamente, uma queda no índice de aprendizagem não desenvolvida (6%), enquanto a aprendizagem parcial sofre uma nova ascensão (82%) e, finalmente, surgem fragmentos demonstrando uma aprendizagem total (12%). Tais informações, nos indicam que a suposição levantada anteriormente é, de fato, válida, uma vez que o RPG, segundo Silva (2016) e Amaral (2008), é um ambiente de extrema interação social entre os estudantes, visto que para avançar no jogo, eles precisam explorar problemas, identificar variáveis, levantar hipóteses e discutir suas ideias em grupo.

Isso vai de encontro com as ideias de Bachelard sobre a aprendizagem, visto que, para o autor, a aprendizagem é um processo de ruptura e superação de concepções anteriores, que acontece através da interação ativa do sujeito com o

ambiente, o que o leva a novas perspectivas e a reflexão sobre o mundo ao seu redor.

Apesar do resultado condizente com o nosso referencial teórico, precisamos apontar que, nos fragmentos analisados, houve um apego excessivo, por parte dos estudantes, às características da radioatividade vistas durante o jogo, talvez por comodidade ou falta da familiaridade com o tema. Isso é refletido na falta do uso de novas formas de explicar o conteúdo, como a falta de analogias ou metáforas que ajudariam pessoas não especializadas a entender melhor o conceito abordado.

Podemos classificar esse apego excessivo como um obstáculo epistemológico, mais especificamente o obstáculo da experiência primeira, visto que eles acabam enfatizando as experiências vistas durante o jogo, em vez da explicação científica por trás das situações-problema vivenciadas.

Portanto dizemos que a imaginação bachelardiana evocada durante a aplicação dessa pesquisa, apesar de ter ajudado os estudantes a representar os conceitos científicos abstratos, explorando novas possibilidades, questionando as suas concepções pré-estabelecidas, ainda produziu, após a sua utilização, um obstáculo epistemológico.

Uma possível justificativa para tal contradição pode ser encontrada nos estudos de Bachelard, onde este aponta que:

“A imaginação é uma forma de desobstruir o progresso entre os estados do espírito científico e o torna mais leve e dinâmico [...], dentro das ciências exatas, ela é uma forma de sublimação, mas pode enganar se não sabemos o que e como sublimar” (BACHELARD, 1996)

Esse trecho, nos indica que, ao não entender completamente o obstáculo a ser superado e como superá-lo, o pesquisador falhou em produzir questionamentos e/ou desafios adequados que pudessem estimular nos estudantes esse senso constante de reflexão a respeito dos próprios conhecimentos.

Uma forma de evitar esse problema seria identificar inicialmente quais obstáculos epistemológicos estão presentes nas concepções prévias dos estudantes e, com base nisso, desenvolver as atividades a respeito do tema. Dessa forma,

poderíamos minimizar as chances de persistência ou desenvolvimento de novos apegos excessivos por parte dos participantes da pesquisa.

5 CONCLUSÕES

Nesta pesquisa, podemos observar que o tipo de imaginação evocada, majoritariamente, depende das circunstâncias do ambiente no qual o estudante se encontra. Quanto maior for a interação social presente, a tendência é que haja uma maior incidência da imaginação dinâmica, enquanto, em contrapartida, quanto menor for o nível de interação social, maior será a incidência da imaginação material.

Quando há um equilíbrio entre a imaginação material e dinâmica, temos o surgimento da imaginação bachelardiana, que ajuda o estudante a representar os objetos estudados e explorar novas possibilidades, questionando e se libertando das concepções pré-estabelecidas. Contudo, mesmo invocando esse tipo de imaginação, caso não se conheça adequadamente os obstáculos epistemológicos presentes nos conhecimentos prévios dos estudantes não será possível superá-los e desenvolver uma aprendizagem adequada, do ponto de vista de Gaston Bachelard.

Outro aspecto interessante a ser observado, é que, dentro do ambiente do RPG, é possível desenvolver diversos critérios necessários para a produção de uma resolução adequada de problemas, mas é preciso que haja um incentivo à busca de informações, análise crítica e discussão em grupo por parte do professor, para que esse processo não falhe, sobretudo no que diz respeito a precisão das resoluções fornecidas.

