



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
Pró-Reitoria de Pós-Graduação - PRPG
Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências – PPGEC
Nível Mestrado

A ABORDAGEM DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS ARTICULADA AO *ROLE PLAYING GAME* (RPG): UM ESTUDO DOS MODELOS ATÔMICOS NO ENSINO MÉDIO

GABRIELA REJANE SILVA DE MEDEIROS

RECIFE - PE

2024

GABRIELA REJANE SILVA DE MEDEIROS

A ABORDAGEM DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS ARTICULADA AO *ROLE PLAYING GAME* (RPG): UM ESTUDO DOS MODELOS ATÔMICOS NO ENSINO MÉDIO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências e Matemática da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Mestra em Ensino das Ciências.

Linha de pesquisa: Ensino e Aprendizagem de Ciências e da Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Verônica Tavares Santos Batinga

RECIFE, agosto de 2024.

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

M488a Medeiros, Gabriela Rejane Silva de.
 A abordagem de resolução de problemas articulada ao Role Playing Game (RPG): um estudo dos modelos atômicos no ensino médio / Gabriela Rejane Silva de Medeiros. – Recife, 2024.
 227 f.: il.

 Orientador(a): Verônica Tavares Santos Batinga.
 Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências, Recife, BR-PE, 2024.
 Inclui referências, anexo(s) e apêndice(s).

 1. Resolução de problemas 2. Role Playing Game 3. Química – Estudo e ensino
 I. Batinga, Verônica Tavares Santos, orient. II. Título

CDD 501

GABRIELA REJANE SILVA DE MEDEIROS

A ABORDAGEM DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS ARTICULADA AO *ROLE PLAYING GAME (RPG)*: UM ESTUDO DOS MODELOS ATÔMICOS NO ENSINO MÉDIO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências e Matemática da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Mestra em Ensino das Ciências e Matemática.

Aprovada em: 08 / 08 / 2024.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Verônica Tavares Santos Batinga (Orientadora)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profa. Dra. Janaína de Albuquerque Couto (Examinador Interno)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. José Ayron Lira dos Anjos (Examinador Externo)
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico esse trabalho para meu pai que trabalhou duramente sob o sol, chuva, pau e pedra para que eu sempre tivesse sombra e realizasse todos meus sonhos. Para minha mãe que fez dos meus sonhos os seus.

AGRADECIMENTOS

A Deus, expresso minha infinita gratidão por Sua bondade e misericórdia. Nos momentos mais difíceis da minha jornada, Sua luz e guia me mantiveram firme, nunca permitindo que eu desistisse. Dedico este trabalho a Ti, com todo o meu coração.

Aos meus pais e à minha irmã, agradeço profundamente por todo o apoio incondicional que me proporcionaram ao longo desta jornada. O amor de vocês foi um incentivo fundamental para que eu chegasse até aqui.

À minha orientadora, Verônica Batinga, expresso meu sincero reconhecimento pelo acolhimento e dedicação durante todas as horas de orientação. Seus conselhos, tanto acadêmicos quanto para a vida, foram essenciais para o meu crescimento.

Ao meu querido amigo e companheiro de vida acadêmica, Ayrton Nascimento, meu mais profundo agradecimento. Sua presença constante, desde a seleção do mestrado até a conclusão desta trajetória, foi um apoio inestimável.

Aos amigos que fiz durante o mestrado, em especial a Hemily Eduarda, que se tornou uma grande amiga, e a Anne Cleries, pelo companheirismo nas horas boas e difíceis, minha eterna gratidão.

Aos professores do mestrado, especialmente ao professor Euzébio Simões, sou grata por todos os conselhos e conversas que enriqueceram minha formação.

À banca examinadora, agradeço a disposição e pelas valiosas contribuições desde a qualificação até a defesa final.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGEC-UFRPE) e à CAPES, expresso minha gratidão pelo fomento da bolsa que possibilitou a realização desta pesquisa.

À escola e aos estudantes participantes desta pesquisa, agradeço a colaboração e receptividade, que foram fundamentais para o sucesso desta pesquisa.

Por fim, a todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização desta pesquisa, meu mais sincero agradecimento.

“O importante é não parar de questionar. A curiosidade tem sua própria razão de existir”.

Albert Einstein

RESUMO

Este estudo buscou articular a Resolução de Problemas e o Jogo *Role Playing Game* (RPG) como abordagens didáticas que podem favorecer a construção do conhecimento de química de forma lúdica. A pesquisa é de natureza qualitativa do tipo participante. Quinze estudantes do 1º ano de uma escola pública de Pernambuco, Brasil, participaram da pesquisa, a qual constou de quatro etapas: 1ª) Revisão de Literatura, 2ª) Elaboração do Problema e do Jogo RPG, 3ª) Aplicação da intervenção que articula RP com o Jogo de RPG e 4ª) Análise dos dados coletados e produzidos durante a intervenção. Os dados da 1ª etapa foram analisados pelo método da análise de conteúdo segundo Bardin. As categorias de análise adotadas foram: Tipologia dos Problemas, Estratégias Didática, Contexto da Pesquisa e Nacionalidade. Na 3ª etapa as respostas dos estudantes ao problema antes, durante e após a vivência do jogo foram analisadas por meio de categorias construídas *a priori*, tomando por base um espelho de resposta construído para o problema proposto, considerando o conhecimento químico formal. Os resultados da primeira etapa da pesquisa indicaram que a Resolução de Problemas no Ensino de Química ainda é uma temática de pesquisa pouco explorada, conforme evidenciado pelo quantitativo de seis publicações no recorte de 2018 a 2023. Na terceira etapa foram obtidos inicialmente os resultados referentes ao problema inicial, revelando que, embora muitos estudantes apresentassem uma compreensão superficial dos conceitos atômicos, houve uma base para desenvolver um entendimento mais aprofundado. Enquanto a vivência do RPG, seus desafios e enigmas, proporcionaram aos estudantes um cenário lúdico e educativo para a busca e seleção de informações relevantes para a resolução do problema acerca do conteúdo de modelos atômicos, bem como o desenvolvimento de habilidades relativas à resolução de problemas, tais como: participação ativa, reflexão, interação entre professores e estudantes e entre estudantes e estudantes, identificação de problemas e tomada de decisão. Conclui-se que estudo buscou contribuir com pesquisas na área de ensino de Química que discutam sobre as potencialidades e desafios do desenvolvimento e validação de processos didáticos pedagógicos inovadores, voltados para o ensino e aprendizagem de conceitos e conteúdo de Química.

Palavras-chaves: Resolução de Problemas; *Role Playing Game*; Química; Modelos Atômicos; Ensino Médio.

ABSTRACT

This study aimed to integrate Problem Solving and Role Playing Games (RPG) as educational approaches that could facilitate the construction of chemistry knowledge in a playful manner. The research is qualitative and participatory in nature. Fifteen first-year students from a public school in Pernambuco, Brazil, participated in the study, which consisted of four stages: 1) Literature Review, 2) Development of the Problem and RPG, 3) Implementation of the intervention that combines Problem Solving with the RPG, and 4) Analysis of the data collected and produced during the intervention. The data from the first stage were analyzed using Bardin's content analysis method. The categories of analysis adopted were: Problem Typology, Didactic Strategies, Research Context, and Nationality. In the third stage, the students' responses to the problem before, during, and after the RPG experience were analyzed using pre-established categories based on a response template constructed for the proposed problem, considering formal chemical knowledge. The results from the first stage of the research indicated that Problem Solving in Chemistry Education is still a relatively unexplored research topic, as evidenced by only six publications between 2018 and 2023. In the third stage, the initial results related to the first problem revealed that, although many students had a superficial understanding of atomic concepts, there was a foundation to develop a more in-depth understanding. The RPG experience, with its challenges and puzzles, provided students with a playful and educational environment to search for and select relevant information for solving the problem related to atomic models, as well as to develop problem-solving skills such as active participation, reflection, interaction between teachers and students and among students themselves, problem identification, and decision-making. It is concluded that this research aims to contribute to the validation of innovative didactic processes that explore the potential and challenges of integrating problem-solving approaches with RPGs for teaching chemistry concepts.

Keywords: Problem Solving; *Role Playing Game*; Chemistry; Atomic Models, High School.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Exemplo de potencial problema científico em Química.	33
Figura 2: Exemplos de potenciais problemas escolares qualitativos em Química.....	34
Figura 3: Exemplo de problema escolar quantitativo em Química.	34
Figura 4: Exemplo de pequenas pesquisas em Química.	35
Figura 5: Tipologia dos Problemas.	36
Figura 6: Esquema dos Jogos no contexto educacional.	52
Figura 7: Esquema das órbitas de Bohr.....	69
Figura 8: As órbitas de Bohr-Sommerfeld para $n = 3$	71
Figura 9: Fluxograma de seleção dos periódicos.	78
Figura 10: Enredo do RPG.....	82
Figura 11: Exemplo de codificação.....	99
Figura 12: Desenho do Estudante F.	113
Figura 13: Desenho do Estudante D.....	113
Figura 14: Desenho do Estudante H.....	114
Figura 15: Desenho do Estudante G.....	121
Figura 16: Desenho do Estudante C.....	121
Figura 17: Desenho do Estudante E.	122
Figura 18: Desenho do Estudante I.	122
Figura 19: Desenho do Estudante D.....	123
Figura 20: Mapa de Gryford.	203
Figura 21: Mapa de Linsmedar.	205
Figura 22: Representação esquemática do experimento de Rutherford.....	208
Figura 23: Conclusões do experimento de Rutherford.....	209
Figura 24: Representação do Reino de Bohr.....	210
Figura 25: Postulados de Bohr.	212
Figura 26: Panfleto O que é RPG - Parte I.....	213
Figura 27: Panfleto O que é RPG - Parte II.	213
Figura 28: Ficha do problema proposto	214
Figura 29: Ficha de Personagem.	215
Figura 30: Manuscrito encontrado na igreja.	216
Figura 31: Enigma encontrado no moinho.....	216
Figura 32: Páginas do diário de Thomson.....	217

Figura 33: Páginas do diário de Thomson - Parte II	217
Figura 34: Páginas do diário de Thomson - Parte III	218
Figura 35: Ficha de Registo 01 - Encontro II.....	219
Figura 36: Ficha de Registo 02 - Encontro III.	220
Figura 37: Ficha de Registo 03 - Encontro IV.	221
Figura 38: Ficha de Registo 04 - Encontro V.	222
Figura 39: Ficha de Autoavaliação.	223
Figura 40: Artigo publicado no ENPEC.	224
Figura 41: Artigo publicado no JALEQUIM.	225
Figura 42: Guia didático.....	226

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Tipologia de problemas – grupo dicotômico.	36
Quadro 2: Diferenças entre problemas e exercícios.....	38
Quadro 3: Critérios para transformar exercícios em potenciais problemas.	40
Quadro 4: Expectativas de Aprendizagens – Modelos Atômicos.....	63
Quadro 5: Periódicos com Qualis A1 selecionados.	79
Quadro 6: Periódicos com Qualis A2 selecionados.	80
Quadro 7: Critérios de Inclusão e Exclusão.....	81
Quadro 8: Potencial problema.....	82
Quadro 9: Planejamento dos Encontros.	85
Quadro 10: Relação dos objetivos com as ações e materiais de análise.	87
Quadro 11: Espelho de Resposta.	90
Quadro 12: Categorias de Análise.	91
Quadro 13: Desafios, modelos e sua forma de apresentação no jogo.....	93
Quadro 14: Quantitativos de artigos encontrados com Qualis A1.....	96
Quadro 15: Quantitativos de artigos encontrados com Qualis A2.....	97
Quadro 16: Artigos selecionados.	98
Quadro 17: Categorias de Análise – Tipologia dos Problemas.	99
Quadro 18: Categorias de Análise – Estratégias Didática.	104
Quadro 19: Categorias de Análise – Contexto da Pesquisa.	105
Quadro 20: Categorias de Análise – Nacionalidade.	107
Quadro 21: Discussão do Encontro II.....	135
Quadro 22: Discussão do Encontro III.....	149
Quadro 23: Discussão do Encontro IV.	163
Quadro 24: Discussão do Encontro V.....	171

LISTA DE TABELA

Tabela 1: Respostas - Q1.....	111
Tabela 2: Respostas - Q2.....	113
Tabela 3: Respostas - Q3.....	115
Tabela 4: Respostas - Q4.....	116
Tabela 5: Reapresentação das Respostas - Q1.	119
Tabela 6: Reapresentação das Respostas - Q2.	121
Tabela 7: Reapresentação das Respostas - Q3.	123
Tabela 8: Reapresentação das Respostas - Q4.	126

LISTA DAS ABREVIATURAS E SIGLAS

ABP	Aprendizagem Baseada em Problema
ABRP	Aprendizagem Baseada na Resolução de Problema
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CE	Critérios de Exclusão
CEP	Currículo do Estado de Pernambuco
CI	Critérios de Inclusão
CP	Contexto da Pesquisa
EM	Ensino Médio
EA	Expectativa de Aprendizagem
EA27	Expectativa de Aprendizagem 27
EA107	Expectativa de Aprendizagem 107
EA110	Expectativa de Aprendizagem 110
EA127	Expectativa de Aprendizagem 127
EL	Experiência Educativa
EL	Experiência Lúdica
ENPEC	Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências
EQ	Ensino de Química
E01	Estudante 01
E02	Estudante 02
E03	Estudante 03
GT	Grupo de Trabalho
G01	Grupo 01
G02	Grupo 02
G03	Grupo 03
G04	Grupo 04
G05	Grupo 05
IFPE	Instituto Federal de Pernambuco
JALEQUIM	Encontro Nacional de Jogos e Atividades Lúdicas no Ensino de Química, Física e Biologia
JD	Jogo Didático
JE	Jogo Educativo

JEF	Jogo Educativo Formalizado
JP	Jogo Pedagógico
LDB	Lei de Diretrizes Nacionais para a Educação Básica
MD01	Mediador 01
MD02	Mediador 02
NR	Não Respondeu
NUPEABRP	Núcleo de Pesquisa em Ensino e Aprendizagem Baseados na Resolução de Problemas
OCEM	Orientações Curriculares para o Ensino Médio
P1	Pergunta1
P2	Pergunta 2
P3	Pergunta 3
P4	Pergunta 4
P01	Problema 1
PDVL	Programa Despertando Vocações para as Licenciaturas
PPGEC	Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências
Q1	Questionamento 1
Q2	Questionamento 2
Q3	Questionamento 3
Q4	Questionamento 4
RE	Resposta Evasiva
RNS	Resposta Não satisfatória
RP	Resolução de Problema
RPG	<i>Role Playing Game</i>
RPS	Resposta Parcialmente Satisfatória
RS	Resposta Satisfatória
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TP	Tipologia dos Problemas
UFRPE	Universidade Federal Rural de Pernambuco

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	19
INTRODUÇÃO	20
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	25
2.1 HISTÓRICO DA ABORDAGEM DE RP.....	25
2.1.1 Finalidades e contribuições da Resolução de Problema no ensino de Química ..	26
2.1.2 Papel do professor e estudante na Resolução de Problemas.....	27
2.1.3 Conceituações sobre problema	29
2.1.4 Tipologia de problemas	31
2.1.5 Diferenças entre problema e exercício	37
2.1.6 Aspectos sobre a elaboração de Problemas/Etapas para o desenvolvimento da Resolução de Problemas.....	39
2.1.7 Etapas para o desenvolvimento da Resolução de Problemas	42
2.1.8 Avaliação na Resolução de Problemas.....	44
2.2 JOGOS.....	46
2.2.1 Relação entre o jogo e a educação	46
2.2.2 Definição de jogo	47
2.2.3 Os jogos e o ensino	52
2.2.3.1 Escolha do jogo educativo formalizado	53
2.2.4 Os jogos educativos formalizados no ensino de Química	55
2.2.5 RPG.....	57
2.2.6 Aproximações entre a Resolução de Problemas e o RPG	60
2.3 MODELOS ATÔMICOS NO ENSINO DE QUÍMICA.....	62
2.3.1 Aspectos históricos sobre os modelos atômicos.....	64
2.3.1.1 Modelo de Dalton.....	64
2.3.1.2 Modelo de Thomson	65
2.3.1.3 O átomo de Rutherford.....	66
2.3.1.4 O Átomo de Bohr	68
2.3.1.5 Refinamento da Teoria de Bohr	70
2.3.1.6 Modelo Atômico Quântico.....	72
3 METODOLOGIA.....	74
3.1 ABORDAGEM DA PESQUISA	74

3.1.1 Tipologia da pesquisa	75
3.1.2 Local da pesquisa	75
3.1.3 Colaboradores da pesquisa	75
3.1.4 Critérios de inclusão e exclusão	75
3.1.5 Recrutamento dos participantes.....	76
3.1.6 Instrumentos de coleta de dados.....	76
3.1.6.1 Observação.....	76
3.1.6.2 Ficha de registro.....	76
3.1.6.3 Vídeo-gravação	77
3.2 ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA.....	77
3.2.1 Revisão de Literatura	78
3.2.2 Elaboração do problema e do jogo RPG	81
3.2.2.1 Desvendando o Atomus	83
3.2.3 Aplicação da intervenção que articula RP com o jogo de RPG.....	83
3.2.3.1 Encontro I.....	83
3.2.3.2 Encontro II	84
3.2.3.3 Encontro III	84
3.2.3.4 Encontro IV	85
3.2.3.5 Encontro V	85
3.2.4 Análise dos dados coletados e produzidos durante a intervenção.....	87
3.4.1 Procedimentos de análise de dados para o objetivo específico 1	88
3.4.2 Procedimentos de análise de dados para o objetivo específico 2	89
3.4.2.1 Apresentação e Resolução do Problema	89
3.4.2.2 Reapresentação do Problema	90
3.4.3 Procedimentos de análise de dados para o objetivo específico 3	92
3.3 ASPECTOS ÉTICOS.....	94
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	96
4.1 ANÁLISE DO OBJETIVO ESPECÍFICO 1.....	96
4.1.1 Tipologia do problema (TP).....	99
4.1.2 Estratégias didáticas (ED).....	103
4.1.3 Contexto da pesquisa (CP)	105
4.1.4 Nacionalidade (NA).....	107

4.2 ANÁLISES DAS CONCEPÇÕES INICIAIS DOS ESTUDANTES SOBRE O PROBLEMA: REFERE-SE AO 2º OBJETIVO ESPECÍFICO	110
4.2.1 Apresentação e resolução inicial do problema P1.....	110
4.2.2 Retomada do problema P01.....	118
4.3 ANÁLISE DAS EXPECTATIVAS DE APRENDIZAGEM SOBRE OS MODELOS ATÔMICOS DESENVOLVIDOS PELOS ESTUDANTES: REFERE-SE AO OBJETIVO ESPECÍFICO 3	129
4.3.1 Análise do encontro II	129
4.3.2 Análise do encontro III.....	141
4.3.3 Análise do encontro IV	157
4.3.4 Análise do encontro V.....	168
4.3.5 Autoavaliação	175
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	178
REFERÊNCIAS	182
APÊNDICES	195
ANEXOS	227

APRESENTAÇÃO

Meu primeiro contato com os jogos aconteceu no ano de 2012 no Ensino Médio (EM), durante uma aula de Química em que a professora solicitou que criássemos um jogo para estudar o conteúdo de tabela periódica. O segundo contato envolvendo o trabalho com os jogos foi no segundo semestre (2015.2) da graduação em Licenciatura em Química no Instituto Federal de Pernambuco (IFPE), a partir do Programa Despertando Vocações para as Licenciaturas (PDVL). Apesar de não termos ainda muita experiência para criar jogos ou mesmo aplicá-los em sala de aula, resolvemos nos aventurar no estudo deste tema, voltado para o contexto do Ensino de Química (EQ).

Durante as reuniões do Grupo de Trabalho (GT) realizadas pelo PDVL estudávamos sobre os conceitos e concepções dos jogos na visão de vários autores, criação e/ou adaptação, avaliação do jogo e material produzido, e pôr fim a aplicação em escolas parceiras do PDVL. No decorrer da graduação continuamos trabalhando com os jogos, o que culminou para o desenvolvimento do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) sobre este tema.

Ao concluir a graduação fiz a seleção para ingressar no mestrado na área de Ensino. Logrando êxito, conseguimos ser aprovada e classificada no Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências (PPGEC) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Inicialmente meu pré-projeto tratava apenas de Jogos Educativos Formalizados (JEF), mas durante conversa e reuniões com a orientadora fui apresentada e convidada a trabalhar também com a abordagem de Resolução de Problemas (RP).

Durante os estudos e reuniões do Núcleo de Pesquisa em Ensino e Aprendizagem Baseados na Resolução de Problemas (NUPEABRP) percebemos que poderíamos articular a RP com os jogos. Disto surgiu a ideia de integrar esses dois temas a pesquisa da dissertação, a RP com o *Role Playing Game* (RPG), visto que esse tipo de jogo se enquadra nos JEF. Além disso, o RPG é um jogo dinâmico, interativo, colaborativo que também são características da abordagem de RP, e possibilita um caráter imersivo que pode contribuir para o estudo e aprendizagem do conceito de Modelos Atômicos estudado no trabalho de dissertação.

INTRODUÇÃO

O Ensino de Química (EQ) no Brasil tem ganhado espaço nas últimas décadas e vem se consolidando como um campo rico de investigação em expansão. De acordo com Barboza (2020, p. 11) a maioria dos estudantes não compreende a importância de se estudar por não perceber a relação do conhecimento químico escolar com fenômenos e problemas reais que ocorrem em sua vivência cotidiana. Esta situação pode estar relacionada com a prática docente em que seu planejamento e atuação privilegiam a abordagem expositiva de conceitos químicos, seguida da atividade de resolução de listas de exercícios, com a finalidade de memorização e repetição dos conteúdos, que muitas vezes não levam em consideração os aspectos culturais e sociais inerentes a realidade dos estudantes.

Durante a segunda metade do século XX, as transformações sociais e culturais influenciaram nas mudanças importantes para o campo educacional. Os anos 1980 foram marcados por um número substancial de pesquisas sobre o ensino de Ciências Naturais, que apontaram que o método da redescoberta sem atitude de caráter mais investigativo não garantia a aprendizagem dos conhecimentos científicos (Souza; Miranda; Souza, 2018). Outro exemplo dessas transformações foi o destaque na Lei de Diretrizes Nacionais para a Educação Básica – LDB (Brasil, 1996) da necessidade de que a educação escolar tenha como um de seus objetivos fazer com que estudantes venham a adquirir uma compreensão sobre o conhecimento científico a partir de um processo de construção histórico, político, social e cultural.

Partindo dessa premissa, a pesquisa no Ensino de Química tem crescido desde as últimas décadas do século XX, sendo responsável pela discussão e elaboração de diferentes metodologias, estratégias, abordagens de ensino e aprendizagem (Mól; Silva; Souza, 2013). Dentre os métodos, recursos e abordagens pode-se evidenciar temáticas relacionadas ao uso da experimentação (Carvalho, 2013), Tecnologias da Informação e Comunicação (Leal *et al*, 2020), dos Jogos Pedagógicos (Miranda; Soares, 2020) e a Resolução de Problemas (Cruz; Batinga, 2017, Campos e Batinga, 2022).

A partir disso, nesta dissertação busca-se discutir sobre alternativas metodológicas que vêm tendo seu uso e reflexões ampliadas nos últimos 20 anos (Soares, 2016), que são centradas no aumento do interesse dos estudantes. no seu protagonismo frente a processos de ensino e aprendizagem de Química. Neste contexto, o presente trabalho busca abordar a utilização da Resolução de Problemas (RP) associada a um Jogo Pedagógico (JP) como uma abordagem

didática voltada para a construção de significados no processo de aprendizagem dos estudantes sobre Modelos Atômicos, bem como seu desenvolvimento nas esferas mental, social e crítica.

A utilização da Resolução de Problemas no ambiente escolar pode contribuir para a compreensão dos processos científicos e da natureza da ciência possibilitando ao estudante a assimilação de conhecimentos. Para Pozo (1998, p. 9) “o ensino baseado na solução de problemas tem como pressuposto promover nos alunos o domínio de habilidades e estratégias que lhes permitem aprender a apreender”. Em consonância com o exposto, Goi e Santos (2015, p. 2) discutem que a “resolução de problemas pode se constituir em uma proposta que oportuniza a aprendizagem dos estudantes e viabiliza o desenvolvimento da pesquisa no ensino e aprendizagem em Química”.

Entretanto, ao analisar pesquisas no Ensino de Química é comum observar o emprego do termo problema desvinculado de seu real conceito quando associado à abordagem de Resolução de Problemas. Por isso é preciso analisar o caráter polissêmico deste vocábulo, visto que é possível atribuir diversos significados.

A RP é muitas vezes associada com a resolução de exercícios, ou seja, o professor atribui aos estudantes uma lista de questões com o objetivo de que eles efetuem uma série de operações mecânicas e padronizadas, utilize de macetes para encontrar respostas ou memorizar os caminhos que levem a sua resolução. Esse cenário também é encontrado com frequência nos livros didáticos de Química, havendo o indicativo de resolução direta, baseada na memorização e aplicação de fórmulas, equações e algoritmos (Alves; Cavalcanti; Neto Simões, 2018).

Desta forma é importante o professor compreender e diferenciar o conceito e finalidades dos exercícios e problemas nas aulas de Química. A resolução de problemas requer um planejamento de ensino com etapas que precisam ser seguidas durante a condução das aulas. Para que se chegue à resolução do problema proposto, os estudantes precisam ir além dos conhecimentos que já possuem e aprender novos (Silva, 2017).

Na Resolução de Problemas, o professor atua como mediador do conhecimento fazendo perguntas e intermediando o caminho percorrido até que o estudante encontre a solução para o problema proposto. Quando os estudantes vivenciam a resolução de problemas eles podem se apropriar de processos característicos da atividade científica, como: observação, reflexão, autonomia, ação e tomada de decisão (Azevedo, 2010).

A Resolução de Problemas também pode ser trabalhada por meio da articulação com outras abordagens, fazendo uso de diversos recursos didáticos. Nesse projeto vamos nos

centramos na articulação com os Jogos Pedagógicos, em especial, o RPG - *Role Playing Game*. Esse tipo de estratégia e recurso, segundo Amaral (2008), além de facilitar o processo de aprendizagem e despertar o interesse dos estudantes, auxilia em seu desenvolvimento pessoal e sua atuação em cooperação na sociedade.