Quando observamos as formas de comunicar o conteúdo demonstradas pelos estudantes, dentro e fora do jogo, podemos ver que há, majoritariamente, uma divulgação científica incompleta. Os principais elementos ausentes foram: contextualização e rigor científico. A falta desses itens indica uma falta de familiaridade dos estudantes com o assunto, devido ao baixo contato com a radioatividade em outros ambientes que não fossem o RPG.

Juntamente com a falta de compreensão do público-alvo e uma pressão para simplificar o tema, a falta de familiaridade é um dos elementos que mais costuma

apresentar falhas no desenvolvimento de uma divulgação científica adequada, mesmo em divulgadores mais experientes.

As tendências presentes nos três instrumentos de coleta de dados indicam que, independentemente de qual seja o aspecto analisado, há uma grande influência das condições do ambiente no qual o estudante se encontra, sobre o tipo de imaginação desenvolvido, a aprendizagem dos conceitos, a comunicação do tema à públicos diversos e a capacidade de resolução de problemas.

Tal informação corrobora com o referencial teórico utilizado que nos indicava que é justamente através da interação entre o sujeito e o mundo que há um processo de ruptura e superação de concepções anteriores. Dentro desse processo, há uma transformação da consciência e da percepção, levando o sujeito a explorar novas perspectivas e a reconceituar o mundo ao seu redor.

Assim sendo, em trabalhos futuros, poderíamos verificar quais características dos jogos que proporcionam uma maior interação entre os jogadores, catalogar quais formas de utilizar o lúdico que podem produzir resultados similares aos encontrados aqui ou buscar formas de aplicar o projeto desenvolvido aqui com uma maior quantidade de estudantes. Outro caminho sugerido que parece bastante promissor para o pesquisador é estudar formas de utilizar esta, ou outras ferramentas lúdicas, de forma mais rápida e prática pelos professores, em sala de aula, com tempo limitado e uma maior quantidade de alunos.

Por fim, gostaríamos de reforçar que, independente dos resultados encontrados serem aquém do esperado, o RPG mostrou-se uma poderosa ferramenta didática para abordar diversos aspectos do conhecimento, dando uma abordagem superficial, porém precisa, sobre o tema trabalhado. Esse jogo, com as condições corretas, pode proporcionar uma melhoria significativa na aprendizagem dos estudantes e vale a pena ser explorada com mais carinho, principalmente no ensino de ciências.

6 REFERÊNCIAS

AMARAL, R. R. **Uso do rpg pedagógico para o ensino de física**. Dissertação de Mestrado — Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2008.

ANARA, M.; SILVA, C. Calor, Temperatura, Poções e Magias: O Uso do RPG como Ferramenta Avaliativa em aulas de Física no Ensino Médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 9, n. 1, p. 73–89, 1 jan. 2014.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. Contraponto, 1938, 1996.

BARROSO, M. A.; SANTOS PINTO, T. J. Bachelard: a aprendizagem científica como ruptura. **Educação em Perspectiva**, Viçosa, MG, v. 8, n. 2, p. 232–249, 2017.

BETHESDA. **The Elder Scrolls V: Skyrim**, 2011. Disponível em: <<https://elderscrolls.bethesda.net/pt/skyrim>>. Acesso em: 29 de nov. de 2021.

BEUREN, A. **Tormenta: O Senhor Das Sombras - Livro Jogo**. 1.ed. brasileira. Tradução de Rogério Saladino. Porto Alegre. 1999.

BLIZZARD. **World of Warcraft**, 1994. Disponível em: <<https://worldofwarcraft.com/pt-br/>>. Acesso em: 29 de nov. de 2021.

CAMATARI VILAS BOAS, A.; GONÇALVES MACÊNA JÚNIOR, A.; MENEGHELLO PASSOS, M. RPG pedagógico como ferramenta alternativa para o ensino de Física no Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 2, p. 372, 9 ago. 2017.

BRASIL. **Secretaria de Educação Básica**. Orientações Curriculares Nacionais. Brasília: Ministério da Educação, 2006.

BULCÃO, M. Bachelard: a noção de imaginação. **DOAJ (DOAJ: Directory of Open Access Journals)**, 1 ago. 2003.

CARVALHO FILHO, J. E. C. EDUCAÇÃO CIENTÍFICA NA PERSPECTIVA BACHELARDIANA: Ensino Enquanto Formação. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 8, n. 1, p. 8–31, jun. 2006.

CD PROJECT RED. **The Witcher**, 2007. Disponível em: <<https://thewitcher.com/en/witcher1>>. Acesso em: 29 de nov. de 2021.

CRESWELL, J. W.; J. DAVID CRESWELL. **Projeto de pesquisa - 2.ed.** [s.l.] Penso Editora, 2021.

DA SILVA, J. V. et al. **O Jogo No Processo De Ensino Aprendizagem Na Disciplina De Ciências: Uma Experiência Desenvolvida Em Uma Escola Pública No Município De Vitória De Santo Antão, Pe.** . In: V CONEDU, 2018.

DELGADO, L.; GOMES E. F. Cultura e divulgação científica: as possibilidades de diálogo a partir do cinema de ficção científica. **EDICC** v. 6, 25 jun. 2020.

SILVA; ANGELA FERNANDES CAMPOS; CECÍLIA, M. Alguns aspectos do ensino e aprendizagem de radioatividade em periódicos nacionais e internacionais. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 10, n. 19, p. 46-61, 2013.

DEJARDIN, I. ; SILVA, F. ; MATTA, A. E. R. . **Socializando vivências em ecocidadania nas escolas através de jogos Role-Playing Games digitais.** Congresso Internacional de Educação , v. 1, p. 1-11, 2011.

DOMINGUINI, L.; ILTON BENONI SILVA. OBSTÁCULOS À CONSTRUÇÃO DO ESPÍRITO CIENTÍFICO: REFLEXÕES SOBRE O LIVRO DIDÁTICO. **Plures Humanidades**, v. 12, n. 1, 6 jan. 2011.

FELBER, D.; KRAUSE, J. C.; VENQUIARUTO, L. D. O uso de jogos digitais como ferramenta de auxílio para o ensino de Física. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 1, n. 2, 23 ago. 2018.

FLICK, U.; ROBERTO CATALDO COSTA. **Qualidade na pesquisa qualitativa: Coleção Pesquisa Qualitativa.** 2009.

VIVIANE LIMA FERREIRA; PONZI, E. Uma androide consciente em westworld: referências para pensar procedimentos autorais na Educação. **Travessias**, v. 13, n. 3, p. 214–234, 26 dez. 2019.

FREITAS, L.; SITKO, C.; CHAGAS, M. Panorama do RPG (Role-Playing Game) no Ensino de Física no período de 2015-2019. **Revista Ensino & Pesquisa**, v. 18, n. 3, p. 53–64, 2 dez. 2020.

BACHELARD, G. **A poética do espaço**. São Paulo (Sp): M. Fontes, 2008.

FURLAN, C. C. Corpos, gênero e performances em cena: entrelaçar entre RPG e experiências na constituição das identidades. **Perspectiva**, v. 39, n. 1, p. 1–19, 3 mar. 2021.

GASI, F. T. **A Poética Imaginária do Videogame**. Dissertação de Mestrado em Comunicação e Semiótica—Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2011.

GIL, A. A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. [s.l.] Éditeur: São Paulo: Atlas, 2002.

GRAVITY CORP. **Ragnarök Online**, 2002. Disponível em: <<https://playragnarokonlinebr.com/>>. Acesso em: 29 de nov. de 2021.

GYGAX, G; ARNESON, D. **Dungeons & Dragons - Livro Jogo**. 1.ed. americana. Tradução de Olga Montero. Rio de Janeiro. 1974.

KATAHIRA, B. Y. **Ensino de ciências e improvisação teatral: a imaginação criadora em cena**, XI ENPEC, 2017.