Dentre o vasto campo de gêneros de jogos presentes na literatura, entendemos que o *Role Playing Game* (RPG) é o que mais traz elementos que são comuns à abordagem de Resolução de Problemas, por exemplo, a tomada de decisão, enfrentamento de desafios e o ensino e aprendizagem centrados nos estudantes. O *Role Playing Game*, também conhecido como Jogo de Interpretação de Papeis, é um jogo de contar histórias. Neste jogo, os jogadores interpretam personagens, criados pelos próprios jogadores, imersos em um universo. Conforme Freitas e Bianco (2021), o RPG pode promover a autonomia dos alunos na pesquisa para a construção do próprio conhecimento, como também motivar a cooperatividade, a empatia, promover a ludicidade durante todo o processo de aprendizagem, a tomada de decisão, respeitando a subjetividade e heterogeneidade dos estudantes de uma mesma sala. Algumas destas características também são comuns no processo de resolução de problemas.

Num contexto de um jogo de aventura pode-se, por exemplo, trabalhar com problemas abertos, que diferentes dos exercícios, não possuem uma única solução, o que leva os estudantes a levantar e testar hipóteses, fazer uso de estimativas e aproximações e elaborar estratégias de resolução (Oliveira; Araújo; Veit, 2017). No RPG as ações de levantar hipóteses, fazer uso de previsões e estratégias são comuns, pois os jogadores estão constantemente envolvidos em problemas e conflitos no qual não existe uma única solução.

Diante destas considerações é possível obter resultados significativos quanto ao aprendizado do estudante na vivência lúdica, partindo da Resolução de Problemas articulada ao Jogo Pedagógico - RPG para o estudo dos Modelos Atômicos, visto que esse é um conteúdo abstrato e de difícil assimilação pelos estudantes quando abordado em aulas de Química no ensino médio.

A construção e o emprego de modelos são fundamentais no processo de ensino e aprendizagem, pois fazem “parte do processo natural de aquisição do conhecimento pelo ser humano” (Ferreira; Justi, 2008, p. 32). Entretanto, sabe-se que, as principais dificuldades na aprendizagem dos modelos atômicos estão ligadas ao próprio conceito de modelo como construção científica e no entendimento da matéria como um sistema contínuo, onde não existem espaços vazios. Há também problemas como: a percepção substancialista da matéria,

as dificuldades em relacionar o fenômeno da luminescência com a excitação eletrônica; entre outros (Mortimer, 1995; Melo; Lima Neto, 2013).

Tendo em vista estas considerações consideramos ser de extrema relevância desenvolver formas diferentes de trabalhar os conteúdos de Química na escola. Visto que, quando estes são abordados de maneira envolvente, lúdica, mediada, cooperativa, estabelecendo relações com os conhecimentos espontâneos dos estudantes há um grande potencial para que eles compreendam que os benefícios e confortos de materiais e tecnologia que usamos hoje, apresentam contribuições da aplicação do conhecimento químico, que só foram possíveis a partir da compreensão da composição e natureza da matéria.

Partindo desse contexto, surgiu o seguinte problema de pesquisa: **Quais as possíveis contribuições da Resolução de Problemas articulada ao jogo RPG para o estudo de Modelos Atômicos?** Partindo dessa questão, formulou-se a hipótese de que a utilização do RPG pode estabelecer um ambiente propício para a resolução de problemas no ensino de Modelos Atômicos. Isso se fundamenta na premissa de que, assim como a Resolução de Problemas, o RPG oferece múltiplas trajetórias para se alcançar os objetivos de aprendizagens propostos, permitindo uma abordagem de ensino mais flexível e adaptativa. Além disso, o caráter lúdico do RPG proporciona aos estudantes uma experiência de aprendizagem ativa e participativa, podendo favorecer uma compreensão contextual e conceitual mais profunda dos Modelo Atômicos.

Diante disso, a presente pesquisa apresenta como objetivo geral **analisar possíveis contribuições da Resolução de Problemas articulada ao RPG, para o estudo de Modelos Atômicos.**

E como objetivos específicos:

- ✓ Identificar as direções das pesquisas científicas publicadas em periódicos da área de Ensino sobre a Resolução de Problemas no Ensino de Química;
- ✓ Identificar as concepções iniciais dos estudantes sobre Modelos Atômicos a partir de um problema;
- ✓ Analisar aspectos da aprendizagem sobre modelos atômicos desenvolvidas pelos estudantes a partir da vivência da abordagem de Resolução de Problemas articulada ao Jogo RPG.

Esta dissertação está estruturada em cinco capítulos, incluindo esta introdução. No Capítulo 2, discorreremos sobre a Resolução de Problemas, explorando o conceito e suas

aplicações no ensino, bem como a relevância dos jogos na educação, com um foco particular no ensino de Química. Discutimos, ainda, o papel do RPG como uma ferramenta didática, examinando como essa abordagem lúdica pode facilitar a compreensão de conceitos complexos, como os modelos atômicos. Este capítulo busca fundamentar teoricamente a pesquisa, contextualizando as abordagens metodológicas que foram adotadas.

O Capítulo 3 é dedicado à metodologia da pesquisa, onde detalhamos o contexto em que o estudo foi realizado, descrevendo o perfil dos participantes e os critérios de inclusão e exclusão. Também apresentamos a proposta de intervenção pedagógica que articulou a Resolução de Problemas com o RPG, delineando os procedimentos de coleta e tratamento dos dados. Nesse capítulo, discutimos os caminhos metodológicos percorridos para atingir os objetivos da pesquisa, destacando as estratégias utilizadas para garantir a validade e a confiabilidade dos dados obtidos.

No Capítulo 4, focamos na análise e discussão dos dados coletados ao longo da pesquisa. Através de uma análise criteriosa, procuramos identificar os avanços e desafios enfrentados pelos estudantes durante a intervenção, avaliando o impacto das estratégias pedagógicas empregadas na construção do conhecimento químico. Este capítulo é central para a dissertação, pois conecta a teoria discutida anteriormente com os resultados práticos obtidos.

Finalmente, o Capítulo 5 apresenta as considerações finais, onde sintetizamos os principais achados da pesquisa e discutimos suas implicações para o ensino de Química. Neste capítulo, refletimos sobre as potencialidades e limitações da articulação entre Resolução de Problemas e RPG, oferecendo sugestões para futuras pesquisas e práticas educativas que possam aprofundar e expandir o conhecimento nessa área.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo apresentamos os referenciais teóricos que embasam esta investigação. Inicialmente abordamos a respeito da Resolução de Problemas em suas vertentes epistemológicas, psicológicas e pedagógicas. Em seguida dialogamos com alguns autores sobre os jogos didáticos, com ênfase no RPG, e por fim discutimos sobre os modelos atômicos no Ensino de Química.

2.1 HISTÓRICO DA ABORDAGEM DE RP

A Resolução de Problemas (RP) deriva da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) que teve seu início ao final da década de 60. No começo esta abordagem foi introduzida no currículo das Ciências da Saúde na Faculdade de Medicina da Universidade de McMaster no Canadá em 1968 (Branda, 2009).

Segundo Mamede (2001) o surgimento da ABP ocorreu pela necessidade de uma estruturação nos currículos de medicina e objetivou a superação da defasagem entre a teoria ensinada e prática médicas dos estudantes de medicina. Sua utilização inicial propunha tutoriais, conferências e leituras em um processo de ensino e aprendizagem direcionado ao estudante, tanto em nível de graduação como proposta de formação continuada para os profissionais da saúde (Munhoz, 2015).

Em outras palavras, a ABP emergiu como resultado da insatisfação do ensino tradicional, além das mudanças no cenário econômico, social e tecnológico (Boud; Feletti, 1997). Desta forma, era esperado que a partir da reestruturação do currículo tradicional das Ciências da Saúde, a educação alcançasse tanto o profissional quanto o social, implicando em uma educação multidisciplinar.

A progressão e aperfeiçoamento dessa metodologia, apresentado pelo estudo intitulado Case Western Reserve University Medical School, em 1980, foi definido como um processo ortodoxo, percebido como um recurso para a descrição dos resultados, procedimentos e protocolos médicos (Goi; Ellensohn, 2018). Posteriormente, em 1984, a Escola de Medicina de Harvard priorizou sua proposta curricular pautada na Aprendizagem Baseada em Problemas em programas para estudantes e professores de medicina.

No Brasil, essa metodologia começou a ser implantada em cursos de saúde – Medicina e Enfermagem –, na Faculdade de Medicina de Marília, São Paulo, e na Universidade Estadual de Londrina, Paraná. Outras universidades também começaram a adotar, tais como,

o Centro Universitário do Estado do Pará, a Universidade Federal do Pará e a Universidade de São Paulo Leste (Malheiro; Diniz, 2008; Martins *et al.* 2015; Frezatti; Silva, 2014).

Atualmente existem algumas denominações como a Aprendizagem Baseada em Problema (ABP) – na língua inglesa (Ribeiro, 2010) –, Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) – Portugal –, e França, o modelo de ensino orientado por Situações-Problema (Meirieu, 1998) e na Espanha a Resolução de Problemas (RP) (Gil Perez) que será discutida nesta pesquisa. Vale ressaltar que estas abordagens possuem referenciais epistemológicos, psicológicos, didáticos e pedagógicos diferentes que orientam o seu desenvolvimento em sala de aula.

A RP busca promover a valorização da participação ativa dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem, ou seja, fazer com que os estudantes sejam mais engajados e protagonistas do seu aprendizado, e assim possibilitar um aprendizado que seja mais eficiente e significativo. Neste contexto, a Resolução de Problemas coloca o estudante no centro do processo educacional, concedendo-lhes autonomia e responsabilidade por sua própria aprendizagem, desta forma os estudantes aprendem resolvendo problemas, que funcionam como estímulo, motivação e ponto de partida para aprendizagem de diversos conteúdos e conceitos (Freitas, 2017).

A RP pode ser desenvolvida de forma mais pontual para o estudo de conteúdos de uma disciplina. Nesse viés compreendemos a RP como uma abordagem didática (Pinho, 2017) em que os problemas são os pontos iniciais e final para a aprendizagem e contextualização dos conteúdos disciplinares.

De acordo com Marques e Cunha (2022), a conceituação de Resolução de Problemas como abordagem didática envolve pressupostos teóricos e práticos sobre o ensino e a aprendizagem e as relações entre professor e estudante, os métodos, as estratégias, ferramentas materiais e simbólicas e os recursos para atingir os objetivos de aprendizagem.

2.1.1 Finalidades e contribuições da Resolução de Problema no ensino de Química

O currículo de Ciências praticamente não progrediu ao longo dos anos, quando comparado com as atuais demandas formativas em espaço formais e as da sociedade, (Pozo; Crespo, 2009), essa realidade observada em 2009 é ainda hoje válida, mesmo tendo decorrido 15 anos depois. Diante disso, é importante que haja mudanças significativas nestes currículos,

que possam contribuir para estimular os estudantes para o aprendizado do conhecimento científico escolar.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias traz como proposta o aprofundamento conceitual e a Resolução de Problemas diversificados em contextos amplos e complexos, e que auxiliem os estudantes a utilizarem modelos científicos com níveis de abstração mais elevados (Brasil, 2018). Para isso, espera-se que o estudante desenvolva a capacidade de compreender e interpretar o mundo, e de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das Ciências.

O Ensino de Química nas escolas precisa pautar-se no processo de democratização científica, tecnológica, cultural, política e econômica, visando um processo de aprendizagem que possa fazer sentido para os estudantes. Além de ajudá-los na identificação e resolução de problemas reais, fictícios ou de caráter interdisciplinar para o aprendizado de diversos conteúdos e conceitos químicos (Silva, 2020).

Nessa direção, a Resolução de Problemas possibilita que os estudantes elaborem estratégias para a resolução de problemas com base na mobilização de seus conhecimentos prévios para construir novos significados. De acordo com a BNCC, “os estudantes devem aprender na Educação Básica, o que inclui tanto os saberes quanto a capacidade de mobilizá-los e aplicá-los para resolver problemas” (Brasil, 2018, p. 12). Assim, a RP contribui com o desenvolvimento de competências necessárias para o exercício da cidadania.

A Resolução de Problemas no Ensino de Química traz como pressuposto o planejamento e aplicação de diferentes tipos de problemas para o estudo de conteúdos e conceitos químicos no espaço escolar. Nesse viés, os estudantes precisam criar estratégias e tomar decisões adequadas aos contextos dos problemas. Durante esse processo eles buscam informações em fontes diversas, desenvolvem sua autonomia, aprendem novos conhecimentos químicos e desenvolvem o trabalho em grupos de forma cooperativa (Campos; Batinga, 2022).

2.1.2 Papel do professor e estudante na Resolução de Problemas

A atuação do professor é pauta nas discussões quando se refere ao processo de ensino e aprendizagem em sala de aula. Outros fatores também têm sido considerados, como, por exemplo, o ambiente da sala de aula, os materiais didáticos e o próprio sistema educacional. Nessa perspectiva, Gervásio (2019, p. 80), defende que:

Carecem de um ensino que leve em consideração as várias vertentes que englobam todo o ambiente de aprendizagem escolar (o professor, o aluno, os conteúdos, os insumos disponíveis, entre outras). Caso essas variáveis não sejam consideradas, a probabilidade de falha em tal processo será enorme (Gervásio, 2019, p. 80).

Geralmente, os professores são os primeiros a perceber as dificuldades de aprendizagem dos estudantes. Eles buscam encaminhar suas aulas na direção de suprir as necessidades encontradas, de forma a estimular os estudantes, desenvolver e aprimorar a apropriação do conhecimento.

Na abordagem de RP, o professor precisa oferecer condições/espço propício para o processo de resolução dos problemas, onde seja possível dispor de um tempo adequado, buscando não incentivar atitudes competitivas no momento da resolução, mas sim um ambiente cooperativo, de procura, exploração e investigação.

Na resolução de problemas o papel do professor como orientador/mediador é o de propor e/ou elaborar problemas que levem à apropriação de novos conhecimentos, os quais precisam ser construídos e interligados aos já existentes. Cabe também ao professor como mediador do processo ser um motivador incondicional, despertando o interesse do estudante por esta abordagem em sala de aula (Santos, 2021).

O enunciado do problema apresentado deve suscitar situações e contextos que instiguem os estudantes ao aprendizado de Química e a mobilização de suas concepções espontâneas. Para isso, o professor precisa ouvir cuidadosamente e buscar utilizar perguntas feitas pelos estudantes para explorar e estimular o seu pensamento. Outro papel desempenhado pelo professor é o de ajudar os estudantes na conscientização do que foi aprendido e do que não foi suficientemente entendido, criando um ambiente de reflexão sobre o que precisa ser aprofundado (Morgado *et al*, 2016).

Além disso, o professor deve levar em consideração todas as respostas dos estudantes, inclusive as respostas incorretas, no sentido de incentivá-los a revê-las na busca de uma resposta adequada ao problema proposto. Compreendendo o raciocínio dos estudantes, o professor pode auxiliá-los de uma forma mais direcionada. Segundo Redling (2011, p. 39), “é necessário o professor reconhecer, aceitar e valorizar as possibilidades de resoluções criadas pelos estudantes, para que assim eles se percebam ativos na construção da aprendizagem e desenvolvam a sua criatividade”.

É importante considerar que a relação entre estudantes e professor pode se dar de modo recíproco, não autoritário e hierárquico, em uma linha horizontal e não vertical, permitindo a

construção de um conhecimento que tenha significado para o estudante, e que ele possa desenvolver autonomia e protagonismo no processo de construção do conhecimento por meio da resolução de problemas (Freitas, 2017).

Já o papel do aluno na Resolução de Problemas é de possuir predisposição para aprender. Para isso, Escribano (2015) afirma que para se obter resultados positivos no processo de resolução, os estudantes precisam:

- Participar ativamente no debate com os conhecimentos adquiridos a partir de atividades e pesquisas realizadas;
- Compartilhar os materiais de aprendizagem pesquisados;
- Buscar contribuir para o desempenho positivo do grupo;
- Construir esquemas/memórias sobre possíveis dúvidas e a conclusão a respeito dos problemas abordados.

Dessa forma os estudantes desenvolvem a capacidade de buscar e usar informações relevantes, construir habilidades para resolver problemas e aprender o conteúdo necessário para isto.

2.1.3 Conceituações sobre problema

Devido ao seu caráter polissêmico, o termo problema pode ter uma multiplicidade de significados, assim conceituá-lo é uma tarefa complexa (Silva, 2019). Segundo Pozner (2000) os problemas podem emergir do desconforto e do reconhecimento de certa dificuldade. Para este autor, os problemas surgem das necessidades humanas, de ordem tecnológica, teórica, prática, social, ambiental e/ou política.

Para Gonçalves, Mosquera e Segura (2007), problema é uma situação que requer uma explicação coerente para um contexto determinado, permitindo estratégias distintas e soluções variadas para resolvê-lo. O problema se relaciona com uma questão para resolver, motivação do sujeito para buscar uma solução, para a qual não há uma estratégia imediata de resolução.

Nessa direção, Freire e Silva (2013) afirmam que resolver problemas requer a busca de explicações coerentes e adequadas a um conjunto de dados, que estão relacionados a certo contexto no qual o problema está inserido.

De acordo com Lopes (1994) tem que ser considerado vários elementos no que diz respeito à conceituação do que é problema, sendo eles: o contexto da tarefa, sua formulação, a

definição do problema, o número de soluções possíveis, as formas de abordagens solicitadas, a relevância, a noção do obstáculo, a dificuldade das variáveis envolvidas no problema, e as características e expectativas dos indivíduos que se encontram envolvidos no problema.

Garret (1995, p. 7) define que problema é aquele que propicia “uma situação ou um conflito para o qual não temos uma resposta imediata, nem uma técnica de solução”, ou seja, uma situação com a qual nos enfrentamos, e que se situa fora daquilo que entendemos no momento em que nos deparamos com a dada situação, mas próximos do limite de nossas estruturas cognitivas. Em resumo, para este autor, um problema é entendido como uma situação que não se ajusta aos nossos conhecimentos e cria uma tensão ou ambiguidade, suficientemente próxima de nós para despertar nosso interesse.

Por isso, a conceituação de um problema vai depender dos conhecimentos espontâneos dos sujeitos, da exploração e da manipulação do ambiente, que são características encontradas para quem vai resolver o problema. Desta forma é preciso saber que enquanto para um estudante certa situação é identificada como um problema, para outro pode não ser definida como um problema, e isso decorre do fato dele não se interessar pela situação e/ou de não possuir recursos cognitivos para identificá-lo e resolvê-lo, ou de já saber a resposta para o problema (Batinga, 2011).

Azevedo (2010) corrobora com Garret (1995) e Lopes (1994) quando afirma sobre o importante papel dos aspectos “relevância”, “obstáculo” e “motivação” relativos ao problema para que os estudantes possam elaborar estratégias de resolução. Ressaltamos que é com base nos conhecimentos prévios dos estudantes, de sua experiência cotidiana com o mundo, que o problema apresentado e a atividade de ensino criada a partir dele possam despertar o seu interesse e estimular sua participação, apresentando uma questão que possa ser o ponto inicial para a construção do conhecimento, e gerando discussões que os levem a participar das etapas do processo de resolução do problema (Azevedo, 2010).

Para Perales Palácio (1993):

O problema pode ser geralmente definido como qualquer situação planejada ou espontânea que produz, por um lado um grau de incerteza e por outro um comportamento que visa à busca de sua solução. Na vida, é comum resolver um problema para obter um resultado, por outro lado, no contexto escolar o resultado pouco importa, resultado este muitas vezes conhecido, mas sim fazer a sua própria resolução (Palácio, 1993, p. 170).

Nesse estudo vamos adotar o entendimento de que problema é uma situação real ou fictícia que um estudante ou grupo de estudante busca resolver, mas não dispõe do

conhecimento necessário. Para isso, ele precisa mobilizar seu conhecimento espontâneo, buscar fontes de informações, elaborar estratégias de resolução ou realizar atividades que subsidiem o processo de resolução. Nesse percurso o estudante desenvolve a autonomia, processos de reflexão e tomada de decisão sobre a estratégia mais adequada para a sua resolução (Campos; Batinga, 2022).

A partir da discussão sobre as conceituações, é notório perceber que os problemas referidos na Resolução de Problemas são diferentes da ideia de exercício. O foco principal desta está em como resolver o problema, no modo como o estudante irá buscar solucioná-lo, e não apenas o resultado final como é o caso dos exercícios.

É nesse sentido que o professor precisa conduzir o processo de resolução de problemas, propondo problemas que demandam uma variedade de atividades e procedimentos na sala de aula, incentivando sua comparação e socialização. É a partir das estratégias elaboradas pelos estudantes para resolver os problemas, que o conhecimento científico escolar é construído.

2.1.4 Tipologia de problemas

Com relação à tipologia dos problemas, podemos encontrar na literatura diferentes classificações dependendo do campo de atuação e dos autores que a utilizam. Por isso, para que o professor obtenha o resultado esperado de acordo com um determinado tipo de problema, é preciso que ele tenha ciência da tipologia (Silva, 2020).

Echeverría e Pozo (1998) caracterizam os problemas de acordo com a área na qual estão inseridos, do conteúdo, dos tipos de operações e dos processos utilizados com o objetivo de resolvê-los. Desta forma, os problemas são classificados como dedutivos ou indutivos, de acordo com o tipo de raciocínio que o indivíduo acionará na resolução do problema, e como definidos ou indefinidos. Para ser classificado como um problema definido é preciso que seja de fácil identificação e solução, já o problema indefinido são os que possuem etapas pouco claras e específicas (Ribeiro; Passos; Salgado, 2020).

De acordo com Echeverría e Pozo (1998), os problemas podem ser classificados em três tipos: aberto, fechado e semiaberto. Pozo e Crespo (1998, p. 79-80) conceituam os problemas abertos como aqueles que “[...] podem ser resolvidos a partir de muitos pontos de vista”, esse tipo de problema permite ao estudante realizar toda a resolução, desde a

formulação do problema, a sua interpretação, gerar hipóteses, realizar os registros, interpretar os resultados e as conclusões.

Já os problemas fechados podem ser conceituados como aqueles que propiciam informações que permitam ao estudante desenvolvê-lo de forma mais direta, ou seja, o enunciado do problema direciona para uma única solução. Contudo, Pozo (1998 p. 86), destaca que neste tipo de problema “[...] é pouco provável que levem o aluno a se propor um problema, mas, mais provavelmente, o levarão a completar um exercício.”

Os problemas semiabertos são definidos como aqueles em que o enunciado apresenta alguns elementos necessários à sua definição de modo a restringir os possíveis cenários, possibilitando ao estudante concentrar-se na tarefa prevista, porém, ao mesmo tempo que exigem do estudante desenvolver o cenário do problema (Pozo; Crespo, 1998).

Os problemas também podem ser classificados como: teórico, experimental ou teórico versus experimental. Os problemas teóricos podem ser aqueles puramente conceituais, ou seja, não envolvem nenhum tipo de prática. Enquanto, os experimentais envolvem apenas questões que devem ser resolvidas com atividades práticas ou experimentais, já os teóricos versus experimental envolvem os dois tipos de atividades simultaneamente (Echeverría; Pozo, 1998).

Já Pozo e Crespo (1998), classificam os problemas em três categorias: os problemas científicos, os problemas escolares e os problemas do cotidiano. Os problemas denominados como científicos são aqueles que estão presentes na comunidade científica. Para isso, a ciência se baseia na realização de investigações científicas dirigidas por um raciocínio sistemático, rigoroso e objetivo, projetando cenários ideais nos quais se realizam ações de controle e medições precisas (Cruz, 2016).

Os problemas científicos surgem no contexto de estudo e pesquisas desempenhadas pelas comunidades científicas e podem ser de caráter teórico e/ou prático. Esse tipo de problema busca explicações, por isso necessita de métodos e estratégias para a sua resolução bem como para sua proposição. A figura 1 apresenta um exemplo de problema científico no Ensino de Química.

Figura 1: Exemplo de potencial problema científico em Química.

**QUAL A NATUREZA DA MATÉRIA?
COMO É CONSTITUÍDA A MATÉRIA?**

Fonte: Batinga (2010, p. 52).

Para Pozo (1998) tais métodos se fundamentam na formulação de hipóteses que advém de modelos teóricos, de experimentos e de medições quantitativas e abordagens qualitativas para solucionar o problema.

Os problemas cotidianos são aqueles que têm por objetivo a eficiência na resolução. Eles são circunstâncias que surgem no cotidiano e necessitam de uma solução prática, quando o sucesso da ação é mais valorizado do que sua explicação. De acordo com Pozo e Crespo (1998) isso ocorre devido termos em nossas atividades cotidianas, a solução de problemas como um processo menos reflexivo, que por sua vez é pouco guiado por hipóteses, contudo, sempre acionamos conhecimentos e esquemas mentais para analisar fenômenos naturais e tecnológicos.

Os problemas escolares, por sua vez, servem de ponte entre os objetivos dos problemas científicos (os conteúdos científicos a serem trabalhados) e dos problemas cotidianos (circunstâncias da vida real) (Ribeiro; Passos; Salgado, 2020). Segundo Pozo e Crespo, “o número de situações cotidianas que apresentam problemas relacionados com o funcionamento da natureza e da tecnologia seria infindável” (1998, p. 69).

É importante salientar que esse tipo de problema não pode ser entendido como uma imitação ou uma aproximação forçada à pesquisa científica, eles devem ser visto como uma maneira de orientar os estudantes a adquirirem hábitos e estratégias de resolução de problemas que se aproximem da ciência, assim como discriminar as atividades e contextos nos quais esses métodos se tornem mais eficazes do que uma abordagem cotidiana para resolver problemas (Pozo; Crespo, 1998).

Os autores ainda salientam que, quando temos em vista a maneira pela qual os problemas são vivenciados em sala de aula, assim como as metas educacionais no contexto do currículo e as estratégias de resolução, os problemas escolares podem ser classificados em três tipos: problemas qualitativos, problemas quantitativos e pequenas pesquisas.