KATAHIRA, B. Y. **O discurso imaginante-criador na interface entre múltiplas linguagens e ensino de ciências**, XIII ENPEC, 2017.

TIZUKO MORCHIDA KISHIMOTO. **O jogo e a educação infantil**. São Paulo, Sp Cengage Learning, 2008.

LOPES, D. C.; HERBST, M. H. O Papel Esquecido da Radioatividade no Ensino da Estrutura Atômica em Escolas da Rede Estadual de Ensino no Rio de Janeiro. **Revista Educação e Pesquisa em Química**, 2022.

LUIZ, E.; FLORA, H. O uso do jogo de roles (roleplaying game) como estratégia de discussão e avaliação do conhecimento químico. **REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias**, v. 8, n. 1, p. 14, 1 jan. 2009.

RODRIGUES, F. et al. UM ROLE-PLAYING GAME (RPG) PEDAGÓGICO PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 3, p. 263–283, 1 jan. 2020.

MARCONDES, G. C. **O livro das lendas**. São Paulo, BRA: Zouk. 2004

MENEZES, S. S.; ARAUJO, R. F. FANFICTION DE FICÇÃO CIENTÍFICA: divulgação e incentivo à leitura sobre ciência. **Múltiplos Olhares em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 8, n. 2, 2018.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise textual discursiva**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2007.

NINTENDO. **The Legend of Zelda**, 1986. Disponível em: <<https://www.nintendo.pt/Jogos/Portal-Nintendo/Portal-The-Legend-of-Zelda/Portal-The-Legend-of-Zelda-627606.html>>. Acesso em: 29 de nov. de 2021.

CERQUEIRA, J.; EURICO, A. **O Role Play Game Digital Para O Ensino a Distância: Uma Proposta Pedagógica Sobre O Tráfico De Escravizados Na Bahia**. CIAED - Congresso Internacional ABED de Educação a Distância , v. 1, p. 1-8, 2016.

PESSÔA, A. V. **Gaston Bachelard e a imaginação material e dinâmica**. XI Congresso Internacional da ABRALIC. São Paulo: USP. 2008.

PINHEIRO, A.; CARDOSO, S. O lúdico no ensino de ciências: uma revisão na Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 3, n. 1, p. 57-76, 4 jun. 2020.

PONTES, E. C. ; FILHO, J. K. ; MATTA, A. E . **Sistema de Apoio a Decisão Baseado em Modelo Inovador De RPG Onde os Personagens São Grupos**. 17 CIAED - Congresso Internacional ABED de Educação a Distância , v. 1, p. 1-10, 2016.

RIBEIRO, Renata Alves. **Divulgação Científica e Ensino De Física: Intenções, Funções E Vertentes**. Dissertação de Mestrado – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

SANT'ANNA, Alexandre; NASCIMENTO, Paulo Roberto. A História do lúdico na educação. **REVEMAT: Revista Eletrônica de matemática**, v. 6, n. 2, p. 19-36, 2011.

SANTOS, F. M. Falhas na divulgação científica pelas universidades públicas paulistas. **IV INTERCOM**. 2014.

SILVA, P. H. **O Role-playing game (Rpg) como ferramenta para o ensino de Física**. 2016. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

SILVA, C. S.; SOARES, M. H. F. B. Estudo bibliográfico sobre conceito de jogo, cultura lúdica e abordagem de pesquisa em um periódico científico de Ensino de Química. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 29, p. e23003, 2023.

SOARES, A. N. et al. Role Playing Game (RPG) na graduação em enfermagem: potencialidades pedagógicas. **Revista Eletrônica de Enfermagem**, v. 18, 1 dez. 2016.

SORENSEN, R. N.; TEIXEIRA, R. Possibilidades do uso de obras de ficção científica no ensino de física. **Revista do Professor de Física**, [S. l.], v. 5, n. 2, p. 31–43, 2021.

SOUZA, S. C. DE; DOURADO, L. Aprendizagem baseada em problemas (ABP): um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo. **HOLOS**, v. 5, p. 182, 1 out. 2015.