Os problemas qualitativos são aqueles que os estudantes resolvem teoricamente, sem ter de recorrer a experimentos práticos ou cálculos numéricos. Possibilita que o estudante

aprofunde seus conhecimentos sobre determinados conceitos, seja consciente de suas ideias e discuta com seus colegas. Na figura 2, temos exemplos de problemas escolares qualitativos com ênfase em Química elaborado por Batinga (2010).

Figura 2: Exemplos de potenciais problemas escolares qualitativos em Química.

O QUE ACONTECE COM O LEITE QUANDO ADICIONAMOS GOTAS DE LIMÃO?

POR QUE EM CERTOS CASOS OS MÉDICOS PRESCREVEM DOSAGENS DIFERENTES DE UMA MESMA MEDICAÇÃO PARA PACIENTES QUE APRESENTAM UM DIAGNÓSTICO SEMELHANTE?

Fonte: Batinga (2010, p. 43).

Esse tipo de problema é útil para introdução de novo assunto ou âmbito de reflexão, e podem ser complementados mais tarde com outros tipos de atividades didáticas (Pozo; Crespo, 1998).

Os problemas quantitativos são aqueles que os estudantes devem resolver cálculos e manipular dados numéricos para chegar a uma solução numérica ou não. Esses problemas podem auxiliar quando se deseja alcançar objetivos concretos, como por exemplo, ajudar o estudante aprender os conceitos científicos por meio da aplicação de determinadas grandezas aos cálculos, possibilitar a aprendizagem de habilidades (conteúdos procedimentais), técnicas e algoritmos básicos para a aplicação da ciência a problemas concretos, familiarizar o estudante com a importância das medidas, da precisão, das grandezas e das unidades utilizadas para medi-las (Batinga, 2010). A figura 3 apresenta um exemplo de problema quantitativo.

Figura 3: Exemplo de problema escolar quantitativo em Química.

UMA DONA DE CASA PREPAROU ALGUMAS DILUIÇÕES E MISTURAS, USANDO OS PRODUTOS QUÍMICOS HIPOCLORITO DE SÓDIO, AMONÍACO, SODA CÁUSTICA E VINAGRE, E SEGUIU AS RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA DOS ÓRGÃOS FISCALIZADORES DO MINISTÉRIO DA SAÚDE E DA AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). COM BASE NESSAS INFORMAÇÕES ELABORE O PASSO A PASSO DE COMO DEVE SER PREPARADA DILUIÇÕES DE SOLUÇÕES QUÍMICAS PARA O USO EM ATIVIDADES DE LIMPEZA DOMÉSTICA, RESPEITANDO O LIMITE DE CONCENTRAÇÃO MÁXIMA, DE CADA PRODUTO MENCIONADO, PERMITIDA PELOS ÓRGÃOS FISCALIZADORES. QUAL A CONCENTRAÇÃO MÁXIMA PERMITIDA EM MOL/L DE CADA PRODUTO QUÍMICO A SER USADO EM ATIVIDADES DOMÉSTICAS? QUE VOLUME DEVE SER RETIRADO DE CADA SOLUÇÃO/PRODUTO QUÍMICO DESTACADO?

Fonte: Costa, Sales e Batinga (2020).

Contudo, o uso exacerbado desse tipo de problema pode virar mero exercício se não for bem planejado, desta forma, Pozo e Crespo (1998) afirmam que, devemos possibilitar que os estudantes percebam que dados numéricos, algoritmos, equações e fórmulas são instrumentos de trabalho que nos possibilita encontrar o sentido e a interpretação científica do problema e sua solução.

Nos problemas classificados como pequenas pesquisas os estudantes devem buscar uma solução prática que impliquem em uma aprendizagem de habilidades e estratégias, assim como de conceitos, desta forma, o “aluno deve obter respostas para um problema por meio de um trabalho prático tanto no laboratório escolar como fora dele” (Pozo, 1998, p. 82). Em outras palavras, as pequenas pesquisas são uma aproximação, embora simplificada, do trabalho científico, na qual o estudante, em pequena escala, deve formular hipóteses, elaborar estratégias de trabalho e refletir sobre os resultados adquiridos. A figura 4 apresenta um exemplo de pequenas pesquisas.

Figura 4: Exemplo de pequenas pesquisas em Química.

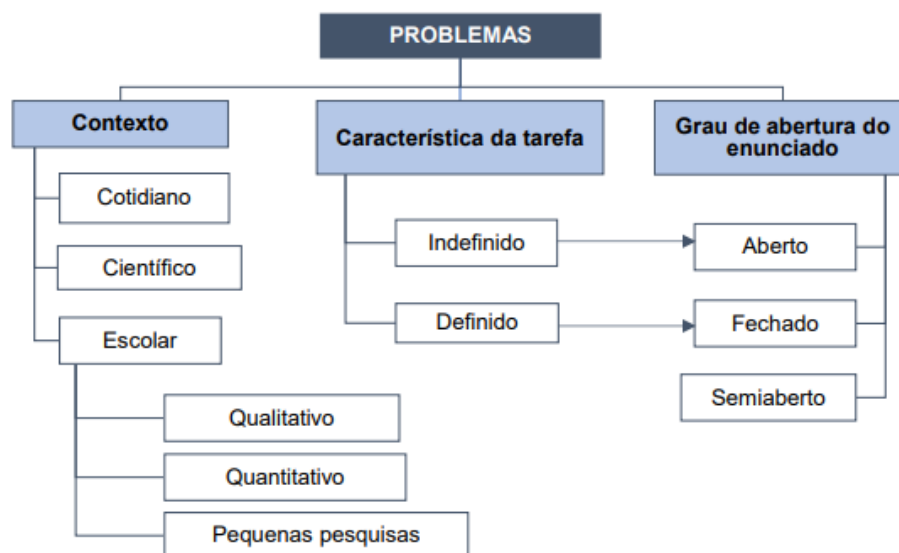
A MAÇÃ É UMA FRUTA MUITO INDICADA PARA QUEM QUER COMEÇAR UMA DIETA. SUAS FIBRAS AJUDAM A DAR A SENSAÇÃO DE SACIEDADE. A CASCA, POR EXEMPLO, POSSUI FIBRAS QUE NÃO SÃO DIGERIDAS TÃO RAPIDAMENTE E, POR ISSO, FICAM NO ESTÔMAGO POR MAIS TEMPO. APÓS REALIZAR O EXPERIMENTO E REALIZAR PESQUISAS, RESPONDA AS QUESTÕES: Q1) O QUE ACONTECE COM A MAÇÃ SEM CASCA QUANDO EXPOSTA AO AR? Q2) O QUE ACONTECE COM A MAÇÃ SEM CASCA QUANDO EM CONTATO COM O SUCO DE LIMÃO, OU COM O BICARBONATO DE SÓDIO OU COM O VINAGRE? Q3) HÁ FORMAÇÃO DE NOVAS SUBSTÂNCIAS QUANDO A MAÇÃ SEM CASCA ENTRA EM CONTATO COM O SUCO DE LIMÃO, OU COM O BICARBONATO DE SÓDIO, OU COM O VINAGRE, OU COM O OXIGÊNIO DO AR?

Fonte: Santos (2021).

Um aspecto que fica evidente em trabalhos que utilizam as pequenas pesquisas é o crescimento dos estudantes no decorrer das aulas, permitindo a eles relacionarem os conhecimentos teóricos com as aplicações práticas realizadas (Cruz, 2016). Além de desenvolver comportamentos como reflexão, questionamentos, estratégias de busca, sistematização e análise de dados, elas propiciam a “compreensão e a interação com o mundo que os cerca” (Pozo, 1998, p. 83).

A figura 5 apresenta um esquema das tipologias de problemas, segundo o contexto, as características da tarefa e o grau de abertura do enunciado.

Figura 5: Tipologia dos Problemas.



Fonte: Fernandes (2022).

Existe ainda outras tipologias de problemas, para isso Watts (1991) apresenta um grupo dicotômico quando propõe a tipologia de outros tipos de problemas. Essa diferenciação pode ser observada no Quadro 1:

Quadro 1: Tipologia de problemas – grupo dicotômico.

TIPOLOGIA	DESCRIÇÃO
FORMAL	É previamente pensado e normalmente é apresentado com uma formulação desejada.
INFORMAL	Não tem uma formulação escrita, é pouco claro e surgem de contextos de discussões.
LIVRE	É aquele que durante a resolução não é oferecido nenhum tipo de ajuda.
ORIENTADO	É aquele que tem assessoria, diálogo e reflexões durante a sua resolução.
DADO	É aquele do qual o estudante não participa da escolha e da sua formulação.
APROPRIADO	É aquele que o estudante participa da sua gênese. Um problema dado pode se transformar em um apropriado, desde que haja discussão, negociação de forma que este problema vá de encontro às necessidades dos estudantes
REAL	São aqueles relacionados com as necessidades da

	sociedade. Esse tipo de problema exige dos alunos uma atitude ativa e um esforço para encontrar respostas adequadas ao contexto dos problemas a serem resolvidos.
ARTIFICIAL	Esse tipo de problema não está relacionado diretamente às necessidades da sociedade, mas para respondera interesses acadêmicos, escolares, científicos ou à curiosidade especulativa.

Fonte: Adaptado de Watts (1991); Silva, Sá e Batinga (2019).

Essa tipologia se refere aos demais tipos de problemas existentes, visto que na literatura existem uma variedade de autores que discutem sobre a temática. Entretanto, para Echeverría e Pozo (1998) existem procedimentos e habilidades que são comuns a todos os tipos de problemas. Sendo assim, para resolver qualquer tipo de problema torna-se necessário prestar atenção, recordar, relacionar certos elementos.

2.1.5 Diferenças entre problema e exercício

Ao se trabalhar com a Resolução de Problemas faz-se necessário conhecer as bases teóricas presentes na literatura que diferenciam um problema de um exercício, visto que para muitos professores, estudantes e materiais didáticos, os dois são tidos como sinônimos. Esse cenário pode ser visto em salas de aulas de Química, por exemplo, onde comumente os professores apresentam “problemas” para seus estudantes que devem ser resolvidos logo após os conteúdos a serem trabalhados. Entretanto, estes problemas geralmente são questões básicas, utilizadas para que os estudantes apliquem o conhecimento “aprendido” nas aulas teóricas, e utilizados também como forma de “avaliação” da aprendizagem do conteúdo que foi ensinado (Feitas, 2017).

De acordo com D’Amore (2007) os problemas priorizam os processos, fazendo com que o estudante tenha um papel ativo, já os exercícios o tornam um mero cumpridor de tarefas, posto que privilegiam os resultados, nesta perspectiva, os problemas são instrumentos de produção e construção de conhecimento enquanto os exercícios servem para verificar e consolidar conhecimentos e habilidades. Nesse mesmo entendimento, Pozo (1998, p. 16) descreve que “um problema se diferencia de um exercício na medida em que, neste último caso, dispomos e utilizamos mecanismos que nos levam, de forma imediata, à solução”.

Em consonância com o exposto Silva e Goi (2019, p. 6), descrevem que “problemas se referem a situações estimulantes que demandam criatividade, originalidade, reflexão e tomada

de decisões, habilidades estas, que permitem ao aluno construir conhecimento” e ainda acrescentam que “exercícios são atividades de treinamento relacionados a conhecimentos já adquiridos que tratam da aplicação de resultados teóricos anteriormente memorizados”.

Em resumo com o exposto, é possível perceber que um problema se caracteriza como uma situação na qual o estudante é desafiado a resolver, mesmo não havendo de imediato, um caminho rápido que lhe leve a solução, sendo preciso tempo e pesquisa para desenvolver os processos cognitivos e habilidades que o permitiram solucionar a questão problema (Silva, 2020). Enquanto nos exercícios não se percebe a busca por um procedimento novo, nem a necessidade de criação de estratégias, somente a utilização de procedimentos diretos com caminho determinado. Silva e Goi (2019) evidenciam que nos exercícios encontram-se todos os dados para sua solução, sendo necessário apenas o uso de equações, conceitos ou regras que o levará a uma única conclusão, que geralmente pode ser aplicada em atividades semelhantes. O Quadro 2 elenca algumas características que diferenciam problema e exercício.

Quadro 2: Diferenças entre problemas e exercícios.

PROBLEMA	EXERCÍCIO
Não apresenta um processo de resolução imediata.	Solução Imediata.
Apresenta várias possibilidades de uso de estratégias e resposta mais adequada.	Apresenta uma única resposta.
Exige o uso de estratégias, reflexão e a tomada de decisão.	Exige o uso de algoritmos, fórmulas, equações e técnicas/operações padrão.
Apresenta enunciado de caráter mais subjetivo.	Apresenta enunciado de caráter bastante objetivo.
Ex: Uma empresa que fabrica pastas de dente fez a liberação do Lote nº 04 com a seguinte composição química: triclosano 0,3% e fluoreto de sódio a 0,64%. Com o passar dos dias, alguns consumidores desta pasta fizeram reclamações ao Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), que autorizou recolher este Lote das distribuidoras do produto para realizar algumas análises químicas. Diante disso, analise a composição química da pasta e proponha explicações para justificar a	Ex: Um tubo de pasta de dentes contém 90g de pasta com 2800ppm (massa/massa) de flúor na forma de fluoreto. Qual a massa de flúor contida no produto? Expresse a concentração de flúor em porcentagem de massa.

reclamação dos consumidores. Determine a concentração de Flúor do creme dental em percentagem de massa e verifique se atende ao valor máximo permitido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Justifique suas respostas com base no conhecimento químico.	
--	--

Fonte: Pozo (1998), Costa, Sales e Batinga (2020).

A partir do exposto é notório que todas essas concepções apresentadas pelos diversos autores possuem algumas características em comum, dentre elas tem-se que um problema precisa ser compreensível para o estudante e, para tal, deve apresentar conhecimento prévio dos conteúdos necessários para chegar à sua solução, e para a qual não existe um caminho único ou imediato; é importante que se sinta motivado para resolvê-lo; e que possibilite o desenvolvimento de sua intuição e criatividade, conduzindo-o a exercitar o seu pensar.

No entanto, Gazire (1988) salienta que uma situação pode ser encarada como problema ou não, depende da reação de quem está frente à situação. Ou seja, o sujeito está frente de um problema quando ele: “1º) Compreende a situação e não encontra uma solução óbvia imediata; 2º) Reconhece que a situação exige uma ação; 3º) Quer ou precisa agir sobre uma situação” (Gazire, 1988, p. 10). Desta forma, um problema necessita de ação para que, ao se encontrar numa situação de insatisfação, possa-se pensar e agir modificando-a, e obtendo assim resultados pretendidos.

Portanto, conceber uma atividade como um problema ou exercício dependerá dos conhecimentos prévios que o estudante possui, das habilidades cognitivas já desenvolvidas, da familiaridade com a situação, das suas experiências e da significância que o estudante atribui ao problema e à sua resolução (Fernandes; Campos, 2017).

2.1.6 Aspectos sobre a elaboração de Problemas/Etapas para o desenvolvimento da Resolução de Problemas

Diferenciar problemas de exercício muitas vezes pode ser algo complexo, visto que muitas das atividades escolares apresentam elementos que estão contidos tanto no problema quanto no exercício. Mesmo que, todo problema exija o uso de estratégias e a tomada de decisões sobre o processo de resolução que deve ser seguido, critério não exigido na maioria dos exercícios. Outro elemento que pode dificultar a compreensão na diferenciação entre

essas duas atividades é o caráter relativo, relacionado a uma importante questão: um problema só pode ser considerado caso o sujeito o considere como tal.

Por isso, o professor ao utilizar os problemas em aula deve ter o cuidado de como apresentar e de que maneira ocorrerá a condução dele, visto que a aceitação de uma tarefa como um problema não depende somente dos estudantes. Desta forma, o professor deve se preocupar em planejar as ações didático-metodológicas para suas aulas, levando em consideração o que o estudante já sabe sobre o tema que será proposto, a contextualização do tema gerador, a criação do problema a partir de situações abstratas, entre outros. É a partir desse entendimento que o professor passará a trabalhar com potenciais problemas de forma a desenvolver nos estudantes, a motivação, a tomada de decisão, o planejamento e o uso de conhecimentos prévios (Silva, 2016).

Sendo assim, Silva e Núñez (2002) ressaltam que para os estudantes considerarem as atividades como potenciais problemas é necessário analisar alguns aspectos importantes durante sua elaboração, tais como: tipologia do problema, grau de motivação e/ou interesse despertado pelo contexto, apresentar vínculos contidos no cotidiano do estudante, ter a possibilidade de ser resolvido utilizando estratégias adequadas, além de proporcionar a potencialidade do aprendizado de conteúdo

Nesse entendimento, Medeiros e Goi (2020) sugerem que os professores selecionem ou planejem problemas que sejam desafiadores e apresentem um nível de dificuldade que não desencoraje a sua resolução, de modo a envolver os alunos na tarefa e possibilitar o desenvolvimento de novos conceitos. Pozo e Angón (1998) apresentam alguns critérios que direcionam aos professores a transformarem exercícios em potenciais problemas. O Quadro 3 apresenta uma descrição de alguns dos critérios elencados pelos autores.

Quadro 3: Critérios para transformar exercícios em potenciais problemas.

NA PROPOSIÇÃO DO PROBLEMA	• Propor tarefas abertas que admitam vários caminhos possíveis de resolução e várias soluções. • Diferenciar os contextos nos quais se sugere a aplicação de uma mesma estratégia, fazendo com que o estudante trabalhe os mesmos tipos de problemas em momentos e conteúdos conceituais diferentes. • Sugerir as tarefas dentro de cenários cotidianos e significativos para o estudante, procurando fazer com que o estudante estabeleça conexões entre ambos. • Adequar à definição do problema, as perguntas e a
---	---

	informação proporcionada aos objetivos da tarefa, usando, em diferentes momentos, formatos mais ou menos abertos, em função desses mesmos objetivos.
DURANTE A RESOLUÇÃO DO PROBLEMA	• Habituat o estudante a tomar suas próprias decisões, assim como refletir sobre esse processo, dando-lhe autonomia crescente nesse processo. • Incentivar a discussão e os pontos de vista entre os estudantes, explorando e comparando os diversos caminhos de resolução, desta forma deve se ter a cooperação entre os pares. • Proporcionar aos estudantes a informação que precisarem durante o processo de resolução do problema, realizando um trabalho de orientação.
NA AVALIAÇÃO DA RESOLUÇÃO DO PROBLEMA	• Avaliar mais os processos de resolução seguidos pelo estudante do que a correção final da resposta obtida. • Valorizar o planejamento prévio, a reflexão durante a realização da tarefa e a autoavaliação pelo estudante. • Valorizar a reflexão e a profundidade das soluções alcançadas pelos estudantes e não a velocidade com que são obtidas.

Fonte: Pozo e Angón (1998, p. 161).

Os critérios apresentados por Pozo e Angón (1998), permitem tanto que o professor transforme exercícios em potenciais problemas, como também os auxiliam na elaboração, na implementação dos problemas em sala de aula e no processo de avaliação deles.

Fernandes (2022) salienta que planejar aulas a partir da abordagem de resolução de problemas, é preciso que o professor analise qual o conteúdo do problema, quais são os conhecimentos conceituais que o estudante possui e quais ele ainda precisa aprender, sendo necessário, também, a mobilização de conhecimentos procedimentais e atitudinais.

A resolução de problemas, mesmo estando vinculada aos conteúdos conceituais e atitudinais, possui um caráter procedimental, pois demanda do estudante a elaboração e execução de um plano para a solução do problema. Pozo e Angón (1998) explicam que:

O que transforma a solução de problemas num conteúdo eminentemente procedimental é que ela consiste em saber fazer algo, e não só dizê-lo ou compreendê-lo [...] A ideia básica desta distinção é que as pessoas dispõem de duas formas diferentes – nem sempre relacionadas – de conhecer o mundo. Por um lado, sabemos dizer coisas sobre a realidade física e social; por outro, sabemos fazer coisas que afetam essas mesmas realidades. (Pozo; Angón, 1998, p. 140-141).

Ao decorrer dos anos foram propostos diversos modelos de resolução de problemas (Bransford; Stein, 1984; Niss, 2012; Picquart, 2008; Polya, 1962; Pozo; Angón, 1998; Shin; Jonassen; Mcgee, 2003). Os diferentes modelos, apesar de diferenciar-se, de modo geral, descrevem a resolução de problemas como um processo de etapas contínuas que se inicia com a identificação do problema seguida da definição, formulação de hipóteses, delineação de estratégias de verificação e termina com a avaliação da solução (Fiúza, 2010).

Pozo e Echeverría (1998) reiteram que os professores devem ensinar os estudantes a resolverem problemas e incentivá-los a terem o costume de questionar e problematizar seu contexto, de modo que os conhecimentos e habilidades desenvolvidas nas aulas extrapolem o contexto escolar e sejam úteis para a resolução de problemas complexos, ou ainda, que sejam relevantes para a solução científica de problemas cotidianos.

A partir dos critérios apresentados é notório que, importantes competências devam ser desenvolvidas quando se trabalha com a resolução de problemas, proporcionando aos estudantes o desenvolvimento de autonomia na tomada de decisões e uma maior cooperação durante o desenvolvimento das atividades.

2.1.7 Etapas para o desenvolvimento da Resolução de Problemas

Para a efetiva implementação da Resolução de Problemas em sala de aula, é essencial que o professor possua um conhecimento aprofundado não apenas sobre a elaboração de problemas, mas também sobre as etapas envolvidas na resolução e a condução dessa abordagem pedagógica. Destacamos que, nesta pesquisa, algumas etapas metodológicas da Aprendizagem Baseada em Problemas foram adaptadas para Resolução de Problemas com o objetivo de desenvolver, nas aulas de Química, a articulação entre a Resolução de Problemas e os jogos RPG, conforme detalhado na metodologia da pesquisa. De acordo com Leite e Afonso (2001) e Leite e Esteves (2005), a ABP é estruturada em quatro etapas, com objetivos e duração diferentes, sendo elas: *a elaboração do cenário ou contexto problemático; a formulação das questões-problema; a resolução dos problemas e; apresentação do resultado e autoavaliação.*

A etapa 01 tem início a partir da escolha do contexto/cenário que pode ser real ou fictício e envolver temas socio científicos de interesse dos estudantes. Essa definição do cenário se constitui como uma das etapas mais importantes, visto que a escolha de um bom contexto problemático tem uma maior garantia de que a investigação desenvolvida pelos estudantes seguirá com grande possibilidade de alcançar o objetivo pretendido (Souza;

Dourado, 2015). O contexto e o problema podem ser apresentados aos estudantes a partir de vídeos, debates, reportagens jornalísticas, visitas técnicas, figuras e textos. É preciso que também haja algumas características básicas, tais como: atrair o interesse dos estudantes, haver correspondência entre conteúdos curriculares e aprendizagem; possuir funcionalidade e ter o tamanho ideal. Esta etapa é centrada no trabalho do professor e demanda dele identificar um contexto problemático ou elaborar enunciados de diferentes tipos de problemas que estejam adequados à abordagem de diferentes tipos de conceitos selecionados, gerando diferentes questões que motivem o interesse dos estudantes na busca de soluções.

A etapa 02 refere-se à formulação dos problemas, ela tem como centro o trabalho dos estudantes a partir do contexto problemático exposto pelo professor que tem o papel de auxiliar e/ou orientar. É nessa fase que os estudantes irão formar grupo para iniciar o processo de buscar e identificar as informações que faltam para elaborar a questão-problema, organizar a divisão de tarefas e começar as discussões para a elaboração das questões advindas do contexto. Após formuladas as questões o professor inicia uma discussão com os estudantes sobre quais problemas são importantes, bem como a ordem pela qual os problemas devem ser tratados, esclarecendo as dúvidas apresentadas (Silva, 2019). Nesta etapa, a experiência e conhecimentos do professor desempenham um papel fundamental, já que ele procura ativar os conhecimentos prévios dos estudantes e os ajuda a reconhecer o problema e o contexto a ser aprofundado (Souza; Dourado, 2015).

A etapa 03, ocorre o processo de investigação por meio dos diversos recursos, atividades e fontes disponibilizadas pelo professor e definidos na etapa anterior. De posse das informações, iniciam-se as pesquisas, tanto em grupos quanto individualmente, trazendo os resultados para um amplo debate em grupos, tendo em vista a resolução das questões-problema, apontando soluções em curto, médio e longo prazo (Leite; Afonso, 2001). Leite e Afonso (2001) enfatizam que quando um problema é identificado, os estudantes terão que interpretá-lo novamente e planejar a sua resolução, implementar as estratégias de resolução planejadas, encontrar a solução (se houver) e por fim avaliá-la. Nesta fase o professor ainda continua desempenhando o papel de auxiliar/orientar a atividade, visto que compete aos estudantes trabalhar a fim de resolver os problemas propostos.

Na etapa 04, os estudantes precisam sistematizar as soluções encontradas para os problemas propostos, organizar uma apresentação para a classe e realizar a autoavaliação do processo vivenciado. Nesta apresentação final, o professor deve avaliar o processo da aprendizagem, buscando identificar se os conhecimentos conceituais, procedimentais e

atitudinais alcançados equivalem a resultados concretos da aprendizagem, seja em termos de eficácia da aprendizagem ou em termos de desenvolvimento pessoal, social, moral e ético (Leite; Afonso, 2001; Souza; Dourado, 2015; Silva, 2019).

2.1.8 Avaliação na Resolução de Problemas

A avaliação é o indicador mais preciso para sinalizar as mudanças necessárias de intervenção no processo de aprendizagem. Por isso, em todos os processos de ensino e aprendizagem a avaliação é considerada um componente essencial, entretanto, ao trabalhar com a resolução de problemas, essa prática pode ser desenvolvida como parte da aprendizagem e não apenas como um mecanismo de atribuição quantitativa de uma nota ao estudante (Carvalho, 2009), tornando-se, portanto, uma forma de avaliar diferente das tradicionais que priorizam respostas simplificadas as quais são pouco pertinentes e algumas vezes, insuficientes para avaliar se houve aprendizado de fato.

Considerando-se este entendimento, Lopes (1994), destaca que a avaliação só será benéfica para o estudante se fornecer informações necessárias e pertinentes a automelhorar-se, para isso ela deve:

- i- Fazer parte do processo de aprendizagem, tornando-se progressivamente mais efetivo se o estudante tiver acesso constante a informação que lhe permita corrigir o curso de sua aprendizagem;
- ii- Procurar evidenciar os sucessos de cada estudante e confirmar as suas potencialidades;
- iii- Estar mais preocupado com os objetivos gerais do que com os específicos;
- iv- Incidir em vários domínios e em vários tipos de aptidões.