SQUARE EXIX. **Final Fantasy**, 2001. Disponível em: <<https://br.finalfantasyxvi.com/>>. Acesso em: 29 de nov. de 2021.

PEREIRA, L. et al. RPG Liberdade: Instrumento Mediador Na Construção Do Pensar Histórico. **ARTEFACTUM - Revista de estudos em Linguagens e Tecnologia**, v. 16, n. 1, 3 abr. 2018.

POZO, Juan I.; CRESPO, Miguel ÁG. **A solução de problemas nas ciências da natureza**. 1998.

UFRGS. **A descoberta da radioatividade**, 2010. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/tex/fis142/fismod/mod06/m_s02.html>. Acesso em: 14 de dez. de 2021.

LEV SEMENOVICH VYGOTSKY; JEFFERSON LUIZ CAMARGO; JOSÉ CIPOLLA NETO. **Pensamento e linguagem**. [s.l.] São Paulo Martins Fontes, 2008.

WELSMAN, J. **Shadowrun - Livro Jogo**. 2.ed. americana. Tradução de Sylvio Gonçalves. Rio de Janeiro. 1995.

7 ANEXOS

7.1 PARECER DO CEP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: RPG NO ENSINO MÉDIO: INFLUÊNCIAS DA IMAGINAÇÃO BACHELARDIANA NA FORMAÇÃO DO PERFIL CONCEITUAL DE RADIOATIVIDADE

Pesquisador: Luis Felipe Cordovil Gouvêa

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 56259422.0.0000.5020

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

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

NÃO FORAM OBSERVADOS ÓBICES ÉTICOS.

Considerações Finais a critério do CEP:

NÃO FORAM OBSERVADOS ÓBICES ÉTICOS. Nosso PARECER é pela APROVAÇÃO do PROTOCOLO DE PESQUISA.

Em atenção ao período de PANDEMIA, orienta-se ao pesquisador em desenvolver as atividades de campo e coleta de dados a partir da regularização das atividades da Universidade Federal do Amazonas. Aconselha-se ainda a adoção de medidas para a prevenção e gerenciamento de todas as atividades de pesquisa, garantindo-se as ações primordiais à saúde, minimizando prejuízos e potenciais riscos, além de prover cuidado e preservar a integridade e assistência dos participantes e da equipe de pesquisa. tomando os devidos cuidados em relação contato com os participantes da pesquisa. Consultar as orientações da CONEP sobre as atividades de pesquisa envolvendo seres humanos de 5/6/2020. Consultar nota técnica da PROPESP/UFAM, págs 2/5 e 3/5 que trata das pesquisas presenciais (coleta de dados) no período da pandemia e conseqüente isolamento.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

MANAUS, 11 de Março de 2022

Assinado por:

**Eliana Maria Pereira da Fonseca
(Coordenador(a))**

Endereço: Rua Teresina, 4950

Bairro: Adrianópolis

CEP: 69.057-070

UF: AM **Município:** MANAUS

Telefone: (92)3305-1181

E-mail: cep.ufam@gmail.com

8 APÊNDICES

8.1 INSTRUMENTO – QUESTIONÁRIO DO GRUPO FOCAL

Após passar por tantas situações dentro do RPG, com calma, respondam, como um grupo, as questões abaixo:

- 1) O que, na compreensão de vocês, é radioatividade?
- 2) Como vocês explicariam esse conceito para alguém leigo?
- 3) Quais as aplicações da radioatividade no mundo atual? Cite exemplos.
- 4) Como a radioatividade afeta o ser humano?
- 5) Quais os riscos que a radioatividade possui?
- 6) Explique uma situação problema do jogo e sua solução para alguém que não conheça sobre radioatividade.
- 7) O que pode acontecer se houver um descarte inadequado do material radioativo?
- 8) O que deve ser feito quando você ou alguém próximo suspeitar que está contaminado por radiação?
- 9) Imaginem que vocês são funcionários de uma grande usina nuclear, como em Chernobyl, e estão em uma situação de contaminação ainda mais grave que a vivida no jogo. Quais seriam as primeiras medidas que vocês tomariam ao saber do vazamento?
- 10) Mudando de cenário, agora imaginem que são trabalhadores da usina de Fukushima e ficam sabendo que um enorme tsunami, como o de 2011, está vindo em direção da usina. O que fazer nessa situação?