Por conseguinte, os professores ao utilizar-se da resolução de problemas fazem necessário a ocorrência de uma mudança na concepção e realização da avaliação, já que os objetivos não se limitam a simples aprendizagem de conhecimentos conceituais por parte dos estudantes, mas busca promover o desenvolvimento de competências cognitivas e de habilidades como a compreensão científica, por meio de problemas do cotidiano e de estratégias de raciocínio (Carvalho, 2009). É necessário que o professor entenda que tipos de compreensão precisam explorar para buscar evidências sobre como o processo de aprendizagem está ocorrendo a fim de transformar concepções espontâneas ou construções equivocadas mais próximas do conhecimento químico formal (Pironel, 2019).

Partindo da função da avaliação na Resolução de Problemas, esta precisa ser estruturada de forma a oportunizar aos estudantes a colocar em prática a compreensão dos problemas, bem como propor soluções de forma contextualmente significativa. Neste sentido, ensinar por meio da Resolução de Problemas configura-se como uma tarefa desafiadora para o professor, visto que ele precisa pensar quais elementos devem ser avaliados e de que forma poderá avaliá-los, já que esta abordagem foge dos parâmetros das avaliações tradicionais de ensino (Carvalho, 2009). Neste sentido, torna-se importante utilizar-se de atividades avaliativas que permitam perceber dificuldades encontradas no processo de aprendizagem, possibilitando ao professor mediador reorientar a temática trabalhada ou conteúdo estudado, visando corrigir as incompreensões e possibilitar o retorno ao percurso de aprendizagem desejado (Delisle, 2000; Carvalho, 2009).

Corroborando com esse entendimento, Gasparin (2005), explica que a avaliação da aprendizagem deve ser a expressão prática de que o estudante se apropriou de um conhecimento escolar que se tornou um novo instrumento de compreensão do concreto e de transformação social. Deste modo, o Gasparin (2005, p. 2) afirma que “a responsabilidade do professor aumentou, assim como a do aluno. Ambos são co-autores do processo ensino-aprendizagem”.

Por isso, é preciso que o professor atue como mediador do processo acompanhando e coordenando de forma que a avaliação dos estudantes ocorra durante o desenrolar-se de todo o processo, que aconteça em paralelo com o ensino e a aprendizagem, permitindo a introdução de ajustes no sentido do aperfeiçoamento (Barreira, 2001).

A partir desse entendimento, pode-se também criar circunstâncias para os estudantes se autoavaliarem, tendo como objetivo conhecer as impressões, as dificuldades ou facilidades que apresentam em sua aprendizagem, permitindo a utilização de medidas autocorretivas que levem a reflexão e permitam melhorar a aprendizagem.

2.2 JOGOS

2.2.1 Relação entre o jogo e a educação

O jogo sempre esteve presente nas atividades da sociedade, mas nem sempre foi visto como uma estratégia didática para a educação. Diante disso, Silva (2004) ressalta que existem estudos que apontam a existência na antiguidade de jogos e que os povos primitivos já tinham o uso de construir seus próprios brinquedos. Coloca-se também que na Grécia antiga, Platão (427-347 a.C.), já citava a necessidade de os jogos serem ocupados pelas crianças desde os primeiros anos de vida. “Platão, em *Les Lois* (1948), comenta a importância de “aprender brincando”, em oposição à utilização da violência e da repressão” (Kishimoto, 1990, p. 39).

Nesta perspectiva, Aristóteles (384-322 a.C.) indica o uso de jogos para as crianças como forma de preparo para uma vida adulta, imitando as atividades sérias que os adultos praticavam. Vale destacar que, neste período, os jogos ainda não eram vistos como uma ferramenta pedagógica para o ensino da leitura e cálculos em sala de aula (Kishimoto, 1990). A cada tempo histórico, a construção social dos jogos foi se formando, para os romanos os jogos foram marcados como preparo físico de soldados e cidadãos obedientes. As ações gregas nas escolas romanas apontavam e acrescentavam à cultura física a construção estética e espiritual (Kishimoto, 1990). Neste período o jogo estava ligado a uma preparação física dos cidadãos, com visão aos padrões de beleza da época.

O interesse pelo jogo aparece nos escritos de Horácio (65-8 a.C.) e Quintiliano (35-95 a. C.), que mencionam a presença de doces em forma de letras, destinada ao aprendizado das crianças, unindo desta forma o jogo à prática do ensino. Mesmo sendo uma prática não muito discutida, entretanto foi importante para iniciar os estudos em relação ao lúdico nas escolas (Kishimoto, 2002).

Entretanto, a partir da Idade Média, os princípios do cristianismo e o forte grupo cristão condenava o uso dos jogos de forma geral, tanto para educação quanto para o social. Para a Igreja, pessoas que praticavam jogos estavam cometendo pecado (Cunha, 2012). Este período é determinado por uma educação rígida, com lições e ensino focado na memorização e a obediência. Fato esse que dificultou a ampliação e utilização dos jogos (Kishimoto, 2002). Neste tempo o professor era o único transmissor do conhecimento, utilizando só leituras e memorização para os estudantes, sendo marcado então como um tempo equivocado com suas regras e que não deixava o estudante desenvolver sua inteligência.

Durante o Renascimento surgem novas ideias e opiniões pedagógicas. É nesse período que o jogo aparece como conduta típica e espontânea da criança. O Romantismo constrói no pensamento daquele período um novo lugar para a criança e seu jogo, tendo como representantes filósofos e educadores como Jean-Paul Richter, Hoffmann e Froebel, que consideravam o jogo como conduta espontânea, livre e instrumento de educação da pequena infância. É nesse enquadramento que no século XVI que Rabecq-Maillard situa o nascimento do jogo didático (Kishimoto, 2002).

Rabelais (1494-1553) na obra clássica *Gargântua e Pantagruel*, critica o jogo como futilidade, como não sério, aliado ao dinheiro, e o valoriza como instrumento de educação para ensinar conteúdos, gerar conversas, ilustrar valores e práticas do passado, ou até, para recuperar brincadeiras dos tempos passados (Kishimoto, 2009). Santanna e Nascimento (2011) salientam que Rabelais proclamava que o ensino deveria ser realizado por meio dos jogos, relatando a todos que deveriam ensinar às crianças o gosto pela leitura, pelo desenho, pelos jogos de cartas e fichas que serviam para ensinar a aritmética e a geometria.

Segundo as obras de Froebel (1782-1852), o jogo é tido como um grande instrumento para o autoconhecimento e para o exercício da liberdade de expressão (Arce, 2004). Existem diversos autores que se discutem sobre a temática de jogos, tal como Piaget, Wallon, Dewey que se aprofundaram nas questões que envolvem os jogos e, a partir desses estudos surgiram possibilidades para o ensino e a aprendizagem, podendo se aplicar no campo educacional (Barboza, 2020).

2.2.2 Definição de jogo

De acordo com estudos de Grando (2001), etimologicamente, a palavra jogo vem do latim *locu*, que significa gracejo, zombaria e foi empregada no lugar de *ludus*: brinquedo, brincadeira, jogo e divertimento. Caillois (1990) define jogo como uma atividade não obrigatória (que perde atração quando é imposta), com espaços delimitados (um tabuleiro ou um campo de futebol, por exemplo), com incerteza de resultado, gerida por regras e com poder de gerar ilusão ou sensação de uma segunda realidade.

Brougère (1998) afirma que não podemos agir como se estivéssemos diante de um termo claro e transparente ou de um conceito construído; na realidade estamos lidando com uma noção aberta, polissêmica e em determinados casos ambígua, segundo ele:

[...] Basta considerar a diversidade dos fenômenos denominados “jogo”, mesmo sem evocar os empregos derivados ou metafóricos (tal como o jogo de engrenagem). O que há de comum entre duas pessoas jogando xadrez e um gato empurrando uma bola, entre dois peões pretos e brancos em um tabuleiro e uma criança embalando uma boneca? No entanto, o vocábulo é o mesmo. Isso basta para reservar, por um tempo, a análise que buscaria, de saída, tentar saber o que há de comum entre estas diversas “coisas”. E se o único ponto comum fosse a utilização do mesmo termo? Esta é uma hipótese que não se pode descartar a priori (Brougère, 1998, p.14).

Felício (2011) argumenta que no jogo há sim um caráter polissêmico e impreciso, porém é através da linguagem que devemos buscar elementos necessários para o entendimento de diversos aspectos do jogo, os quais exigem reflexão dentro do contexto linguístico em que se inserem. Esse entendimento possibilita uma abertura para se compreender cada contexto cultural e linguístico existente, ou seja, tanto em aspectos relacionados à sociedade como também em situações de ensino e aprendizagem.

Para Huizinga (2000, p. 14):

O jogo é uma atividade livre, conscientemente tomada como “não séria” e exterior à vida habitual, mas ao mesmo tempo capaz de absorver o jogador de maneira intensa e total. É uma atividade desligada de todo e qualquer interesse material, com a qual não se pode obter qualquer lucro, praticadas dentro de limites espaciais e temporais próprios, segundo uma certa ordem e certas regras.

O caráter “não sério” apontado por Huizinga não implica que a brincadeira deixe de ser séria. A pouca seriedade a que faz referência está mais atrelada com o cômico, ao riso, que acompanha, na maioria das vezes, o ato lúdico e se contrapõe ao trabalho, considerado atividade séria. Ao postular a natureza livre do jogo, Huizinga a coloca como atividade voluntária do ser humano. E se imposta, deixa de ser jogo (Kishimoto, 2009). Outra característica apontada por Huizinga (2000) é referente à possibilidade da criação de novos mundos a partir do jogo. Neste, os costumes e as leis da vida cotidiana perdem a validade, permitindo uma evasão da vida “real”, porém, sem perder a consciência da vida “corrente”.

Dentre as particularidades do jogo, é importante salientar também as regras que desempenham um papel essencial no seu desenvolvimento, como já comentado anteriormente. Soares (2004) relata a relação das regras ao uso de jogos no ensino, pois implicam em um contrato social de convivência entre os participantes. O autor descreve que há regras explícitas, tais como no jogo de xadrez e existem as regras implícitas, como na brincadeira de faz de conta. São regras ocultas, internas, mas que conduzem e orientam a brincadeira:

As regras explícitas são as próprias regras declaradas e consensuais de um jogo, as implícitas são as habilidades mínimas necessárias para que se possa praticar um jogo

em que há regras explícitas. Isto é, no jogo de basquete solitário, fica implícito a necessidade de se saber, no mínimo, jogar a bola ao cesto. Explicitamente, determina-se quantas vezes é necessário que a bola passe o aro para que o jogo acabe ou prossiga (Soares, 2004, p. 34).

A delimitação no tempo e espaço é outro aspecto que permite uma distinção do jogo da vida real. O jogo possui uma duração determinada e um espaço onde é realizado. O jogo não acontece indefinidamente, ele se inicia e termina (Garcez, 2014). Desta forma, deve-se considerar todas as perspectivas ao tentar definir o jogo, as características do jogo, o contexto ao qual está sendo utilizado e os pontos de vistas dos indivíduos que o estão utilizando (Barboza, 2020).

Kishimoto (2009), baseada no trabalho de Brougère (1998), apresenta três níveis de diferenciação aos significados atribuídos ao termo jogo, apontando este como o resultado de um sistema linguístico que funciona dentro de um contexto social, como um sistema de regras e como um objeto. No primeiro caso, o jogo pode ser sinalizado como um resultado do sistema linguístico, pois, o sentido do jogo depende da linguagem de cada contexto social. A noção de jogo não é esclarecida por uma língua em particular, mas pelo seu uso habitual, de modo que não siga a lógica da designação científica dos fenômenos, mas ao uso diário e social da linguagem por meio das interpretações e projeções sociais.

No segundo caso, um sistema de regras permite identificar, em qualquer jogo, uma estrutura sequencial que especifica sua modalidade, ocorrendo superposição com a situação lúdica, uma vez que, quando alguém joga, está executando as regras do jogo e, ao mesmo tempo, desenvolvendo uma atividade lúdica. No terceiro sentido, o jogo como objeto, está relacionado ao material no qual se concretiza, por exemplo, o xadrez materializa-se nas peças e no tabuleiro que permitem jogar xadrez. O pião, no material que representa o objeto empregado na brincadeira de rodar pião, é a partir desses materiais que se pode reconhecer determinado jogo ou brincadeira (Garcez, 2014).

Neste sentido, concordamos que o jogo é bastante dependente das características socioculturais em que as pessoas vivem, moldando a utilização dos jogos e as regras de acordo com a comunidade, sempre viabilizando momentos de entretenimento e diversão (Barboza, 2020). De acordo com a polissemia do vocábulo jogo, Soares (2008) ressalta que cada um tem suas especificidades, possuindo diversos significados, como por exemplo, jogo de futebol, jogo de panelas, ou até mesmo, o jogo político; que podem ser atribuídos somente no simples ato de escutarmos a palavra jogo. Dessa forma é perceptível o quão é difícil atribuir a esta palavra um único significado.

No Brasil, os vocábulos de jogo e atividade lúdica são utilizados quase como sinônimos, de modo que às vezes jogo e brincadeira se confundem com o próprio brinquedo (Garcez, 2014). No intuito de contribuir para a discussão linguística, referente ao significado e utilização de vocábulos relacionados ao lúdico, Soares (2013) esclarece o significado do termo jogo diferenciando-o de brincadeira, brinquedo e atividade lúdica.

Para Soares (2013) a atividade lúdica seria qualquer atividade prazerosa e divertida, livre e voluntária, com regras explícitas e implícitas. O jogo e a brincadeira, são atividades lúdicas que se diferenciam por meio do sistema de regras. Segundo o autor o jogo pode ser definido como qualquer atividade lúdica que tenha regras claras, explícitas, estabelecidas na sociedade de uso comum, e tradicionalmente aceita, seja de competição ou cooperação. Já a brincadeira, como qualquer atividade lúdica em que as regras sejam claras, no entanto, é estabelecida em grupos sociais menores, diferindo de lugar para lugar, de região para região, sejam de competição ou cooperação. E o brinquedo pode ser definido como o lugar/objeto/espço, ou seja, o suporte no qual se faz o jogo ou a brincadeira (Garcez, 2014).

Ainda relacionado ao vocábulo jogo, Soares (2016) promove uma reflexão sobre os termos empregados para as variantes do lúdico, visto que no contexto educacional brasileiro é comum atribuir uma relação direta entre o lúdico e o jogo, sem nenhuma diferenciação dando a entender que o mundo lúdico contempla apenas os jogos. O que não é uma verdade, pois existem uma gama de exemplos de atividades lúdicas sem ser propriamente um jogo, tais como: palavras cruzadas, paródias, júri simulado, cordéis, dentre outros. Sendo assim é importante entender as nomenclaturas atribuídas aos jogos no ambiente escolar - Jogos Educativos (JE), Jogos Didáticos (JD) e Jogos Pedagógico (JP), já que muitas vezes os termos são usados de forma inadequada (Soares, 2016).

O primeiro tipo de jogo abordado por Cleophas, Cavalcanti e Soares, (2018) vem a ser o Jogo Educativo, que apresentam um jogo educativo não propriamente como um jogo, só será jogo se acontecer em um ambiente de pura informalidade e desprovido de uma intenção didatizada. Sabe-se que este tipo de jogo é lúdico, prazeroso, divertido, não utilizado para ensinar algo a alguém e caso ocorra nesta tendência, não é intencional, então o que conhecemos de jogo educativo é uma vertente do jogo. Porém, é notado que a partir destes jogos há um aprendizado que é capaz de influenciar sobremaneira, sendo denominado de educativo. O jogo educativo é planejado para fazer emergir diferentes destrezas nos sujeitos, de modo “não intencional” sob um ponto de vista didático (Cleophas; Cavalcanti; Soares, 2018).

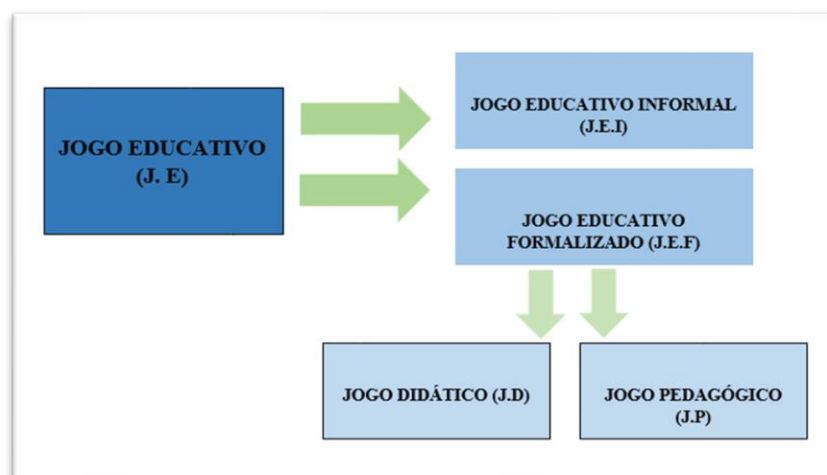
Girard (1911) defende que os jogos educativos favorecem uma ação de aprender, de educar sem saber. A respeito desse tipo de jogo os autores trazem uma pergunta de bastante relevância: o jogo educativo pode ser apropriado em sala de aula? Seguindo na perspectiva afirmativa, sua utilização considera a manutenção da sua essência com uma finalidade pedagógica definida e restrita, do tipo formalizada, intencional.

Chega-se à conclusão de que os Jogos Educativos podem ser informais, mas também podem ser formalizados (com intenções pedagógicas). Os Jogos Educativos Formalizados (JEF) geralmente são utilizados por um professor que percebe potencial de aprendizagem a partir de algum tipo de jogo (Cleophas; Cavalcanti; Soares, 2018). Teóricos como Kishimoto (2011) e Vial (1981) trazem seus pontos de vista sobre as diferenças entre os jogos educativos e jogos didáticos.

Kishimoto *et al* (2011), defendem o jogo educativo com um sentido limitado à aquisição de conhecimento, já Vial (1981) apresenta o jogo didático como limitante do prazer e da diversão. A respeito dessas discussões, Cunha (2012) assegura que o jogo didático é educativo, porém nem todo jogo educativo é didático. Sobre esses conceitos, Soares (2013) apresenta a importância de garantir que as funções lúdica e educativa estejam em equilíbrio e harmonia.

A respeito das diferenças entre Jogo Didático e Jogo Pedagógico, Cleophas, Cavalcanti e Soares (2018) apresentam as características de cada um. Nota-se que a primeira diferença é que o Jogo Didático é um tipo de Jogo Educativo Formalizado que foi adaptado a partir de um Jogo Educativo Informal e que geralmente é utilizado para reforçar conteúdo ou como forma de avaliação. Alguns exemplos de Jogos Didáticos são: dominó, quebra-cabeça, bingo, jogos de roletas, dentre outros. Já o Jogo Pedagógico é inédito, visando desenvolver habilidades cognitivas sobre conteúdo específicos, ele pode ser utilizado por exemplo, para ensinar conceitos sem o professor ter ensinado o conteúdo anteriormente. Alguns exemplos de Jogos Pedagógicos são: RPG, jogos simulados, ARG, dentre outros. A seguir apresentamos na figura 6 um esquema dos jogos no contexto do ensino.

Figura 6: Esquema dos Jogos no contexto educacional.



Fonte: Cleophas e Soares (2018).

Desse modo, acredita-se que os jogos didáticos ou pedagógicos atuam de fato como um recurso instrucional e com intenção educativa bem definida, respeitando assim o equilíbrio do *paidia* (parte livre do jogo) e a *ludus* (parte regrada e formal do jogo). Cleophas e Soares (2018) trazem ainda que o diferencial entre o Jogo Didático e o Jogo Pedagógico não é a intenção pedagógica, mas sim o grau de ineditismo um frente ao outro e seu uso na prática docente. Mas, ainda sim, ambos são instrumentos-chave para contribuir no aumento de aspectos motivacionais, sociais, colaborativos e efetivos no ambiente escolar.

2.2.3 Os jogos e o ensino

A utilização do jogo potencializa a exploração e a construção do conhecimento, introduzindo as propriedades do lúdico no campo do ensino e da aprendizagem, possibilitando maximizar as condições para seu desenvolvimento (Kishimoto, 2009). Todavia, salienta-se que o jogo educativo não é o resultado de um simples somatório das características do jogo e do ensino, mas sim um processo de compartilhamento e interação dinâmica entre estes. Desse modo, ao considerar a junção entre jogo e ensino, o produto formado adquire em sua associação duas funções primordiais, denominadas por Kishimoto (2009) como função lúdica e função educativa.

A função lúdica se refere à diversão, ao prazer associado à atividade quando escolhida voluntariamente. Já a função educativa é aquela que no ensino de qualquer conteúdo curricular que a atividade propicie, completa o indivíduo em seu saber, seus conhecimentos e sua apreensão do mundo. Tais funções devem estar concomitantemente interligadas na

constituição de qualquer jogo educativo (Garcez, 2014). Se houver desequilíbrio entre essas funções, deixará de existir o caráter de jogo educativo, pois prevalecendo o lúdico teremos somente um jogo ou, prevalecendo a função educativa, tem-se um material didático. Soares (2013) ressalta que o desafio é equilibrar essas duas funções para que de fato se tenha um jogo educativo, bem como uma atividade lúdica para o ensino.

Jann e Leite (2010) afirmam que os jogos entraram no cenário atual devido a sua praticidade, pois são facilmente manipuláveis em salas de aula, apresentam custo reduzido, favorecem o processo de aprendizagem de uma maneira estimulante, contribuem no desenvolvimento das relações sociais, aguçam a curiosidade e, por fim, instigam o desejo em adquirir mais conhecimento. Entretanto, é importante ressaltar que o jogo não pode ser considerado o fim, mas o eixo condutor de um conteúdo didático específico, resultando em um empréstimo da ação lúdica para a aquisição de informações (Kishimoto, 1996).

No que se refere à apropriação do lúdico no ambiente escolar por parte do professor, Silva, Lacerda e Cheophas (2017) acreditam que esta é uma ação que deve ser incentivada ainda na sua formação inicial. É importante que os professores saibam utilizar corretamente a ludicidade como meio de fortalecer ou construir aprendizagens, levando-se em consideração, a importância do planejamento, execução, acompanhamento e avaliação da atividade lúdica proposta. Visto que, uma atividade lúdica não pode ser aplicada em sala de aula apenas para passar o tempo ou como um intervalo para as atividades consideradas essenciais ao ensino pelo professor.

Porto (2015) assegura que é fundamental que o professor tenha ou aprenda a ter uma “postura lúdica” no ambiente escolar, pois a existência dessa postura é capaz de fornecer inúmeros benefícios para a aprendizagem dos seus estudantes, tais como favorecer a inteligência emocional, motivação, senso crítico, capacidade auto avaliativa, estímulo à criatividade, socialização, raciocínio lógico etc.

2.2.3.1 Escolha do jogo educativo formalizado

De acordo com Garcez (2014) a escolha de um material lúdico não pode ser aleatória ao refletir sobre a escolha de qualquer atividade lúdica para o ensino de algum conceito, deve-se estabelecer alguns critérios. Sendo os principais aspectos: o tempo, espaço disponível para aplicação, as regras para execução da atividade, o conhecimento do público em questão, bem como seus interesses e motivação, a potencialidade pedagógica do recurso e suas limitações, a

aprendizagem objetivada, se o intuito do lúdico está no reforço, revisão ou memorização do conteúdo, entre outros.

Desta forma para que o professor possa fazer uma boa escolha, é necessário que ele tenha claro o seu objetivo de ensino e a definição correta do momento no qual cada jogo se torna mais didático no seu planejamento. Além disso, na escolha de um jogo, devem-se considerar dois aspectos: o motivacional: ligado ao interesse do estudante pela atividade (equilíbrio entre a função lúdica e função educativa); e o de coerência: ligado à totalidade de regras, dos objetivos pedagógicos e materiais utilizados para o seu desenvolvimento em sala de aula (Cunha, 2012).

De acordo com Soares (2008) esta prática deve ser usada como reforço ou revisão possibilitando ao estudante usar a criatividade para desenvolver a aprendizagem. Uma vez que esta prática representa um apoio ao ensino, não dispensa a mediação do professor no decorrer da vivência com os jogos sendo sempre necessário fazer as conexões do “antes” e do “depois”, para que se possa atingir objetivos didáticos.

Desta forma a utilização do jogo deve ser usada de forma cuidadosa por parte do professor para que ele possa alcançar o resultado esperado. Esse é um cenário que vai depender do estudante, de suas motivações, bem como de suas habilidades cognitivas, ritmo de aprendizagem, fatores psicológicos e sociais.

Uma má aplicação pode levar também a uma resistência da comunidade escolar em sua utilização. Realizar uma atividade lúdica pressupõe que o professor saiba conduzir uma mínima organização e disciplina, pois a desordem é inerente nesse processo, tornando-se primordial que o docente saiba lidar com essa situação. Assim, não saber conduzir a atividade pode gerar situações de tumulto, podendo refletir em uma falta de apoio por parte dos pares e do grupo gestor, além de um efeito negativo na aprendizagem (Garcez, 2014).

O jogo não deve ser utilizado ao acaso, mas visto como uma das atividades dentro de uma sequência definida de aprendizagens e um meio a ser usado para se alcançar determinados objetivos educacionais (Nascimento *et al*, 2014). Para utilizar jogos em sala de aula, o professor deverá estar muito bem-preparado com a sua proposta de utilização, pois o jogo requer planejamento, precisa ser aplicado com cautela, e ter todas as variáveis envolvidas durante a sua aplicação sob uma análise crítica.

É importante ressaltar que os professores precisam compreender que apesar de todas as melhorias que se podem obter com a utilização de jogos, nem sempre elas podem resolver

todos os problemas do processo de aprendizagem dos estudantes. Sabe-se que a aprendizagem é um processo em conjunto, nesse sentido observa-se que os estudantes possuem diferentes preferências quanto aos estilos de aprendizagens. Sendo assim, ao aplicar um jogo em sala de aula o professor deve saber que há a possibilidade de existirem estudantes que não se adaptam pedagogicamente a esta estratégia de ensino.

2.2.4 Os jogos educativos formalizados no ensino de Química

A Química é, por sua própria natureza, uma ciência multidisciplinar nos temas que aborda e nas técnicas e tecnologias que utiliza para explicar a natureza. Ela integra as atividades manuais e as atividades intelectuais, o universo microscópico dos átomos e das moléculas e o universo macroscópico das substâncias, a experimentação prática e as reflexões teóricas.

O Ensino de Química, como acontece nas outras Ciências Exatas, ainda hoje tem provocado nos estudantes uma sensação de desconforto. Frequentemente, tal ensino segue ainda de maneira tradicional, de forma descontextualizada e não interdisciplinar, gerando nos estudantes um grande desinteresse pela disciplina, bem como dificuldades de aprender e de relacionar o conteúdo estudado ao dia a dia, mesmo à Química estando presente no cotidiano (Rocha, 2016).

Essas dificuldades na abordagem dos princípios, leis e postulados ocorrem devido ao fato de que esta matéria atua com o mundo microscópico e com moldes que requerem abstração dos estudantes para um melhor entendimento. Dessa forma, os professores são desafiados a conduzirem suas práticas pedagógicas, buscando dar significado ao conteúdo explorado. Para isso, é indispensável a utilização de múltiplos recursos que possibilitem articular o conhecimento popular com o científico, criando um elo capaz de promover a efetiva apropriação desses conhecimentos por parte dos estudantes (Maia, 2013).

A utilização dos jogos educativos formalizados nas aulas de Química vem ganhando visibilidade, fazendo com que as aulas sejam mais atraentes e divertidas, tornando assim a aprendizagem agradável e útil. Mediante a perspectiva piagetiana em relação à aprendizagem e desenvolvimento do indivíduo, os jogos em si não carregam a capacidade de desenvolvimento conceitual, porém podem suprir certas necessidades e funções vitais ao desenvolvimento intelectual. Deste modo, os jogos podem ser vistos como recursos adicionais, que, aliados a outros possibilitam a aprendizagem de conceitos abstratos e complexos (Medeiros, 2017).

Soares (2013) aponta que existem trabalhos em revistas acerca da utilização dos jogos no Ensino de Química desde o final da década de 1970, mas foi apenas nos anos de 2000 que houve um crescimento significativo da produção acadêmica sobre jogos em Ensino de Química, tanto nacionalmente quanto internacionalmente. Entretanto, Barboza, Silva e Neto (2018) realizaram um estudo bibliográfico nas revistas de Qualis A1, A2, B1 e B2, na plataforma Sucupira e observaram que nos últimos dez anos, apenas 50 trabalhos apresentavam a temática jogos no Ensino de Química, não ultrapassando a marca de cinco trabalhos por ano.

De maneira geral, os jogos são um importante recurso para as aulas de Química, no sentido de servir como um reabilitador da aprendizagem mediante a experiência e a atividade dos estudantes. Além disso, permitem experiências importantes não só no campo do conhecimento, mas desenvolvem diferentes habilidades, especialmente, também no campo afetivo e social do estudante (Cunha, 2004).

Segundo Cunha (2012), os jogos, quando planejados corretamente, são boas alternativas para criar um ambiente propício a atrair a atenção dos estudantes e promover a aprendizagem. A autora destaca alguns efeitos proporcionados pela utilização desse recurso, sendo alguns deles:

a) a aprendizagem de conceitos, em geral, ocorre mais rapidamente, devido à forte motivação; b) os estudantes adquirem habilidades e competências que não são desenvolvidas em atividades corriqueiras; c) o jogo causa no estudante uma maior motivação para o trabalho, pois ele espera que este lhe proporcione diversão; d) os jogos melhoram a socialização em grupo, pois, em geral, são realizados em conjunto com seus colegas; e) os estudantes que apresentam dificuldade de aprendizagem ou de relacionamento com colegas em sala de aula melhoram sensivelmente o seu rendimento e a afetividade; f) os jogos didáticos proporcionam o desenvolvimento físico, intelectual e moral dos estudantes; g) a utilização de jogos didáticos faz com que os estudantes trabalhem e adquiram conhecimentos sem que estes percebam, pois a primeira sensação é a alegria pelo ato de jogar (Cunha, 2012, p. 95).

Desta forma a utilização de um jogo no Ensino de Química que tenha o objetivo de proporcionar o conhecimento amplo das representações utilizadas em Química parece ser bem promissora, especialmente quando se deseja desenvolver no estudante a capacidade de entender os conceitos químicos e aplicá-los em contextos específicos.

Outro elemento que pode ser trabalhado com a utilização dos jogos é a questão do erro. Se um estudante, ao desenvolver uma atividade e durante um jogo, errar, o professor poderá aproveitar esse momento para discutir ou problematizar a situação, pois os jogos não impõem punições, já que devem ser uma atividade prazerosa para o estudante. O erro no jogo

faz parte do processo de aprendizagem e deve ser entendido como uma oportunidade para construção de conceitos (Cunha, 2012).

Desta forma na vivência desses jogos, o professor será um mediador da atividade, conduzindo-a para que ninguém despreze as regras, corrigindo as respostas erradas e verificando os erros e acertos. No andamento de tais atividades, o professor terá oportunidade de perceber se os estudantes sabem ou não sobre o conteúdo que está sendo trabalhado no jogo, sem a pressão da atividade avaliativa tradicional. O estudante, jogando, irá se expor sem medo de errar; com isso, o professor poderá detectar falhas conceituais e até mesmo (re)avaliar suas aulas, (re)pensando na sua prática pedagógica e nos conteúdos escolhidos para serem trabalhados ao longo do ano (Cavalcanti, 2011).

2.2.5 RPG

O *Role Playing Game* (RPG) é um sistema de jogo em que cada participante representa o papel de um personagem dentro de uma aventura, por isso pode ser traduzido para nosso idioma como Jogo de Representação de Papéis. Nesse sentido Cavalcanti (2018, p. 17) aponta que o RPG, “é um jogo no qual os personagens são criados e interpretados pelos jogadores que personificam esses personagens abstraindo mesmo que momentaneamente a vida real e passando a incorporar uma vida fictícia”, ou seja, cada participante entra numa atmosfera lúdica a partir da experiência dos personagens.

Desta forma, o narrador também chamado de mestre possui o controle da história e articula toda a dinâmica do jogo, proporcionando desafios e situações-problemas, que estimulam a participação dos jogadores na atuação de seus papéis. Além disso, o narrador, interpreta os demais personagens da aventura e estipula as regras, ele é um jogador como os demais, responsável por estudar e projetar a narrativa a ser jogada. A partir disso, os jogadores decidirão as ações dos seus personagens (Cavalcanti, 2018).

Segundo Rodrigues, Schmitt e Bertagnolli (2021) ao incentivar a tomada de decisão colaborativa, a representação de um papel permite simular uma situação que seria difícil ou até arriscada no mundo real, assim como colocar-se no lugar do outro. O uso de RPG pode contribuir para o desenvolvimento das habilidades descritas na BNCC, tais como raciocínio lógico, comunicação, cultura digital e repertório cultural.

Nesse cenário, seus jogadores acabam por se envolverem ainda mais com as histórias dos seus personagens e buscam estratégias para vencer os diferentes obstáculos tornando a atividade mais prazerosa, neste sentindo a imersão se torna algo muito presente na vivência do RPG, desta forma, ela pode vir a ser definida segundo Murray (2003, p. 10) como “a sensação de se encontrar rodeado por uma realidade completamente diferente (...) que toma o controle total de nossa atenção, de todo o nosso aparato sensorial”. Ou seja, a imersão contribui de forma significativa para o RPG no que concerne a participação efetiva dos jogadores. Desta forma, segundo Rocha (2015, p. 5) “à prática do Role Playing gera o exercício de múltiplas facetas do sujeito, que o permite um constante experimentar-se”. Essa forma como é conduzido o jogo, tornam mais interessante e propício à imaginação dos jogadores. Visto que, não existe um final, mas apenas possibilidades de inúmeros finais.

O principal objetivo do RPG, não é ganhar, mas contar uma história. Por ser uma narrativa interpretativa, na qual os participantes se deparam com situações que envolvem conflitos, ele também permite a investigação de problemas e a discussão de temáticas (Silva, 2016), ainda que isso ocorra em medidas diferentes, dependendo das características particulares dos diversos formatos de RPG. Nesse sentido pode-se afirmar que o RPG é um jogo “totalmente colaborativo, criativo e social” (Guzzi Filho *et al*, 2017, p. 3).

Inicialmente o RPG teve início na década de 1970, por Gary Gygax e Dave Arneson. Sua ambientação possui forte influência da mitologia criada por J. R. R. Tolkien, eles foram os criadores do primeiro RPG conhecido como *Dungeons and Dragons* (Masmorras e Dragões) (Vasques, 2008, p. 20-21). Com o passar dos anos, diversos sistemas foram criados como, *Dragon Age*, *Senhor dos Anéis*, *Game of Thrones*, *Star Wars*, entre outros e universos inteiros foram construídos e milhares de histórias contadas.

Existem diversos tipos de RPG, dos que utilizam dados, lápis e papel aos jogos eletrônicos. De acordo com Schmit (2008), existem cinco tipos de RPG, a saber:

01) **RPG de mesa:** é o tipo mais antigo e comum de RPG, e recebeu esse nome em decorrência dos jogadores se reunirem em torno de uma mesa para jogar; nesse tipo a representação é falada.

02) **Live-action:** nesse tipo de RPG os jogadores representam seus personagens de forma encenada, através de gestos, falas e roupas.

03) **Aventura solo:** é também conhecido como livro-jogo; de forma individual, o jogador é apresentado à história, que possui diversos caminhos, dessa forma ele pode vivenciar uma nova aventura de cada vez.

04) **RPG eletrônico:** ocorre em um ambiente eletronicamente simulado, onde o jogador pode controlar uma ou mais personagens.

05) **Multiplayer online role playing game:** nesse tipo de RPG o jogador interage com outros jogadores via internet.

Para esse trabalho buscamos utilizar o RPG de mesa. O RPG de mesa começa com uma aventura proposta pelo mestre que é interpretada pelos demais participantes (Rodrigues, 2004). Ao longo da aventura, os jogadores definem livremente as ações de suas personagens, baseado no conjunto de regras utilizado. Dessa forma, a aventura é modificada a cada nova ação, e muitas dessas ações não faziam parte do plano inicial do mestre, que deve ser rápido no improviso do jogo (Vasques, 2008). Desta forma, o RPG de mesa é interativo, de improviso, sendo um método lúdico de aprendizagem.

Segundo Rodrigues (2004) a fantasia e a ficção são uma constante na vida do ser humano, sendo o RPG considerado uma forma de ficção, pode-se afirmar que o RPG também pode ser considerado um jogo educativo que possibilita ao professor trabalhar com os diversos temas. Por isso, cabe ao professor saber utilizar essa ferramenta lúdica para ativar as curiosidades, as potencialidades dos estudantes, além de conduzir para a aprendizagem dos conteúdos. Dentre as possibilidades de aprendizagem que podem surgir ao usar o RPG em sala de aula, Cavalcanti e Soares (2009, p. 258) corroboram que:

A expressão oral, que é exercitada em todo o desenrolar do jogo, já que os personagens descrevem suas ações continuamente. A expressão corporal, que é usada para melhorar a interpretação das ações dos personagens durante todo o jogo. A aventura elaborada contém pistas, que são na verdade trechos de textos para leitura e determinação de atitudes. As ações em grupo são privilegiadas, já que para vencer é preciso que o outro jogador também vença, a partir de soluções coletivas. O conteúdo disciplinar ou interdisciplinar é desenvolvido no decorrer do jogo, rompendo as dificuldades e resistências do aluno em aprender. Ao mesmo tempo, estimula o raciocínio rápido, a capacidade de interpretação e a escrita.

Desta forma, numa sociedade em que os estudantes procuram respostas prontas e não se sentem estimuladas a pensar, entendemos que o RPG pode ser uma atividade de grande importância para o desenvolvimento social e intelectual deles. Principalmente quando se trata de conteúdos de Química.

O RPG no ensino, leva os estudantes a intensificarem os estudos e a querer saber mais de um determinado conteúdo, pois ele propõe missões e obstáculos que para serem vencidos precisam do conhecimento científico proposto na aventura (Ignácio, 2013). Além de proporcionar ao estudante a vivenciar experiências científicas, a ser protagonista, vivendo situações que exijam a tomada de decisões que podem decidir o destino do seu personagem.

Por levar os estudantes a desenvolverem as suas capacidades cognitivas, o RPG pode ser um método avaliativo formativo eficaz, como enfatiza Cavalcanti (2018), principalmente quando a avaliação for direcionada a desenvolver a capacidade de argumentar e se posicionar, melhorando a aprendizagem e a qualidade de ensino.

2.2.6 Aproximações entre a Resolução de Problemas e o RPG

O RPG possui potencial a ser explorado no processo ensino-aprendizagem e vem se democratizando ao longo dos anos, desta forma, ele aproxima os estudantes da resolução de desafios, que podem ser apresentados como enigmas, problemas ou reflexões dependendo do contexto do mundo criado pelo narrador (Vieira Júnior *et al*, 2015).

Dentre os inúmeros tipos de problemas que podem ser encontrados na literatura, os problemas abertos pareceram uma alternativa viável, visto que, de acordo com a literatura (Oliveira; Araújo; Veit, 2017), o espaço de discussão e raciocínio criado pelos problemas abertos pode ser usado para superar dificuldades conceituais e epistemológicas dos estudantes em resolver os problemas fechados. Vieira (2019), corrobora que trabalhar com problemas com os estudantes expande as alternativas para se explorar procedimentos que se aproximam do fazer científico, como a análise qualitativa de uma situação, seleção das variáveis importantes para o problema e delimitação da questão abordada.

Oliveira, Araújo e Veit (2017) baseado no artigo de Heller traz uma definição de problema aberto que se aproxima bastante de um desafio dentro de uma vivência com o RPG. O problema necessita ter uma razão que pareça plausível para os estudantes, e precisa da exposição de suas próprias experiências para encontrar a solução. Os problemas podem ser reais ou imaginários e por último, precisam ter um caráter desafiador para que um estudante não seja capaz de resolver sozinho, mas não tão desafiador, que impeça a solução em grupo.

O RPG pode ser uma maneira de construir a relevância dos problemas, e uma forma para que os estudantes se envolvam na resolução. A “história curta” vivenciada no jogo é

criada pelo mestre e os jogadores, que também são os personagens principais da aventura. O RPG pode criar esse envolvimento, de forma que os estudantes se comprometam e acreditem ser necessário resolver um enigma científico que está escondido na aventura. Além disso, o RPG se torna um espaço para os estudantes expressarem seus pontos de vista. Outra relação que pode ser notada entre os jogos e resolução de problemas é sobre a abordagem e compreensão das regras (Vieira, 2019).

Moura (1991) elucida que os problemas necessitam de um entendimento inicial da situação e da construção do planejamento para abordar a questão. Em seguida vem a execução desse planejamento e por último uma análise, revisando os passos anteriores e verificando se a resposta obtida faz sentido. Nesse entendimento, o jogo, de acordo com o autor, requer mecanismos parecidos. É preciso uma compreensão inicial do que é o jogo em si e suas regras, para em seguida esboçar uma estratégia de ação para obter o melhor resultado. Posteriormente, os jogadores executam suas jogadas, com o plano previamente estabelecido, para no fim avaliar o resultado, e o que deu certo e errado no decorrer da vivência.

2.3 MODELOS ATÔMICOS NO ENSINO DE QUÍMICA

O homem sempre buscou com curiosidade explicar os fenômenos naturais que o cerca através, principalmente, da observação, e consequentemente se questionando e formulando hipóteses para suas inúmeras perguntas. Segundo registros, uma das primeiras descobertas do homem primitivo foi o fogo, revelando-se pela ótica dos “aspectos ocultos da matéria” (Criddle, 2014, p. 10). A Química é a ciência que lida essencialmente com esse “aspecto oculto da matéria”, ou seja, com aquilo que está não perceptível, invisível aos nossos olhos.

Por isso, o estudante deve adquirir a capacidade de compreensão sobre os aspectos químicos no seu cotidiano e raciocinar em termos científicos para solução de problemas no seu dia a dia. Entretanto, é muito comum no Ensino de Química, o estudante justificar a sua rejeição, representada em resultados ruins, no fato de não conseguir identificar a importância dos conteúdos estudados (Melo; Lima Neto, 2013). E isso pode ser observado no conteúdo de Modelos Atômicos, visto que o mesmo possui uma abstração o que torna uma difícil assimilação quando introduzido na sala de aula.

Por isso, trabalhos na literatura abordam que quando esses conceitos são estudados de maneira envolvente, mediada, estabelecendo relações com os conhecimentos prévios dos estudantes, eles passam a perceber os benefícios e confortos que possuímos hoje, que só foram possíveis a partir da compreensão da composição da matéria, além de desmistificar a neutralidade da ciência.

Não se pode omitir que foi a partir do desenvolvimento da Ciência e da Química que hoje compreendemos fenômenos indispensáveis para a humanidade como por exemplo, a eletricidade, as propriedades físicas e químicas de diversos materiais usados no nosso dia a dia, o desenvolvimento da indústria farmacêutica, a possibilidade da escolha de novos materiais, substituindo outros, na temática da sustentabilidade e da preservação ambiental, entre outros (Dutra, 2019).

Assim, segundo Oliveira (2015), é imprescindível mostrar aos estudantes que a Química não constrói verdades absolutas, mas sim produz conhecimentos acerca do universo, expressadas em fenômenos, por um processo constituído de erros, tentativas, desistências, reorganização de ideias etc. Sendo ainda considerado provisório e passível de contestação.

As Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCEM) (Brasil, 2006), não dispõe de competências e habilidades para o conteúdo de modelos atômicos. Portanto, acredita-se que compreender e operar conceitos químicos dentro de uma visão macroscópica e selecionar e utilizar ideias e procedimentos científicos (leis, teorias, modelos) para a resolução de problemas qualitativos e quantitativos em Química, identificando e acompanhando as variáveis relevantes, estão relacionadas, entre outros conteúdos, ao ensino dos Modelos Atômicos.

Já a BNCC (2018) especifica uma habilidade (EF09CI03) para o Ensino Fundamental relacionado aos Modelos Atômicos, onde ela busca “identificar modelos que descrevem a estrutura da matéria (constituição do átomo e composição de moléculas simples) e reconhecer sua evolução histórica” (BNCC, 2018, p. 353). Para o Ensino Médio não trabalha diretamente com uma habilidade específica.

O Currículo do Estado de Pernambuco¹ (CEP) (2020), apresenta uma Reorganização Curricular do Ensino Médio e nesse documento aponta as competências curriculares base para as disciplinas que norteiam o Ensino Médio. Nesse documento apresenta os conteúdos e as Expectativas de Aprendizagens (EA). Para o conteúdo de Modelos Atômicos têm-se as seguintes expectativas de aprendizagens:

Quadro 4: Expectativas de Aprendizagens – Modelos Atômicos.

CÓDIGO	EXPECTATIVA DE APRENDIZAGEM
EA27	Reconhecer que a combinação de átomos do mesmo tipo dá origem às substâncias simples e de átomos diferentes dá origem às substâncias compostas
EA107	Caracterizar por meio de símbolos os modelos atômicos de Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr.
EA110	Empregar os modelos atômicos na explicação de fenômenos físicos e químicos, tais como, indução de cargas elétricas, condução de corrente elétrica e calor, a emissão de luz e a conservação de massa nas transformações químicas.
EA127	Reconhecer que existem proporções fixas entre as substâncias envolvidas em uma transformação química, utilizando o modelo de



¹ O arquivo consta no QR code ao lado.

	Dalton.
--	---------

Fonte: Pernambuco (2020).

2.3.1 Aspectos históricos sobre os modelos atômicos

2.3.1.1 Modelo de Dalton

John Dalton nasceu no dia 6 de setembro de 1766, em uma casa de sólida formação religiosa que pertencia ao grupo denominado de Quaker, grupo protestante que surgiu em meados do século XVII (Viana, 2007).

Em 1793 Dalton foi convidado a dar aulas de matemática e filosofia natural no New College. Ainda neste ano, Dalton lança seu primeiro livro, *Meteorological Observations and Essays*, o qual trazia suas pesquisas sobre a atmosfera (Viana, 2007). No ano seguinte começa a ensinar Química se baseando no *Tratado Elementar de Química*, livro escrito por Lavoisier. O clima na cidade onde residia era muito instável, e isso corroborou com o desenvolvimento de estudos sobre meteorologia. Esse interesse pelo clima o fez desenvolver estudos sobre os gases, vapor d'água e o calor (Filgueiras, 2004).

De acordo com os trabalhos desenvolvidos por Dalton, pode-se inferir que grande parte deles são a partir dos estudos dos gases, porém não existe a certeza da origem dos seus estudos para propor o modelo atômico. Visto que, grande parte dos documentos e registros de Dalton foram queimados em um bombardeio à Sociedade Literária e Filosófica de Manchester na Segunda Guerra Mundial (Silva, 2019).

Dalton procurou, a partir de dados registrados e cálculos estatísticos de quantificação dos gases, definir a constituição atmosférica. Ele prescreveu a relação entre o vapor de água e os gases atmosféricos. Em 1803, acreditando nas leis da conservação de massa e da composição definida, propôs uma teoria que explicava estas e outras generalizações químicas (Russel, 1994). A teoria atômica de Dalton foi baseada no seguinte modelo:

1. A matéria é composta de pequenas partículas esféricas maciças as quais são denominadas átomos.
2. Os átomos não se modificam e são indivisíveis, sendo que não podem ser criados nem destruídos.

3. Os elementos são caracterizados por seus átomos. Desta forma, todos os átomos de um dado elemento apresentam as mesmas propriedades e átomos de diferentes elementos apresentam diferentes propriedades.
4. As transformações químicas consistem em uma combinação, separação ou rearranjo de átomos.
5. Compostos químicos são formados por átomos de dois ou mais elementos em uma razão fixa.

Foi a partir destas ideias que Dalton fez essas observações químicas parecerem muito razoáveis para a sua época. Muitas ideias básicas de sua teoria ainda são aceitas atualmente, muito embora a ciência Química tenha evoluído e descoberto novas informações a respeito da estrutura atômica. Entretanto, sua contribuição foi de grande valia, pois ele foi capaz de responder alguns problemas químicos, como foi um grande estímulo para a pesquisa sistemática sobre a natureza do átomo (Russell, 1994).

2.3.1.2 Modelo de Thomson

Joseph John Thomson nasceu em 18 de dezembro de 1856 na Inglaterra, era filho de um editor e livreiro que morreu jovem. Thomson foi influenciado logo cedo pelo pai a estudar engenharia no Owens College, em Manchester (Trancoso, 2016). Foi durante sua graduação e influenciado por seus professores, que o fez ter grande interesse por física, pelo átomo de John Dalton, pela eletricidade e magnetismo (Oliveira, 2018). Thomson foi trabalhar em 1871 no Laboratório Cavendish, pertencente ao departamento de física da Universidade de Cambridge, na Inglaterra. Após dois anos, entrou para o Trinity College, em Cambridge, onde se graduou em matemática, em 1880. No presente ano de sua graduação começou a lecionar na Universidade de Cambridge, onde passou toda sua vida (Trancoso, 2016).

Em 1897, Thomson conseguiu demonstrar que o átomo não era indivisível utilizando uma aparelhagem chamada tubo de raios catódicos. Dentro de uma ampola de vidro havia, além de uma pequena quantidade de gás, dois eletrodos ligados a uma fonte elétrica externa. Quando o circuito era ligado, aparecia um feixe de raios que se propagava em linhas retas e eram provenientes do cátodo.

Com base nesse experimento, Thomson concluiu que:

1. os raios eram partículas (corpúsculos) menores que os átomos.

2. os raios apresentam carga elétrica negativa. Essas partículas foram denominadas elétrons (e^-).

Thomson buscava a compreensão de como ocorria a distribuição dos elétrons com os cálculos de carga e massa dos elétrons. As bases teóricas deste modelo atômico são mais explicadas no livro “The Corpuscular Theory of matter”, de 1907, onde são mostrados diversificados estudos que possibilitaram a configuração da proposta atômica de Thomson (Melzer; Aires, 2015).

Durante os anos seguintes, Thomson continuou os seus estudos e contribuiu de maneira significativa para o desenvolvimento da ciência, além do prêmio Nobel recebeu várias outras honrarias, e títulos importantes da sociedade acadêmica, e europeia. O modelo atômico de Thomson foi aceito por muitos anos, pouco depois do início do século XX, experimentos realizados na Inglaterra pelos físicos Ernest Rutherford, E. Marsden e H. Geiger levou à substituição do modelo de Thomson.

2.3.1.3 O átomo de Rutherford

Ernest Rutherford nasceu em 30 de agosto de 1871, na Nova Zelândia, e logo cedo começou a frequentar a escola, aos 16 anos ganha uma bolsa de estudo no Nelson College, dois anos depois entra para a Universidade mais próxima, Canterbury College, em Christchurch, onde se graduou em Matemática e Ciências Físicas, com o trabalho sobre a magnetização do ferro por descarga de alta frequência (Lopes, 2009).

Em 1895, Rutherford ganhou uma bolsa de estudo na Universidade de Cambridge, para trabalhar no Laboratório Cavendish, se tornando o primeiro estrangeiro a entrar para essa Universidade. Lá começou os seus trabalhos ajudando J. J. Thomson, nos estudos dos raios X com a elaboração de tubos de descargas de gás, a partir disso ele se dedica aos estudos envolvendo radiações. Logo depois, em 1898, ele é indicado por J. J. Thomson a ocupar o cargo de professor de Física Experimental na Universidade de McGill, Canadá (Marques, 2006).

Em 1890 foi descoberto que alguns elementos eram radioativos. Rutherford, Marsden e Geiger realizaram um experimento para verificar se os átomos eram maciços. Para isso bombardearam uma fina lâmina de ouro com pequenas partículas de carga positiva (partícula alfa). Os resultados dos experimentos foram surpreendentes: a maior parte das partículas

atravessava a lâmina sem sofrer desvios; poucas partículas alfa não atravessavam a lâmina e voltavam; e algumas partículas alfa sofriam desvios de trajetória ao atravessar a lâmina (Russell, 1994).