8.2 INSTRUMENTO – ROTEIRO DE ENTREVISTA

- 1) Resuma, de forma que conseguir, um conteúdo visto durante a aventura.
- 2) Como você apresentaria a radioatividade para alguém que nunca teve contato com o conceito?
- 3) Explique como a radioatividade está presente em seu cotidiano.
- 4) Cite um problema vivenciado no jogo e como você contribuiu para a solução dele.

- 5) Imagine formas sensatas de evitar com que os problemas expostos durante a aventura acontecessem.
- 6) Como foi a experiência de criar um personagem? E sobre atuar como ele?
- 7) De que forma imaginar os desafios (com situações e locais) afetaram o seu entendimento do conceito trabalhado?
- 8) Quais conteúdos (jogos, livros, vídeos e afins) que contenham a temática científica você consome? O que mais te interessa neles?
- 9) Como os materiais consumidos te motivam a aprender?
- 10) Como esses conteúdos atizam a sua imaginação?
- 11) Cite 3 motivos que te fizeram se interessar em participar da aventura.
- 12) Você ficou menos imerso no jogo em algum momento? Se sim, qual?
- 13) Qual a maior dificuldade que você sentiu durante as atividades?
- 14) As experiências vividas no jogo te ajudaram em algum outro momento da sua vivência? Se sim, como?
- 15) Existe algo que poderia melhorar a sua aprendizagem durante a jogatina?
- 16) A aventura te motivou a consumir conteúdos relacionados a ciência? Se sim, quais?

8.3 SITUAÇÕES-PROBLEMA UTILIZADOS NO JOGO

ATIVIDADE 1: IDENTIFICAÇÃO DE CONTAMINADOS

- 1) todos são de crianças de 6 a 10 anos de idade,
- 2) os sintomas variam de fortes vômitos, diarreias, dores de cabeça e febre.
- 3) apenas 9 delas estão realmente contaminadas (só estão contaminados aqueles que tiverem todos os 4 sintomas

Retirar todas as informações interessantes como o local onde moram

ATIVIDADE 2: Busca pela fonte de contaminação

- 1) Verificar onde tem mais radiação com o contador

região mais próxima do rio tem concentração de 3 msv

2) Verificar evidências a água (PH entre 3,0 e 4,0 quer dizer que tem concentrações de isótopos radioativos)

próximo as margens eles vão ver uma região com coloração diferente e um odor incomodo, ao se aproximar, encontrarão dois pedaços de metal, um negro, brilhoso e outro branco, brilhante e que emite um brilho verde fraco

3) Identificar as de fonte de radiação presentes no local e coletá-las.

ATIVIDADE 3: Fake News e radiação

1) Analisar 12 frases sobre a radioatividade que tão rolando na internet e classificá-las como verdadeiras ou falsas

2) Utilizar essas frases como forma de chamar a atenção da população

3) Produzir uma cartilha que explique, de forma fácil e objetiva, o que seria a radioatividade para a população

ATIVIDADE 4: Busca pela origem dos fragmentos

1) Utilizando o nível topográfico analisem a região. Pensem onde os resíduos mais poderiam se depositar se corressem ao longo do rio e busquem por possível locais de origem deles.

fornecer visão pelo maps para que eles busquem possibilidades e locais

o ponto a ser encontrado é um ferro velho localizada na Av. Silves - Crespo, Manaus - AM, 69073-175

ATIVIDADE 5: Descarte dos resíduos radioativos

1) Sabendo as condições dos dois materiais radioativos, proponham, em conjunto:

- a) Formas de descartar o material químico ainda presente nas máquinas
- b) Formas de descontaminar a água do rio
- c) O que fazer com os locais que já foram muito expostos a radiação

2) O poder público não vai acatar tais sugestões facilmente, então proponham também formas de reivindicar essas exigências.