Rutherford, não concordou com as observações de seus assistentes e em 1911, ele foi capaz de mostrar o que os resultados experimentais realmente significavam. Rutherford expôs que as deflexões seriam mais bem observadas com as partículas alfa, por conta de sua energia e velocidade, e acreditava que isso ocorria porque elas se chocavam com os átomos que compunham a matéria (Marques, 2006). Desta forma, Rutherford busca estudar a natureza desses desvios, fazendo estudos complexos com cálculos matemáticos para justificar o observado por seus assistentes, Marsden e Geiger. Ao final de seus estudos elabora o seu modelo de átomo para legitimar os seus cálculos e os desvios sofridos pelas partículas.

Neste ponto Rutherford retomou a ideia proposta por H. Nagaoka, em 1904, onde um átomo poderia ser composto por um pequeníssimo núcleo carregado positivamente (no centro do átomo) rodeado por uma região comparativamente maior, contendo os elétrons:

(1) elétrons carregados negativamente estavam distribuídos na maior parte do átomo e se (2) a carga positiva compreendendo a maior parte da massa estava concentrada em um minúsculo núcleo no centro do átomo, então não somente muitas partículas alfa passariam em linha reta sem apresentar deflexão, mas aquelas partículas alfa que passassem próximas do núcleo seriam fortemente repelidas por sua carga positiva (Russell, 1994, p. 215-216).

Entretanto, em seu artigo publicado em 1911, Rutherford não cita a palavra núcleo para o centro do átomo, também não menciona se esse centro possui cargas positivas ou negativas. Ele indica que o modelo atômico proposto por Thomson não justifica os desvios das partículas, e que a sua proposta para um novo modelo atômico é mais aceitável diante dos fatos observados. Com base nessas hipóteses, pede para Geiger e Marsden a testar sua teoria (Marques, 2006). Os testes foram feitos a partir do experimento que ficou conhecido por “experimento do espalhamento de partículas alfa de Rutherford”.

Com base nessas pesquisas Rutherford amplia suas discussões, e em 1914 publica um novo artigo, tendo como título “A Estrutura do Átomo”, sobre a constituição do núcleo bem como sua carga. Neste artigo, ele já se refere ao centro do átomo de núcleo, além de dizer que as características físicas e químicas dos átomos dependiam das partículas positivas e negativas que o constituíam.

O modelo de Rutherford é denominado como modelo planetário, que popularmente é formado por um núcleo positivo, muito pequeno, com elétrons bem menores, girando ao seu redor, em órbitas circulares, que ele próprio nomeou “eletrosfera” ou “esfera de elétrons” (Trancoso, 2016). Seu modelo parecia perfeito, entretanto um problema levantado por Niels Bohr, sua estabilidade levou a novos estudos sobre a estrutura atômica (Marques, 2006).

2.3.1.4 O Átomo de Bohr

Depois de Rutherford ter proposto seu modelo, os cientistas direcionaram seus estudos para a distribuição dos elétrons na eletrosfera.

Niels Bohr nasceu em 7 de outubro de 1885, em Copenhague, na Dinamarca. Bohr cursou física na Universidade de Copenhague, mesma universidade que concluiu seu mestrado e doutorado. Em 1911, ele recebeu uma bolsa de estudos que apoiava estudos científicos. Com essa ajuda foi trabalhar no Laboratório de Cavendish, sob orientação de J.J. Thomson. Entretanto, essa parceria não é bem recebida por Thomson, visto que Bohr não concordava totalmente com o modelo atômico proposto por ele (Trancoso, 2016).

Seu trabalho no Laboratório de Cavendish, lhe rendeu oportunidades de conhecer nomes importantes da ciência, dentre eles Rutherford. Em 1912, Bohr é convidado a trabalhar com Rutherford, onde efetivou um trabalho envolvendo absorção de partículas alfa em metais, estudou mais sobre radioatividade e sobre o modelo atômico planetário proposto por Rutherford (Trancoso, 2016). A partir de seus estudos, Bohr tenta explicar a instabilidade do átomo e se propõe a estudar diversos temas diferentes.

Bohr iniciou a discussão sobre o espectro de emissão do hidrogênio (o espectro de linhas) como comprovação experimental de suas hipóteses. Assim, ele desenvolveu seu trabalho vinculado à estrutura dos átomos (dimensão dos átomos), à Teoria Quântica de energia de Max Planck e nos espectros de linhas dos elementos (Chaves, 2011). Bohr raciocinou que, se os átomos só emitem radiações de certos comprimentos de onda ou de certas frequências bem determinadas, e não de quaisquer valores, então os átomos só se apresentam em certos estados de energia bem determinados, que diferem um dos outros por quantidades de energia múltiplas de um *quantum*.

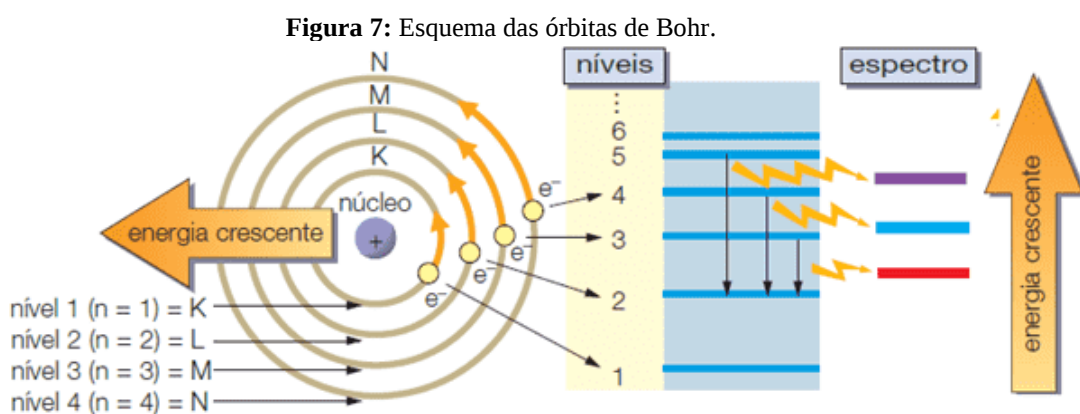
Em seu primeiro artigo, Bohr tece algumas críticas ao modelo atômico de Rutherford. Em seguida publica outros dois artigos na mesma revista de sua autoria. Esses três artigos

ficam conhecidos como “Trilogia de Bohr” (Silva, 2019). No primeiro artigo ele apresenta o seu modelo atômico, exemplificando-o com o átomo de hidrogênio. No segundo amplia seus conceitos para átomos com mais de um elétron. E no terceiro vai além comentando sobre moléculas e ligações entre os átomos (Trancoso, 2016). No último artigo aparece também os “Postulado de Bohr”:

1 - Um elétron não emite energia enquanto permanecer numa mesma órbita e, portanto, não deve sofrer desaceleração. 2 - Quando um elétron passa de uma órbita a outra, irradia ou absorve energia. Se ele se moveu em direção ao núcleo, houve emissão de energia e, se ele se afastou do núcleo, houve absorção de energia. 3 - Para que um elétron permaneça em sua órbita, a atração eletrostática entre o núcleo e o elétron, que tende a puxar o elétron em sua direção ao núcleo, deve ser igual a força centrífuga, que tende a afastar o elétron (Lee, 1999, p. 3).

O modelo de Bohr ficou conhecido como Rutherford-Bohr, pois ele não desconsiderou totalmente o modelo atômico planetário. Desta forma, mantém as principais características, mas se propõe a resolver a questão da instabilidade gerada no modelo proposto de Rutherford (Trancoso, 2016).

De acordo com esse modelo, o átomo pode ser representado de forma que as órbitas permitidas para os elétrons tenham relação com os diferentes níveis de energia e, ainda, com as respectivas raias presentes no espectro característico do elemento químico (átomo). Cada órbita era identificada por um número, que Bohr chamou de “número quântico n principal” (Silva, 2019). Dentre os elementos conhecidos, aquele que contém maior número de elétrons apresenta-os distribuídos no máximo em 7 ($n = 1, 2, 3, \dots, 7$).



Fonte: Usberco; Salvador (2014).

Sendo assim, Bohr consegue explicar a origem da luz emitida quando os materiais são aquecidos, ou os espectros já conhecidos naquela época e que não havia explicação (Silva, 2019). O átomo de Bohr recebeu muitas críticas, pois era aplicável apenas ao átomo de

hidrogênio, e ao íon do hélio. Entretanto, seu modelo traz um divisor de águas entre a física clássica, na qual a energia poderia ser transferida de forma contínua e a física quântica, que prevê apenas trocas de quantidades discretas de energia, que era um paradigma ainda em consolidação nessa época. Seu modelo também contribuiu para diversos outros estudos e evidências, como o aperfeiçoamento da tabela periódica (Trancoso, 2016).

2.3.1.5 Refinamento da Teoria de Bohr

Com o desenvolvimento da mecânica quântica, os problemas relacionados à estrutura dos átomos ganharam novo foco de estudo, revelando novas possibilidades científicas e tecnológicas (Rocha; Moreno, 2013). Utilizando espectroscopia de alta resolução para “átomos multietrônicos”, pode-se verificar que várias linhas de emissão na verdade são formadas por linhas mais finas, ou seja, se o espectro do hidrogênio for obtido com um espectrômetro de alta resolução, verifica-se que algumas das linhas apresentam uma “estrutura fina”. Isso implica que uma linha é composta por muitas outras linhas muito próximas (Lee, 1999).

Para explicar tal fenômeno, o físico alemão Sommerfeld (1868-1951), propôs que os orbitais dos elétrons nos átomos seriam formados por órbitas elípticas, além da circular, e que ocorre um movimento de precessão no espaço em torno do núcleo. Nesse entendimento, para a órbita mais próxima do núcleo, o número quântico principal é $n = 1$ e a órbita é circular, enquanto para a órbita seguinte, o número quântico principal é $n = 2$, sendo possível órbitas circulares como elípticas.

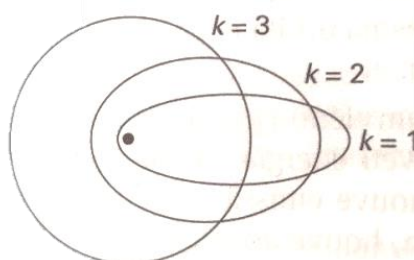
A definição de uma órbita elíptica necessita de um segundo número quântico k . Lee (1999), define que a forma da elipse é a relação entre os comprimentos dos eixos principal e secundário, ou seja, isso implicou na criação de um novo número quântico denominado: número quântico secundário ou azimutal, e pode ter valores de 1, 2... n .

$$\frac{\text{eixo principal}}{\text{eixo secundário}} = \frac{n}{k}$$

Assim, para $n = 1$, não existe variação, pois possui apenas uma órbita circular, para $n = 2$, n/k pode variar os valores 2/2 (órbita circular) e 2/1 (órbita elíptica). Enquanto para o número quântico principal $n = 3$, n/k pode ter os valores 3 (circular), 3/2 (elíptica) e 3/1 (elíptica mais estreita). Para o $n = 4$, 1 órbita circular e 3 órbitas elípticas, o núcleo do átomo

ocupa um dos focos da elipse, cujo plano pode tomar uma orientação qualquer o espaço (Fonseca, 2013).

Figura 8: As órbitas de Bohr-Sommerfeld para $n = 3$.



Fonte: Lee (1999, p. 4).

A presença dessas órbitas, com energias ligeiramente diferentes umas das outras, explica o desdobramento das linhas no espectro de alta resolução. O número quântico original k foi substituído por l , sendo $l = k - 1$. Assim, tem:

$n = 1$	$l = 0$
$n = 2$	$l = 0$ ou 1
$n = 3$	$l = 0$ ou 1 ou 2
$n = 4$	$l = 0$ ou 1 ou 2 ou 3

Isso explica por que algumas das linhas espectrais são desdobradas em duas ou mais linhas. Em resumo, o número quântico momento angular orbital, l , também intitulado de número quântico azimutal, além de definir o momento angular do elétron também especifica o orbital. Como, o n limita o l , os valores assumidos por l são inteiros e podem variar de 0 a $n - 1$. Ou seja: para o $n = 4$, os valores de l são 0 , 1 , 2 e 3 , correspondentes, respectivamente, aos orbitais s , p , d e f .

Zeeman (1865-1943) provou que a partir da incidência de um campo magnético, havia uma quebra de degenerescência da energia dos elétrons em um determinado subnível l . Isso ocorre, porque as órbitas elípticas podem assumir apenas determinadas orientações em relação ao campo externo, e não sofrer precessão aleatoriamente. Tal fenômeno foi explicado pelo número quântico magnético, m_l . O m_l é um número inteiro que pode assumir $2l + 1$ valores

² As letras s , p , d e f derivam das palavras *sharp*, *principal*, *diffuse* e *fundamental*, que são as denominações dadas a linhas que aparecem no espectro do átomo de hidrogênio.

distintos, compreendidos entre $+1$ e -1 . Portanto, uma única linha espectral aparece como $(2l + 1)$ linhas, se for aplicado um campo magnético.

Em 1925, os físicos Samul Goudsmit (1902-1978) e George Uhlenbeck (1900- 1988), tentando interpretar o desdobramento de algumas linhas do espectro do hidrogênio e de outros átomos, sugeriram a existência de um quarto número quântico, denominado, número quântico magnético de spin, m_s . Para Goudsmit e Uhlenbeck, o m_s teria dois valores possíveis, que seriam positivos ou negativos, dependendo da orientação do spin $+1/2$ ($\uparrow$) ou $-1/2$ ($\downarrow$), em relação à direção do campo magnético interno do átomo.

Paul Dirac (1902-1984), em 1929, a partir dos postulados da mecânica quântica, demonstrou que um elétron deve ter um momento angular intrínseco, $s = 1/2$, o qual limita o número quântico magnético de spin, m_s , a dois valores, $+1/2$ e $-1/2$, mostrando que a proposição de Goudsmit e Uhlenbeck é totalmente compatível com a mecânica quântica (Oliveira, Fernandes, 2006).

2.3.1.6 Modelo Atômico Quântico

O modelo planetário proposto por Rutherford e Bohr descrevia o átomo como um núcleo central rodeado por elétrons, situados em certas órbitas, desta maneira o elétron foi considerado como sendo partícula. Entretanto, em 1924, De Broglie postulou que os elétrons possuíam um caráter duas, ou seja, às vezes eles são considerados como sendo partículas e, em outras, se comporta como onda. Uma evidência da natureza ondulatória do elétron foi obtida quando anéis de difração foram observados fotograficamente, após a passagem de um feixe de elétrons através de uma fina lâmina metálica (Lee, 1994).

Em 1926, Erwin Schrödinger (1887-1961) propôs um novo modelo atômico baseado na mecânica quântica. Esse modelo partiu do desenvolvimento da sua equação de onda, ou seja, com essa equação foi possível saber a probabilidade de encontrar um elétron em um determinado ponto de um átomo.

$$\Delta^2\Psi + \frac{8\pi^2m}{h^2}(E - V)\Psi = 0$$

A equação descrita por Schrödinger é denominada pelos matemáticos de equação de autovalor. A solução deste tipo de equação fornece um conjunto de funções (chamadas de autofunções) que descrevem o comportamento do sistema que está sendo representado pela

equação, e um conjunto de números chamados de autovalores. Na equação de Schroedinger, os autovalores correspondem aos possíveis valores de energia do átomo. As autofunções, que Schroedinger resolveu representada pela letra grega Ψ são funções da posição dos elétrons no átomo, $\Psi(x, y, z)$ (Lee, 1994).

Ao decorrer de seu aprofundamento nos estudos, Schrödinger determinou em que parte do espaço seria possível encontrar elétrons. Sendo assim, o uso do termo “órbita” já não era mais adequado, visto que Heisenberg havia formulado que não era possível identificar de forma exata a velocidade dos elétrons. Deste modo, Schrödinger chegou à conclusão de que a eletrosfera era formada por orbitais atômicos.

Schrödinger estabeleceu que, para cada nível de energia da eletrosfera, havia um orbital tridimensional. Além disso, o físico possibilitou o entendimento de como ocorre o processo de hibridação dos átomos de carbono. Atualmente, não existe um modelo mais complexo para a estrutura do átomo, por isso também nos referimos a ele como o modelo atômico atual. Ressaltamos que este modelo, normalmente, é mais estudado nos livros didáticos e disciplinas de Química no Ensino Superior, devido ao seu maior grau de complexidade.

Este trabalho visa justamente explorar essa introdução ao conhecimento atômico por meio de uma abordagem pedagógica inovadora: o desenvolvimento e a aplicação de um Jogo Pedagógico – RPG – articulado à Resolução de Problemas. No capítulo seguinte, detalhamos a metodologia adotada para analisar como essa estratégia pode contribuir para a compreensão dos modelos atômicos pelos estudantes do Ensino Médio.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo, apresenta-se a metodologia que foi utilizada neste trabalho, juntamente com a caracterização e os procedimentos metodológicos que foram adotados para o desenvolvimento. O percurso metodológico utilizado neste estudo visou analisar as contribuições do desenvolvimento de um Jogo Pedagógico – RPG para a Resolução de Problemas relacionado ao conceito de Modelos Atômicos no Ensino Médio.

3.1 ABORDAGEM DA PESQUISA

A abordagem metodológica adotada para a realização do presente estudo foi de natureza qualitativa. A pesquisa qualitativa se preocupa com características de realidades que não podem ser mensuradas, tendo por base a abrangência e a compreensão da dinâmica existente nas relações sociais (Minayo, 2009). Segundo Minayo (2009, p. 22) “a pesquisa qualitativa responde a questões muito particulares. Ela se preocupa, nas ciências sociais, com um nível de realidade que não pode ser quantificado”. Oliveira (2016, p. 60), acrescenta que “esse procedimento visa buscar informações fidedignas para se explicar em profundidade o significado e as características de cada contexto em que se encontra o objeto de pesquisa”.

Uma pesquisa qualitativa não exonera os dados quantitativos, pelo contrário, trabalha e dialoga com eles na medida do necessário de forma a permitir ao pesquisador condições de realizar inferências e elaborar conclusões. Ela pode superar os problemas relativos à validação e ao rigor científico, atentando sempre para a coerência entre os instrumentos para a coleta e análise dos dados, os referenciais teóricos adotados e o enfoque epistemológico que norteia a pesquisa (Godoy, 1995; Ludke; André, 2018).

A pesquisa qualitativa de caráter descritivo se foca na compreensão e descrição detalhada dos fenômenos observados, proporcionando uma visão rica e profunda das experiências e percepções dos participantes. Esse tipo de pesquisa é amplamente utilizado para explorar contextos e comportamentos humanos em sua complexidade natural, sem a imposição de categorias ou hipóteses predefinidas. Yin (2016) também aponta outras características da pesquisa qualitativa, sendo elas: a possibilidade de observação do comportamento real do indivíduo diante de problema proposto, mas que faz parte do seu contexto, o que não acontece no controle programado dos experimentos laboratoriais, por exemplo; a liberdade dos colaboradores da pesquisa de expressar-se de forma natural e espontânea em relatos pessoais, podendo ser registrados em diários de bordo e/ou serem vídeo

gravados; e também a possibilidade do uso de várias fontes de evidência para análise dos fatos, sem a restrição de apenas uma.

3.1.1 Tipologia da pesquisa

Esta pesquisa configura-se como uma pesquisa participante. Segundo Brandão (1998, p. 43), a pesquisa participante é “a metodologia que procura incentivar o desenvolvimento autônomo (autoconfiante) a partir das bases e uma relativa independência do exterior.” Le Boterf (1984) complementa que, na pesquisa participante, a população envolvida visa identificar seus problemas, analisá-los e buscar as soluções apropriadas. É crucial destacar que os participantes não têm suas funções limitadas à delegação de tarefas; ao contrário, todos compartilham do conhecimento produzido e colaboram ativamente na pesquisa.

3.1.2 Local da pesquisa

A pesquisa foi realizada em uma escola de Referência da Rede Estadual, situada no agreste pernambucano, com estudantes do 1º ano do Ensino Médio na disciplina de Química.

3.1.3 Colaboradores da pesquisa

Os colaboradores dessa pesquisa foram 15 estudantes da 1ª série do Ensino Médio da escola participante da pesquisa. É fundamental salientar que todos os colaboradores foram assegurados pela Resolução 510/2016, no que concerne à ética na pesquisa. Os estudantes foram denominados de A à O para fins de sigilo e anonimato da pesquisa.

3.1.4 Critérios de inclusão e exclusão

Critério de Inclusão: Estudantes da Rede Pública Estadual cursando a 1ª série do Ensino Médio, que aceitem participar da pesquisa livremente, através da assinatura do Termo de Assentimento Livre Esclarecido (TALE) (para menores de 7 a 18 anos) e o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) (para responsável legal pelo menor de 18 anos), o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (para maiores de 18 anos ou emancipados)

Critério de Exclusão: Todos os estudantes da Rede Pública Estadual, exceto os da 1ª série do Ensino Médio.

3.1.5 Recrutamento dos participantes

Os estudantes foram selecionados com base nos critérios de inclusão previamente estabelecidos. Em seguida, foi realizada uma visita à escola escolhida como campo de pesquisa. Inicialmente, solicitou-se a autorização do gestor escolar e do professor de Química para a realização da pesquisa. Após a obtenção dessa autorização, convidaram-se os estudantes a participar, mediante a assinatura dos Termos de Assentimento Livre e Esclarecido e dos Termos de Consentimento Livre e Esclarecido.

3.1.6 Instrumentos de coleta de dados

Os instrumentos de pesquisa utilizados incluíram observação e registro (Lüdke; André, 2018), fichas de registro; além de vídeo-gravação das etapas da pesquisa (Sadalla; Larocca, 2004).

3.1.6.1 Observação

Associada ou não a outras técnicas, a observação é um dos principais métodos de investigação por possibilitar ao observador uma relação estreita com o fenômeno pesquisado, acompanhando “*in loco* as experiências diárias dos sujeitos” (Lüdke; André, 2018, p. 31).

Desta forma, é preciso definir critérios que orientem a observação para torná-la um instrumento válido e fidedigno, como por exemplo, determinar ‘o que’ e ‘como observar’ de forma prévia para evitar registros de situações desnecessária e focar no que é importante para a investigação em tela (Lüdke; André, 2018, p. 30).

O mais recomendável é realizar as anotações em momentos próximos às observações para que nenhuma informação seja perdida. Dependendo do objetivo de uma pesquisa, o observador poderá delimitar o grau de envolvimento com os colaboradores, bem como, em algumas situações, evitar explicar de forma clara o que se pretende investigar para não interferir no comportamento dos colaboradores.

3.1.6.2 Ficha de registro

A ficha de registro é uma ferramenta essencial para o pesquisador, pois direciona o processo de coleta de dados, garantindo que as informações obtidas sejam mais detalhadas e relevantes para a problemática em estudo. Ao organizar previamente os critérios e categorias

de análise na ficha, o pesquisador pode focar em aspectos específicos do fenômeno investigado, evitando dispersões e garantindo que os dados coletados estejam alinhados com os objetivos da pesquisa.

Além disso, a ficha de registro promove uma sistematização do processo de coleta, facilitando a análise posterior dos dados. Com informações mais estruturadas e categorizadas, o pesquisador pode identificar padrões, correlações e tendências com maior precisão, possibilitando uma compreensão mais aprofundada e crítica da problemática. Esse enfoque direcionado e organizado, proporcionado pela ficha de registro, é fundamental para a robustez e a validade dos resultados da pesquisa.

3.1.6.3 Vídeo-gravação

As autoras Sadalla e Larocca (2004), afirmam que a vídeo-gravação também pode ser considerada adequada para estudar fenômenos complexos como a prática pedagógica - já que ela é carregada de vivacidade e dinamismo. Para elas, “a vídeo-gravação permite registrar, até mesmo, acontecimentos fugazes e não-repetíveis que muito provavelmente escapariam a uma observação direta” (p. 423). Ou seja, a vídeo-gravação permite que os detalhes que poderiam ser perdidos em algumas etapas sejam registrados e posteriormente analisados e interpretados.

Outros autores também corroboram com as autoras apresentando outras possibilidades, sendo elas: observar contradições entre discurso e comportamento (Pinheiro; Kakehashi; Angelo, 2005); minimizar a intervenção do pesquisador, embora ela nunca seja eliminada, pois há sempre o olhar de quem filma; revisitar o campo inúmeras vezes e em diferentes momentos, por meio das múltiplas leituras que podem ser feitas do que foi vivenciado, pela visualização do material gravado (Leonardos; Ferraz; Gonçalves, 1999), e mesmo possibilitar outras interpretações do material empírico por parte de outros pesquisadores (Sadalla; Larocca, 2004).

3.2 ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

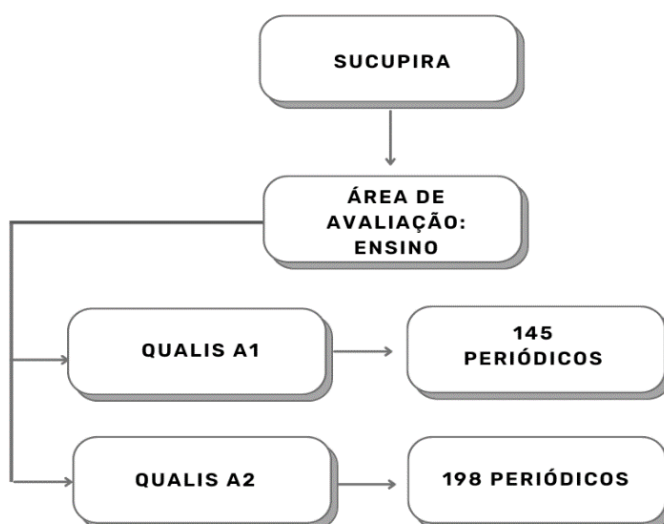
As etapas de pesquisa envolveram: 1ª) Revisão de Literatura, 2ª) Elaboração do Problema e do Jogo RPG, 3ª) Aplicação da intervenção que articula RP com o Jogo de RPG e 4ª) Análise dos dados coletados e produzidos durante a intervenção.

3.2.1 Revisão de Literatura

Para a revisão de literatura foi realizado um levantamento bibliográfico em periódicos da área de Ensino de Ciências e Química. A seleção destes ocorreu pela disponibilidade no sistema de estratificação de qualidade da produção intelectual da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). O levantamento das produções foi realizado nos periódicos qualificados no último quadriênio de 2013 a 2016, elencados na Plataforma Sucupira, com conceito A1 e A2, na área de Ensino, visto que, correspondem ao nível mais alto de avaliação pelo programa *Qualis* da CAPES. Delimitamos o período de análise dos periódicos de seis (6) anos, a partir de 2017 até o ano de 2023, utilizando como palavras-chave para a busca: “Ensino Médio” ou “*High School*”, “Resolução de Problema” ou “*Problem Solving*”, “situação problema” ou “*problem situation*”, “Problema” ou “*Problem*”, “Aprendizagem Baseada em Problema” ou “*Problem Basead Learning*”, “ABP” ou “*PBL*” e “Ensino de Química” ou “*teaching chemistry*”.

Na Figura 9, está sendo apresentado o fluxograma de busca na plataforma Sucupira onde foram encontrados 145 periódicos de *Qualis* A1 e 198 periódicos de *Qualis* A2, cadastrados na área de avaliação de Ensino. Para a realização de quais periódicos seriam selecionados foram utilizados alguns filtros, tais como: delimitação para os periódicos que tivessem foco apenas de Ensino de Ciências e/ou Ensino de Química, além de possuírem indexação.

Figura 9: Fluxograma de seleção dos periódicos.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2023).

A elegibilidade dos periódicos a serem analisados foi definida através da indexação destes, a fim de que pudéssemos analisar as bases teóricas das pesquisas científico-educacionais, nos âmbitos nacionais e internacionais, que suportam a utilização da Resolução de Problemas em sala de aula de revista de Ensino de Química e Ciências.

Segundo Rubi (2008, p. 81) a indexação:

[...] diz respeito à identificação do conteúdo do documento por meio do processo de análise de assunto e à representação desse conteúdo por meio de conceitos. Esses conceitos, por sua vez, serão representados ou traduzidos em termos advindos de uma linguagem documentária, com vistas à intermediação entre o documento e o usuário no momento da recuperação da informação, seja em índices, catálogos ou bases de dados.

Portanto, a indexação garante maior grau de confiabilidade para os periódicos científicos e faz com estes tenham um maior destaque se comparados aos demais. Para esta revisão de literatura optamos por trabalhar com os periódicos que estejam indexados em duas das bases de dados mais importantes no meio científico, que foram a SCOPUS³ e/ou SCIELO⁴.

A seguir, os quadros 5 e 6 apresentam os periódicos selecionados, todos pertencentes à área de Ensino, o QUALIS e se possui ou não indexação SCOPUS ou SCIELO. Para os periódicos que possuem Qualis A1, foram encontrados um total de 19 periódicos, enquanto para o QUALIS A2, 6 periódicos.

Quadro 5: Periódicos com Qualis A1 selecionados.

	PERIÓDICOS	SCOPUS	SCIELO
01	Cadernos de Pesquisa (Fundação Carlos Chagas. Online)	Sim	Sim
02	Ciência & Educação	Não	Sim
03	Educação & Sociedade	Não	Sim
04	Educação e Pesquisa	Não	Sim
05	Educação e Realidade	Sim	Sim
06	Educação em Revista (UFMG - Online)	Não	Sim

³ Scopus é o maior banco de dados de resumos e citações de literatura revisada por pares: revistas científicas, livros e anais de conferências.

⁴ A Coleção SciELO indexa, disponibiliza e divulga on-line em acesso aberto na modalidade dourada os textos completos de revistas científicas de todas as áreas do conhecimento que publicam predominantemente artigos resultantes de pesquisa científica.

07	Educación Química	Sim	Sim
08	Educar em Revista	Não	Sim
09	Enseñanza de Las Ciencias	Sim	Não
10	Formación Universitaria	Sim	Sim
11	International Journal of Science Education	Sim	Não
12	Journal of Science Education and Technology	Sim	Não
13	Research In Science Education	Sim	Não
14	Revista Brasileira de Educação	Sim	Sim
15	Revista de Educación de Las Ciencias	Sim	Não
16	Revista Electrónica de Investigación Educativa	Sim	Sim
17	Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado	Sim	Não
18	Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación de Las Ciencias	Sim	Não
19	Teaching and Teacher Education	Sim	Não

Fonte: Dados de Pesquisa (2023).

Quadro 6: Periódicos com Qualis A2 selecionados.

	PERIÓDICOS	SCOPUS	SCIELO
01	Acta Scientiae (ULBRA)	Sim	Não
02	Acta Scientiarum. Education (Online)	Sim	Não
03	Anais da Academia Brasileira de Ciências (Online)	Sim	Sim
04	Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior	Não	Sim
05	Investigações em Ensino de Ciências (Online)	Sim	Não
06	New Journal of Chemistry (1987)	Sim	Não

Fonte: Dados de Pesquisa (2023).

Para o mapeamento dos artigos também foram utilizados alguns critérios de inclusão (CI) e exclusão (CE), sendo eles explicitados no Quadro 7:

Quadro 7: Critérios de Inclusão e Exclusão.

CRITÉRIOS DE INCLUSÃO	CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO
CI01- Artigos publicados entre 2018-2023;	CE01- Artigos não publicados entre 2018-2023;
CI02- Artigos científicos acima de 5 páginas;	CE02- Artigos que possuam menos de 5 páginas;
CI03- Artigos publicados em português, espanhol e inglês;	CE03- Artigos publicados em outros idiomas, exceto: português, inglês e espanhol;
CI04- Artigos que discutam sobre Resolução de Problemas no Ensino de Química;	CE04- Artigos que não discutam sobre a Resolução de Problema no Ensino de Química;
CI05- Artigos que apresentassem estudos semelhantes, nessa situação, apenas o mais completo será incluído.	CE05- Artigos que não apresentassem estudos semelhantes, nessa situação, apenas o menos completo não será incluído.
	CE06- Artigos de revisão sistemática ou mapeamento sistemático.

Fonte: Elaborado pelas autoras (2023).

3.2.2 Elaboração do problema e do jogo RPG

O jogo foi elaborado a partir da formulação do problema, com o objetivo de criar um enredo baseado nele. Em consonância com as etapas da Resolução de Problemas, o problema elaborado buscou abordar o conteúdo dos modelos atômicos, reconhecido por sua abstração muitas vezes não sendo explorado de outras formas. Além de sua relevância intrínseca, pois possibilita aos estudantes compreenderem a importância da evolução do pensamento científico e sua interação com o contexto histórico. Assim, a abordagem desse conteúdo contribui no enriquecimento do repertório cultural dos estudantes, bem como para desenvolver o pensamento científico, crítico e criativo, promovendo a aproximação com a ciência.

Desta forma, o propósito de empregar o RPG nesta pesquisa foi como uma estratégia que possibilitasse aos estudantes aprenderem conceitos químicos e participarem de atividades investigativas, construindo-as coletivamente. Vale destacar que o tipo de RPG selecionado para conduzir esta pesquisa foi o RPG de mesa. O problema denominado P01 é apresentado no Quadro 8. Na elaboração do problema buscou-se propor um enunciado para o estudo do conteúdo de modelos atômicos inserindo aspectos sociais e históricos.

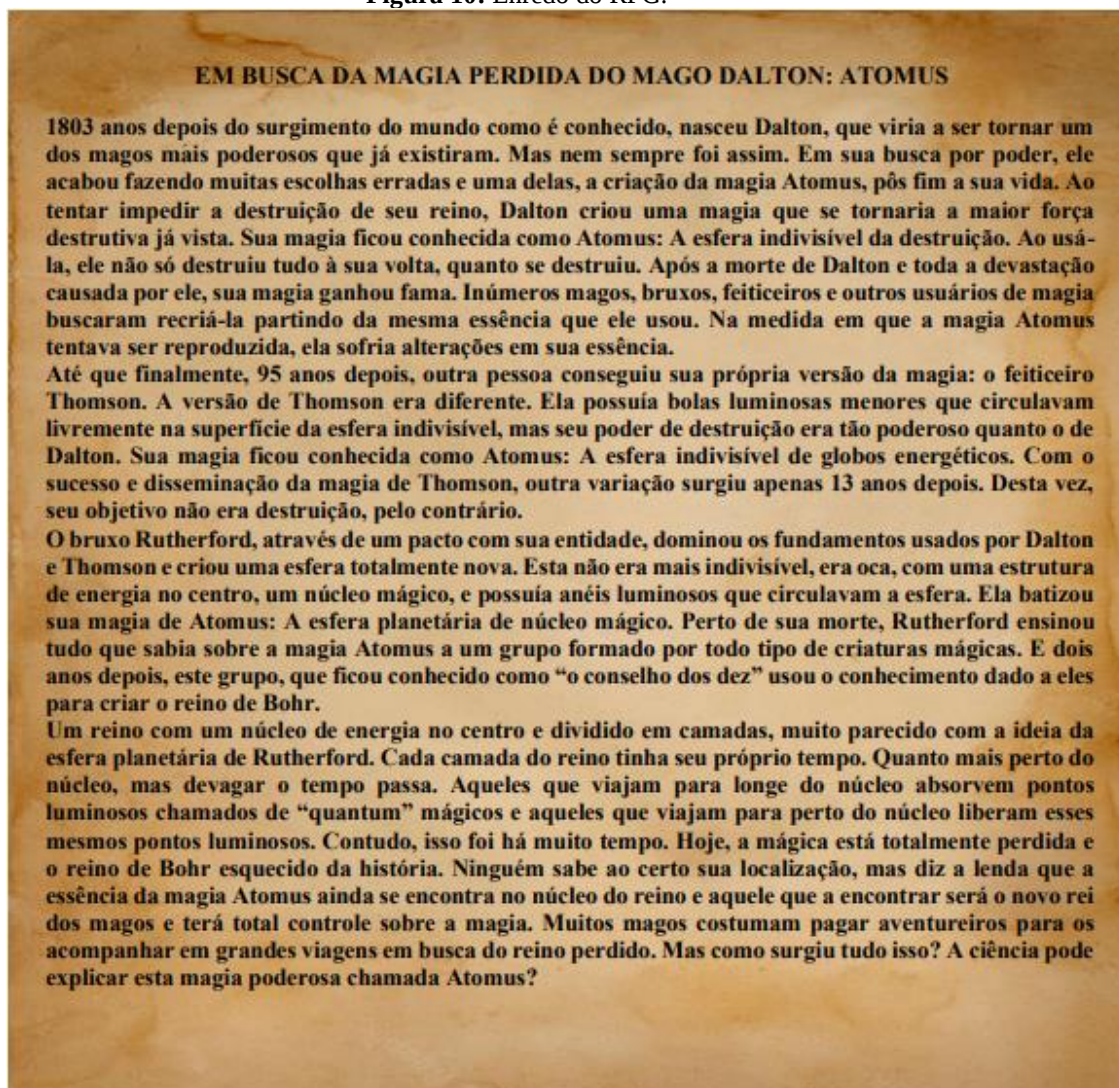
Quadro 8: Potencial problema.

P01: Ao longo dos anos, as propriedades, características e a natureza do átomo foram sendo desvendadas pelos cientistas por meio de investigações científicas, e com a ajuda de aparatos tecnológicos. Foi um processo de pesquisa no qual as evidências de estudos já realizados anteriormente não poderiam ser desprezadas. Baseado nas diferentes ideias a respeito do átomo, como você o descreveria? Você pode usar desenhos para fazer a descrição. Quais as diferenças entre os quatro modelos propostos para o átomo, que até hoje são descritos nas pesquisas e nos livros didáticos de Química? Descreva algumas aplicações do conceito de modelos atômicos. Justifique suas respostas.

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

É importante salientar que durante a aventura os desafios propostos pelo mestre foram pequenos problemas escolares caracterizados como pequenas pesquisas que possuíam como propósito alcançar o objetivo geral da aventura. A partir do problema proposto foi elaborado o enredo da aventura, as regras e as cenas.

Figura 10: Enredo do RPG.



Fonte: Elaborada pela autora (2023).

3.2.2.1 Desvendando o Atomus

Desvendando o Atomus foi desenvolvido para ser aplicado em turmas que contenham até 30 estudantes, visto que o RPG é um jogo narrado e dessa forma muitos jogadores podem não obter o resultado almejado pelo mestre da aventura. O jogo também conta com diversos mapas ao decorrer da aventura e para a criação desses mapas foi utilizado a plataforma *Inkarnate* (<https://inkarnate.com/>) que fornece ao usuário a possibilidade de criar uma gama de modelos de mapas.

Durante a vivência da aventura, os jogadores devem respeitar as seguintes regras:

- O mestre irá dividir a turma em 5 grupos, sendo que cada grupo deverá representar um personagem da aventura. Dessa maneira, terá um grupo dos guerreiros, um grupo dos contadores de histórias, um grupo dos cientistas, um grupo dos caça-tesouros e um grupo dos cavaleiros. Cada grupo deverá ter um líder que será o estudante que irá interpretar o personagem. Os demais estudantes de cada grupo ajudarão a decidir as ações do personagem e em seguida, esta ação deve ser comunicada pelo líder ao mestre da aventura.
- O mestre deve conduzir a aventura e interpretar os demais personagens, seguindo o texto base da aventura.
- Cada personagem terá objetos que irão ajudar durante a vivência da aventura.
- Todas as ações dos personagens devem ser faladas pelos líderes.
- Os personagens devem solucionar as situações-problemas em cada sessão, para conseguirem localizar o reino de Bohr.

3.2.3 Aplicação da intervenção que articula RP com o jogo de RPG

O desenvolvimento do Jogo (Etapa 2) foi realizado em 5 encontros (8 aulas de 50 minutos cada, sendo dividido em 2 encontros com uma aula e 3 encontros com aulas geminadas). Cada encontro da etapa de aplicação foi vivenciado em sala de aula e teve como objetivo o contato com o conteúdo específico – Modelos Atômicos, ainda não estudado pela turma.

3.2.3.1 Encontro I

O Encontro I consistiu em uma conversa expositiva dialogada, na qual foram apresentadas e explicadas as regras da aventura a ser vivenciada. Durante este encontro, os

estudantes foram divididos em grupos e escolheram seus personagens. Cada estudante recebeu um resumo sobre o conteúdo a ser exposto em sala de aula, com o objetivo de esclarecer eventuais dúvidas. A pesquisadora também se colocou à disposição para responder às perguntas dos estudantes. Ao final da aula, os estudantes receberam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido, para que seus responsáveis pudessem assiná-los.

3.2.3.2 Encontro II

No Encontro II, os estudantes iniciaram a aventura. Inicialmente, foi apresentado o cenário da aventura e o objetivo dos jogadores: encontrar o reino perdido de Bohr. Ao final desse encontro, os estudantes obtiveram duas informações: a primeira referia-se às representações dos átomos de Dalton e a segunda consistia em um enigma baseado nos postulados do modelo atômico de Dalton. Após a sessão, os estudantes registraram nas fichas de registro o que realizaram durante a aventura, incluindo suas conquistas, dificuldades, decepções, o que aprenderam, o que não aprenderam e as estratégias adotadas em cada cena que contribuíram para a resolução do problema proposto.

O objetivo dessas fichas foi estimular a prática narrativa/dissertativa, verificar a diversidade de interpretações da história e a compreensão do conceito de modelo atômico sob a ótica dos estudantes, além de servir como material para análise dos conceitos estudados e do processo de resolução do problema proposto.

3.2.3.3 Encontro III

No Encontro III, os estudantes continuaram a aventura em busca da magia Atomus. Esse encontro foi dividido em dois momentos: a primeira aula foi destinada para a vivência da aventura e a segunda aula foi um momento investigativo. De posse das informações do encontro II e do encontro III (primeira parte), os estudantes buscaram solucionar os enigmas.

Os estudantes possuíam as informações do modelo atômico de Dalton e dos escritos do modelo de Thomson. A partir dessas informações, investigaram em livros, analisaram recortes de textos e esquemas dos modelos atômicos estudados até o momento. Isso lhes permitiu fazer inferências sobre os enigmas propostos, sugerir possíveis soluções para questões sobre a natureza do átomo, e observar a evolução conceitual do átomo entre os modelos sugeridos por Dalton e Thomson.

3.2.3.4 Encontro IV

No Encontro IV, os estudantes continuaram a aventura em busca da resolução do problema, havendo nesse encontro a inserção de mais um modelo atômico: o modelo de Rutherford. O objetivo desse encontro foi introduzir os conceitos relativos ao experimento da lâmina de ouro de Rutherford e à estrutura atômica resultante de suas conclusões.

No momento final da sessão, os estudantes documentaram as experiências vivenciadas em suas fichas de registro. É importante destacar que as fichas de registro foram preenchidas individualmente, pois foram as experiências de cada estudante que ao final da aventura permitiu mostrar o que cada um conseguiu aprender ou experienciar.

3.2.3.5 Encontro V

O Encontro V foi estruturado em duas partes. A primeira parte destinou-se à finalização da aventura, enquanto a segunda parte foi dedicada à sistematização do entendimento sobre os modelos atômicos e a retomada do problema inicial. Esse formato permitiu que os estudantes refletissem sobre o que foi vivenciado e aprendido ao longo do RPG, integrando suas experiências com o conteúdo estudado.

No Quadro 9 a seguir apresentamos uma síntese do planejamento das atividades realizadas em cada um dos encontros.

Quadro 9: Planejamento dos Encontros.

PLANEJAMENTO DO ENCONTRO I		
Objetivo Específico: - Explicar o RPG e suas regras. - Escolha dos personagens.		
Atividades: - Sondagem dos estudantes que já jogaram RPG; - Apresentação do que é o RPG; - Exposição das regras da aventura; - Escolha dos personagens.	O que eu vou abordar: - Explicação sobre o que o RPG e suas regras.	Tempo: 50 min
Recursos didáticos utilizados:	Quadro, piloto, material impresso.	
Organização os alunos nas atividades:	Os alunos estarão organizados em filas.	
PLANEJAMENTO DO ENCONTRO II		
Objetivo Específico: - Abordar o modelo atômico de Dalton.		

Atividades: - Apresentação do enredo da aventura; - Explicação e resolução do problema proposto; - Explicação do modelo de Dalton.	O que eu vou abordar: - Explanação do modelo atômico de Dalton. - Características do átomo para Dalton.	Tempo: 100 min
Recursos didáticos utilizados:	Mapas impressos, materiais impressos, bola de isopor e caixa de som.	
Organização os alunos nas atividades:	Os alunos estarão organizados em grupos.	
Avaliação:	A avaliação do encontro dar-se-á por meio da gravação das respostas dadas pelos estudantes e diário de bordo.	
PLANEJAMENTO DO ENCONTRO III		
Objetivo Específico: - Abordar o modelo atômico de Thomson.		
Atividades: - Abordagem da evolução do átomo; - Descoberta do elétron	O que eu vou abordar: - Explanação do modelo atômico de Thomson. - Características do átomo para Thomson.	Tempo: 100 min
Recursos didáticos utilizados:	Mapas impressos, materiais impressos, caixa de som, bolas de isopor, dados, textos sobre o átomo de Thomson.	
Organização os alunos nas atividades:	Os alunos estarão organizados em grupos.	
Avaliação:	A avaliação do encontro dar-se-á por meio da gravação das respostas dadas pelos estudantes e diário de bordo.	
PLANEJAMENTO DO ENCONTRO IV		
Objetivo Específico: - Abordar o modelo atômico de Rutherford.		
Atividades: - Abordagem da evolução do átomo; - Experimento de Rutherford; - Descoberta do núcleo e da eletrosfera.	O que eu vou abordar: - Explanação do modelo atômico de Rutherford. - Características do átomo para Rutherford.	Tempo: 50 min
Recursos didáticos utilizados:	Materiais impressos, caixa de som, bolas de isopor, dados.	
Organização os alunos nas atividades:	Os alunos estarão organizados em grupos.	
Avaliação:	A avaliação do encontro dar-se-á por meio da gravação das respostas dadas pelos estudantes e diário de bordo.	

PLANEJAMENTO DO ENCONTRO V		
Objetivo Específico: - Abordar o modelo atômico de Bohr. - Revisão sobre os modelos atômicos estudados. - Reapresentação do Problema.		
Atividades: - Abordagem da evolução do átomo; - Postulados de Bohr; - Revisão geral dos quatro modelos atômicos vistos.	O que eu vou abordar: - Explicação do modelo atômico de Bohr. - Características do átomo de Bohr.	Tempo: 100 min
Recursos didáticos utilizados:	Materiais impressos, caixa de som, bolas de isopor, quadro e piloto.	
Organização os alunos nas atividades:	Os alunos estarão organizados em grupos.	
Avaliação:	A avaliação do encontro dar-se-á por meio da gravação das respostas dadas pelos estudantes, diário de bordo, resposta dos problemas e autoavaliação.	

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Após a finalização do jogo, os estudantes foram convidados a responder novamente ao problema de forma individual. A resposta foi elaborada por escrito e entregue ao professor e à pesquisadora. Além disso, foi aplicada uma autoavaliação (APÊNDICE Q) com perguntas abertas sobre as percepções dos estudantes com relação à abordagem de ensino que articulou a RP com o jogo RPG.

3.2.4 Análise dos dados coletados e produzidos durante a intervenção

A fim de explicitar os procedimentos adotados para responder à pergunta e alcançar o objetivo geral de pesquisa, apresentamos no Quadro 10 os objetivos específicos relacionando-os com os procedimentos metodológicos realizados, os materiais, instrumentos e dados provenientes da coleta e produção de dados, e por fim as categorias de análise.

Quadro 10: Relação dos objetivos com as ações e materiais de análise.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	MATERIAL DE ANÁLISE	CATEGORIAS DE ANÁLISE
1) Identificar as direções das pesquisas científicas publicadas em periódicos da área de Ensino sobre a	Realização de um levantamento bibliográfico de artigos em periódicos científicos na área de	Artigos publicados em periódicos de Qualis A1 e A2.	Tipologia dos Problemas (TP), Estratégias Didática (ED) e Contexto da Pesquisa (CP).

Resolução de Problemas no Ensino de Química;	Ensino.		
2) Identificar as concepções iniciais dos estudantes sobre Modelos Atômicos a partir de um problema;	Resolução de um problema que trata sobre os Modelos Atômicos.	Resposta dos estudantes ao problema.	Respostas Satisfatória (RS); Parcialmente Satisfatória (PS); Insatisfatória (IN); Não Respondeu (NR); Resposta Evasiva (RE).
3) Analisar aspectos da aprendizagem sobre modelos atômicos desenvolvidas pelos estudantes a partir da vivência da abordagem de Resolução de Problemas articulada ao RPG.	Vivência das etapas (II à V) do jogo. Aplicação e entrega de fichas de registro contendo perguntas referentes ao conteúdo de Modelos Atômicos,	Ficha de registro, vídeo-gravação.	Experiência Educativa (EE), Experiência Lúdica (EL)

Fonte: Elaborada pela autora (2024).

Para alcançar os objetivos da pesquisa, analisamos os dados obtidos a partir do desenvolvimento da intervenção por meio da sistematização de categorias *a priori* e *a posteriori*. A análise dos dados concentrou-se nas informações coletadas durante o levantamento bibliográfico e alguns encontros da intervenção que articula a RP com o jogo didático elaborado. Os dados foram analisados utilizando categorias estabelecidas e construídas considerando o referencial teórico que fundamenta a pesquisa e os objetivos específicos de pesquisa a serem alcançados.

3.4.1 Procedimentos de análise de dados para o objetivo específico 1

Para analisar o primeiro objetivo, realizou-se uma revisão de literatura com o intuito de apresentar um panorama sobre o que já foi publicado a respeito da Resolução de Problemas, no período de 2017-2023. A análise foi fundamentada em alguns aspectos do método da Análise de Conteúdo de Bardin (Bardin, 2011), com a elaboração de categorias *a priori*, seguidas pela definição de subcategorias *a posteriori* por meio da leitura dos artigos analisados. As categorias elaboradas foram: Tipologia dos Problemas (TP), Estratégias Didática (ED) e Contexto da Pesquisa (CP).

A primeira categoria, intitulada **Tipologia dos Problemas**, visou analisar os tipos de problemas mais frequentes abordados nos artigos analisados. É fundamental que os professores compreendam a tipologia dos problemas para propor problemas adequados ao conteúdo estudado e aos objetivos de aprendizagens.

A segunda categoria, intitulada **Estratégias Didáticas** teve como objetivo verificar nos artigos analisados quais estratégias foram empregadas em conjunto com a Resolução de Problemas, destacando a possibilidade de articulação entre diferentes estratégias de ensino.

A terceira categoria, intitulada **Contexto da Pesquisa**, objetivou identificar as séries ou o público-alvo de participantes a que se destinavam os problemas abordados nos artigos analisados. Esta categoria é importante porque a Resolução de Problemas pode ser aplicada em diversos níveis e modalidades de ensino na área de ensino de Ciências e Química. E para verificar quais os anos/séries em que a RP tem sido mais desenvolvida no período delimitado na revisão de literatura.

3.4.2 Procedimentos de análise de dados para o objetivo específico 2

Para o segundo objetivo, buscou-se identificar as concepções iniciais dos estudantes com relação ao problema. Os dados analisados foram as respostas dos estudantes ao problema, durante sua apresentação pela pesquisadora. A análise pode revelar as primeiras ideias dos estudantes sobre o conteúdo de modelos atômicos, com base no espelho de respostas elaborado para o problema (Quadro 11) e nas categorias construídas (Quadro 12), que se referem a aspectos da apropriação desse conteúdo pelos estudantes.

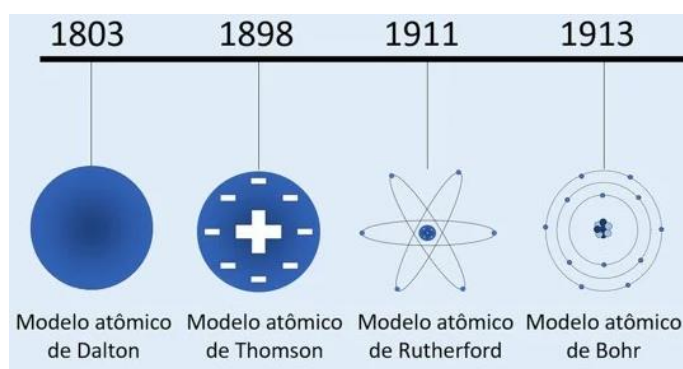
3.4.2.1 Apresentação e Resolução do Problema

No Encontro II da intervenção, inicialmente foi apresentado o problema, e os estudantes tiveram 50 minutos para elaborar uma primeira resolução individualmente. As respostas dos estudantes foram registradas e analisadas com base em um espelho de respostas, fundamentado em livros didáticos de Química do Ensino Superior e Educação Básica. Esse espelho foi elaborado com base nas obras dos autores Atkins (2018), Fonseca (2013) e Usberco e Salvador (2014). A compreensão sobre o átomo para este trabalho está baseada na mecânica clássica, a qual ainda é adotada e abordada pelos livros didáticos e professores de Química do Ensino Médio. A seguir, apresentamos o espelho de respostas elaborado para cada pergunta presente no problema P01.

Quadro 11: Espelho de Resposta.

P01: Ao longo dos anos, as propriedades, características e a natureza do átomo foram sendo desvendadas pelos cientistas por meio de investigações científicas, e com a ajuda de aparatos tecnológicos. Foi um processo de pesquisa no qual as evidências de estudos já realizados anteriormente não poderiam ser desprezadas. Baseado nas diferentes ideias a respeito do átomo, como você o descreveria? Você pode usar desenhos para fazer a descrição. Quais as diferenças entre os quatro modelos propostos para o átomo, que até hoje são descritos nas pesquisas e nos livros didáticos de Química? Descreva algumas aplicações do conceito de modelos atômicos. Justifique suas respostas.

Espelho de Resposta: O átomo é a menor partícula que identifica um elemento químico (ATKINS, 2018). Ele possui duas partes: uma delas é o núcleo, constituído por prótons e nêutrons, e a outra é uma região externa – a eletrosfera –, por onde circulam os elétrons (Usberco; Salvador, 2014).



Dalton: O átomo é comparado a uma bola de bilhar: uma esfera maciça, homogênea, indivisível, indestrutível e eletricamente neutra.

Thomson: O átomo é comparado a um pudim de ameixas: uma esfera carregada positivamente e que elétrons de carga negativa ficam incrustados nela.

Rutherford: Átomo em que os elétrons se organizam na forma de camadas ao redor do núcleo.

Bohr: Átomo que apresenta um núcleo carregado positivamente e ao seu redor gira elétrons com carga negativa” (Usberco; Salvador, 2014; Fonseca, 2013).

“Considerando um conjunto de competências e habilidades importantes a serem desenvolvidos com o estudo dos modelos atômicos, temos: a compreensão de fenômenos indispensáveis hoje para o homem como a eletricidade e a Radioatividade, as propriedades físicas e químicas de diversos materiais usados no nosso dia a dia, a possibilidade da escolha de novos materiais, substituindo outros, na temática da sustentabilidade e da preservação ambiental, entre outros” (Atkins, 2018).

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

3.4.2.2 Reapresentação do Problema

No Encontro V, o problema proposto foi novamente apresentado para resolução pelos estudantes, com o objetivo de verificar o processo de consolidação e/ou avanços ou não na

elaboração das respostas dos estudantes com relação à apropriação dos conceitos que fazem parte da rede conceitual do conteúdo de modelos atômicos. A análise das respostas considerou as cinco categorias: **Resposta Satisfatória (RS)**, **Resposta Parcialmente Satisfatória (RPS)**, **Resposta Não Satisfatória (RNS)**, **Não Respondeu (NR)** e **Resposta Evasiva (RE)**, que foram construídas com base nos trabalhos de Silva, Campos e Almeida (2013) e Simões Neto, Campos e Marcelino-Jr. (2013).

Quadro 12: Categorias de Análise.

OBJETIVO	CATEGORIA DE ANÁLISE
Q1. Identificar se os estudantes compreendem o que é o átomo e sobre sua constituição.	RS se responder que o átomo é a menor partícula que identifica um elemento químico. Ele possui duas partes: uma delas o núcleo, constituído por prótons e nêutrons, e a outra é uma região externa (eletrosfera), por onde circulam os elétrons. RPS se responder que o átomo é a menor partícula e possui duas partes: uma delas o núcleo e a outra é uma região externa (eletrosfera). Ou responder uma das afirmativas. RNS se responder que o átomo não é a menor partícula ou que não apresenta duas partes. NR se não respondeu. RE se respondeu algo que não se enquadra com o problema.
Q2. Analisar se os estudantes conseguem representar o átomo por meio de desenhos relacionados com os modelos atômicos discutidos nos livros didáticos de Química do Ensino Médio.	RS se responder em forma de desenho as quatro representações dos átomos. RPS se responder em forma de desenho dois ou três representações dos átomos. RNS se responder de forma invertida as representações dos átomos. NR se não respondeu. RE se respondeu algo que não se enquadra com o problema.
Q3. Verificar se os estudantes compreendem as diferenças entre os quatro modelos propostos para o átomo, que até hoje são descritos nos livros didáticos e abordados pelos professores de Química no Ensino Médio.	RS se responder que para Dalton o átomo é uma esfera maciça, homogênea, indivisível, indestrutível e eletricamente neutra. Para Thomson é uma esfera carregada positivamente e que elétrons de carga negativa ficam incrustados nela. Para Rutherford os átomos apresentam os elétrons organizados na forma de camadas ao redor do núcleo. Para Bohr o átomo apresenta um núcleo carregado positivamente e ao seu redor na eletrosfera gira elétrons com carga negativa. RPS se respondeu dois ou três diferenças entre os quatro modelos. RNS se responder de forma invertida as diferenças entre os modelos.

	NR se não respondeu. RE se respondeu algo que não dialoga com o que se pergunta no problema.
Q4. Identificar se os estudantes conhecem algumas aplicações do conceito de modelos atômicos	RS se responder que a eletricidade a radioatividade, as propriedades físicas e químicas de diversos materiais, a possibilidade da escolha de novos materiais ou a explicação das cores dos fogos de artifícios são aplicações dos modelos atômicos. Dentre outras respostas que estejam adequadas e guardem sentido com a pergunta do problema. RPS se respondeu três ou mais aplicações. RNS se respondeu de forma invertida as aplicações. NR se não respondeu. RE se respondeu algo que não se enquadra com o problema.

Fonte: Elaborada pela autora (2024).

3.4.3 Procedimentos de análise de dados para o objetivo específico 3

Para analisar o terceiro objetivo, buscou-se identificar os aspectos de aprendizagem dos estudantes ao vivenciarem a abordagem de Resolução de Problemas articulada com RPG, no contexto do ensino de modelos atômicos. Para análise do presente objetivo elencamos duas categorias: Experiência Educativa (EE) e Experiência Lúdica (EL), com base no referencial teórico que envolve os jogos discutidos nesta pesquisa.

A primeira categoria – **Experiência Educativa** – relacionada ao conteúdo dos modelos atômicos, teve como objetivo avaliar os conhecimentos específicos adquiridos durante a vivência e participação no jogo. Essa categoria foi fundamentada nas Expectativas de Aprendizagem do Currículo de Pernambuco (2020) - (EA27, EA107, EA110 e EA127), que de um modo geral requer dos estudantes: compreender e analisar o que é um átomo, a importância de conhecer a estrutura atômica, a distinção entre átomo e molécula, os modelos atômicos e suas representações e as diferenças entre eles.

EA27: Reconhecer que a combinação de átomos do mesmo tipo dá origem às substâncias simples e de átomos diferentes dá origem às substâncias compostas.

EA107: Caracterizar por meio de símbolos os modelos atômicos de Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr.

EA110: Empregar os modelos atômicos na explicação de fenômenos físicos e químicos, tais como, indução de cargas elétricas, condução de corrente elétrica e calor, a emissão de luz e a conservação de massa nas transformações químicas.

EA127: Reconhecer que existem proporções fixas entre as substâncias envolvidas em uma transformação química, utilizando o modelo de Dalton.

Para melhor compreensão dos conteúdos abordados por meio do jogo RPG elaborado, organizamos um quadro com o intuito de facilitar a análise dos dados provenientes da vivência do jogo no formato de aventura. O Quadro 13 apresenta os desafios enfrentados pelos jogadores (estudantes) propostos pelo jogo, o modelo atômico abordado e a forma de apresentação deste conceito no jogo.

Quadro 13: Desafios, modelos e sua forma de apresentação no jogo.

DESAFIO	MODELO ATÔMICO	APRESENTAÇÃO NO JOGO
Encontrar informações em Gryford sobre a magia Atomus.	Dalton	O modelo atômico foi introduzido a partir dos enigmas de um dos postulados de Dalton (EA27), o protótipo do modelo de Dalton (EA107), e as pistas encontradas.
Solucionar os enigmas do modelo anterior e agregar novas informações sobre a evolução da magia Atomus.	Thomson	Ao entrarem na antiga fortaleza de Thomson, os aventureiros encontraram o diário de Thomson contendo informações sobre o Atomus (EA110 e EA127) e o protótipo de seu modelo (EA107).
Buscar mais pistas sobre a magia e tentar solucionar para que servia o experimento realizado por Rutherford.	Rutherford	Experimento de Rutherford, conclusão do experimento e enigma e o protótipo de seu modelo (EA107)
Desvendar o que é a magia Atomus com base em todas as pistas encontradas durante a vivência da aventura.	Bohr	Chegada no reino de Bohr e descoberta do que é a magia Atomus (EA107) e (EA110).

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

A segunda categoria referente ao RPG – **Experiência Lúdica** – teve como objetivo identificar se o jogo propiciou aos estudantes a vivência das subcategorias (características lúdicas) a seguir, por meio de sua participação durante o jogo.

Interação: a interação social constitui um elemento essencial de engajamento e prazer em jogos, pois está associada ao sentimento de compartilhar um ambiente interativo e de desempenhar um papel ativo dentro dele. Essa dimensão do jogo propicia a emergência de experiências coletivas de diversão, sentimentos de conexão com outros jogadores, e promove a cooperação e o senso de conquista em grupo. O engajamento em atividades colaborativas ou

competitivas em ambientes de jogo pode fortalecer a sensação de coesão e união entre os participantes.

Para maximizar o potencial de interação social, é fundamental que os jogos educativos sejam projetados para criar oportunidades significativas de cooperação e conexão entre os jogadores. Tais oportunidades podem incluir: Componentes Competitivos, Atividades Cooperativas, Espaços de Conexão. Esses aspectos são fundamentais para a criação de experiências de aprendizado mais ricas e envolventes, que aproveitem a dinâmica social para enriquecer a compreensão e aplicação dos conteúdos didáticos.

Imaginação: os jogos educativos frequentemente utilizam cenários imaginários que permitem aos estudantes visualizarem conceitos abstratos de maneira concreta e tangível. Por exemplo, um jogo pode representar a estrutura atômica como um sistema planetário, onde os elétrons orbitam o núcleo como planetas ao redor de um sol. A inclusão de histórias e missões nos jogos pode transformar a aprendizagem em uma jornada épica. Nesse caso os estudantes podem assumir o papel de cientistas que tem como missão resolver enigmas químicos para salvar um mundo fictício, tornando o aprendizado uma aventura emocionante.

Imersão: a imersão é muito presente nos jogos, principalmente ao que remete aos jogos de *RPG*. Ao integrar narrativas envolventes, personagens personalizados e cenários desafiadores, os RPGs proporcionam um ambiente de aprendizagem rico que promove a aplicação prática de conceitos, desenvolve habilidades críticas e mantém os estudantes altamente engajados. Essa estratégia didática não apenas torna a Química mais acessível e interessante, mas também prepara os estudantes para enfrentar problemas reais de maneira criativa e colaborativa.

Nessas subcategorias o objetivo foi identificar durante o processo interventivo a atenção, a relevância, a confiança, a satisfação, interação social e habilidades e competências desenvolvidas durante a aventura.

3.3 ASPECTOS ÉTICOS

A pesquisa, em questão, foi realizada com base na Resolução nº 510 de 07 de abril de 2016, resguardando a integridade e o respeito dos colaboradores. De acordo com os aspectos éticos da pesquisa, é importante proteger a integridade dos seus partícipes, como bem salienta Kleiman (2002, p. 191):

[...] a responsabilidade do pesquisador é, por cima de tudo, para com os indivíduos que estuda e, em consequência, o pesquisador tem o dever de fazer tudo o que estiver ao seu alcance para proteger e promover a integridade física, social, e psicológica dos grupos estudados, bem como dos indivíduos nesses grupos, a fim de preservar sua dignidade e privacidade.

Desta forma, os colaboradores dessa pesquisa poderão sentir-se seguros quanto a sua identidade, a expressão de seus argumentos ou respostas no tocante às questões e problemas apresentados. A escola foi acionada inicialmente para o consentimento de realização da pesquisa pelo professor responsável pela disciplina de Química e autorização do gestor, onde foram esclarecidos os objetivos e cuidados éticos. Após o consentimento da gestão, os estudantes receberam os seguintes termos: Termo de Consentimento Livre Esclarecido e Termo de Assentimento Livre Esclarecido que foram assinados pelos pais ou responsáveis.

Foi informado aos colaboradores da pesquisa que o estudo poderia envolver **riscos**, como cansaço, desconforto pelo tempo gasto durante a realização de todas as etapas – responder os questionários e problemas, observação, explanação do conteúdo e a vivência do jogo pedagógico. E se isto ocorresse, o estudante poderia interromper e retomá-la posteriormente (caso desejasse). Se ocorrer constrangimento em algumas das etapas da pesquisa, a medida para minimizá-los seria por meio de orientações detalhadas acerca do desenvolvimento das etapas e deixar o estudante livre para escolher continuar ou não na pesquisa. Em relação aos **benefícios**, informamos aos participantes que este estudo poderia contribuir para ampliar reflexões acerca da vivência de um jogo pedagógico articulado a resolução de problemas, buscando melhorar o processo de ensino e aprendizagem de Química.

Foi esclarecido aos participantes que durante toda a pesquisa eles teriam a liberdade de desistir a qualquer momento, e que esta decisão não acarretaria penalização por parte do pesquisador. Todas as informações desta pesquisa são confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação do nome dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa (questionário, fichas de registro, vídeo-gravação e fotos), ficarão armazenados em dispositivos como computador pessoal, Pen Drive e HD externo sob a responsabilidade da pesquisadora Gabriela Rejane Silva de Medeiros, no endereço Rua Isaías de Carvalho Filho, nº 6, no bairro Centro, na cidade de Buíque – PE, CEP: 56520-000 pelo período mínimo de 5 anos. Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética na Pesquisa com Seres Humanos da UFRPE, de acordo com o anexo A.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, serão apresentadas as análises dos dados coletados e elaborados neste trabalho durante a presente investigação. Os resultados foram divididos em duas partes, em virtude de atenderem a objetivos distintos. Inicialmente, será apresentado o resultado do levantamento dos artigos científicos acerca do panorama das publicações sobre Resolução de Problemas no Ensino de Química. Em seguida, serão apresentados o desenvolvimento e a análise do processo de vivência da Resolução do Problema associado ao RPG.

4.1 ANÁLISE DO OBJETIVO ESPECÍFICO 1

Para conhecer o que já tem sido produzido sobre a temática Resolução de Problemas na literatura, foi realizada uma pesquisa bibliográfica em artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais. O objetivo central foi responder questionamentos, tais como: “quantos, quem e onde?” com a finalidade de identificar contribuições e lacunas que poderiam ser apontadas a respeito desta temática. A partir do levantamento realizado foram encontrados um total de 412 artigos. Os Quadros 14 e 15 mostram a quantidade de artigos encontrados em cada periódico selecionado.

Quadro 14: Quantitativos de artigos encontrados com Qualis A1.

	PERIÓDICO	QUANTIDADE DE ARTIGOS
01	Cadernos de Pesquisa (Fundação Carlos Chagas. Online)	1
02	Ciência & Educação	3
03	Educação & Sociedade	5
04	Educação e Pesquisa	2
05	Educação e Realidade	2
06	Educação em Revista (UFMG - Online)	0
07	Educación Química	2
08	Educar em Revista	2
09	Enseñanza de las Ciencias	4
10	Formación Universitaria	12

11	International Journal of Science Education	271
12	Journal of Science Education and Technology	0
13	Research in Science Education	1
14	Revista Brasileira de Educação	0
15	Revista de Educación de las Ciencias	0
16	Revista Electrónica de Investigación Educativa	38
17	Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado	0
18	Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias	0
19	Teaching and Teacher Education	54

Fonte: Dados de Pesquisa (2023).

Quadro 15: Quantitativos de artigos encontrados com Qualis A2.

	PERIÓDICO	QUANTIDADE DE ARTIGOS
01	Acta Scientiae (ULBRA)	6
02	Acta Scientiarum. Education (Online)	4
03	Anais da Academia Brasileira de Ciências (Online)	0
04	Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior	2
05	Investigações em Ensino de Ciências (Online)	3
06	New Journal of Chemistry (1987)	0

Fonte: Dados de Pesquisa (2023).

De posse dos artigos selecionados através do mecanismo de busca do site do periódico, utilizamos o descritor: Ensino de Química no título, resumo, palavra-chave para encontrar os relevantes para esse mapeamento. A partir da leitura flutuante dos artigos que se enquadram dentro dos critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados seis (06) artigos que discutem a Resolução de Problema no ensino de Química, sendo eles apresentados no Quadro 16.

Quadro 16: Artigos selecionados.

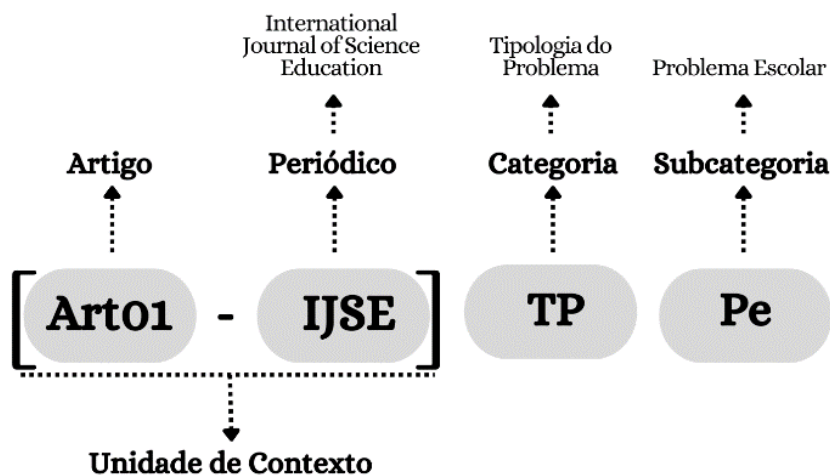
	ARTIGO	AUTORES	PERIÓDICOS
01	Los mapas híbridos en la química escolar	Neemias M. Martinez; Beatriz R. Ramírez; Escobedo R. G. Torres Moreno	Educación Química
02	Del laboratorio al juzgado. Enseñanza de las ciencias para el ejercicio forense	Ana María Sosa Reyes	Educación Química
03	Problem-solving methodology in chemical technician education	Daniel das Chagas de Azevedo Ribeiro; Camila Greff Passos; Tania Denise Miskinis Salgado	Educación Química
04	Indagar sobre las reacciones químicas y desarrollo de la competencia científica	Ana Isabel Bárcena Martín; Maria Mercedes Martínez-Aznar	Enseñanza De Las Ciencias
05	Investigando a significação de problemas em sequências de ensino investigativa	Ana Paula Solino; Lúcia Helena Sasseron	Investigações em Ensino de Ciências (Online)
06	A metodologia de resolução de problemas: Uma experiência para o estudo das ligações químicas	Franciane S. C. de Lima; Leliz T. Arenas; Camila G. Passos	Química Nova

Fonte: Dados de Pesquisa (2023).

Para a análise dos artigos selecionados é importante realizar o processo de categorização de dados (Oliveira, 2005). Deste modo foi preciso definir os pontos mais importantes e mais ressaltados nas pesquisas analisadas. Portanto, para a categorização e análise dos dados foi utilizada a análise de conteúdo de Bardin (2011). Inicialmente foram estabelecidas categorias *a priori* de acordo com o referencial teórico, sendo elas: Tipologia dos Problemas (TP), Estratégias Didática (ED) e Contexto da Pesquisa (CP).

A partir das categorias elencadas emergiram as subcategorias. As subcategorias surgiram a partir da leitura dos trabalhos analisados, denominadas por Bardin (2011) de categorias *a posteriori*. A codificação para as unidades de contexto é apresentada na figura 11. As categorias estabelecidas para análise dos artigos selecionados estão descritas a seguir.

Figura 11: Exemplo de codificação.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2023).

4.1.1 Tipologia do problema (TP)

A primeira categoria visou identificar os tipos de problemas empregados pelos autores dos respectivos artigos analisados. Após a leitura dos trabalhos na íntegra, notou-se a utilização de algumas tipologias de problemas, tais como: situação-problema, problemas reais, problema semiaberto, problemas escolares qualitativos, problema aberto e problemas investigativos.

Quadro 17: Categorias de Análise – Tipologia dos Problemas.

CAT.	SUBCAT.	UNIDADE DE CONTEXTO	CÓDIGO
Tipologia do Problema (TP)	Situação Problema (Sp)	Na produção, são identificadas três práticas: prática I, interpretação da situação-problema ; prática II, determinação do fator de conversão; prática III, obtenção do número de mols. (grifos e tradução nossa)	[Art01-EQ]TPSp
		Por meio do Mapa Híbrido, são mencionadas três práticas: uma de interpretação da situação-problema , outra referente à particularização da propriedade químico-matemática da massa molar para o caso do He, e uma terceira procedimental que leva à resolução do problema. (grifos e tradução nossa)	[Art01-EQ]TPSp
	Problema Reais (Pr)	O conhecimento é requerido no contexto de problemas reais para que os estudantes possam ampliar e aprofundar sua compreensão sobre o mundo. (grifos e tradução nossa)	[Art02-EQ]TPPr

	Problema Semiaberto (Ps)	Os três problemas desenvolvidos pelos pesquisadores abordaram os aspectos ambientais dos pesticidas. Decidimos formular três problemas semiabertos e qualitativos. (grifos e tradução nossa)	[Art03-EQ]TPPs
	Problema Escolar Qualitativo (Peq)	Decidimos formular três problemas semiabertos e qualitativos . (grifos e tradução nossa)	[Art03-EQ]TPPeq
		os problemas propostos nesta experiência didática são classificados como escolares, qualitativo , uma vez que os estudantes podem utilizar conceitos científicos e teorias, sem a necessidade de cálculos ou raciocínio matemático. (grifos nosso)	[Art06-QN]TPPeq
	Problema Aberto (Pa)	Esta Unidade Didática se concentra na resolução de situações problemáticas abertas . (grifos e tradução nossa)	[Art04-ELC]TPPa
	Problema Investigativo (Pi)	o problema têm surgido no ensino aliada a ideias que desenvolvam no aluno um espírito crítico de investigação . (grifos nosso)	[Art05-IEC]TPPi
		problemas com base em práticas sociais de investigação (grifos nosso)	[Art05-IEC]TPPi

Fonte: Dados de Pesquisa (2023).

O artigo [Art01-EQ]TPSp foi categorizado na subcategoria de situação-problema. No entanto, não aborda explicitamente a situação-problema utilizada em sua temática, pois o principal objetivo do trabalho é demonstrar um exercício resolvido por meio de um mapa híbrido, como se pode observar – “O hélio (*He*) é um gás valioso utilizado na indústria, em pesquisas em que é necessária baixa temperatura, na qual os tanques para mergulho profundo e para inflar balões. Quantos mols de átomos de *He* existem em 6,46g de *He*? (tradução nossa)”. Desta forma, apenas é mencionado o que apresentamos nas unidades de contextos caracterizando-o como uma situação-problema.

O artigo [Art02-EQ]TPPr descreve a concepção, implementação e resultados de uma Oficina Interdisciplinar para a Resolução de Casos Forenses, uma estratégia de ensino fundamentada na abordagem da resolução de problemas reais, ou seja, problemas relacionados às demandas da sociedade, conforme descrito a seguir: “Os cenários são montados de acordo com as características do caso. Na última emissão foi encenado um carro onde foi encontrado um corpo, além disso foram feitos 2 vídeos de vigilância correspondentes ao local onde o casal se conheceu pela última vez (tradução nossa)”. Este método visa contribuir para a formação de cientistas forenses, uma vez que o processo

educacional se inicia com a apresentação de um problema específico. A partir daí, são identificadas as necessidades de aprendizagem, e em seguida, buscam-se e desenvolvem-se as informações pertinentes ao problema em questão para sua resolução.

O terceiro artigo analisado trabalhou com três (3) problemas, compreendendo dois (2) problemas semiabertos e um (1) problema escolar de natureza qualitativa. O artigo [Art03-EQ]TPPs buscou discutir dois problemas semiabertos a partir da temática dos agrotóxicos, considerando o Brasil como um dos maiores consumidores mundiais desses produtos, além de ser responsável por uma produção agrícola de reconhecimento internacional. Os problemas apresentados foram os seguintes: *“P1: Procure informações e descreva 4 classes de agrotóxicos, suas características gerais e a utilização de cada uma delas. Escreva a estrutura química dos agrotóxicos pesquisados e identifique os grupos funcionais presentes nessas estruturas. Pesquise sobre alternativas para o cultivo da agricultura sem uso de agrotóxicos ou, pelo menos, a redução do seu uso; P2- Explique como os pinguins e as focas podem ter sido contaminados. Investigue também quais problemas ambientais (incluindo danos à saúde) o DDT e outros pesticidas pode causar. Além disso, tendo em vista o grande potencial de contaminação por agrotóxicos, fale sobre as precauções que os agricultores devem tomar ao usar esses produtos químicos (tradução nossa)”*. Ambos os problemas utilizados corroboram com o conceito de problema semiaberto conforme discutido por Pozo e Crespo (1998), o que implica na restrição dos possíveis cenários, bem como o desenvolvimento do cenário do problema. Durante a resolução dos problemas, os estudantes precisaram realizar pesquisas e discussões em grupo para chegarem na solução. Segundo o feedback dos grupos, ao final da resolução de cada problema, observou-se uma “melhora no modo de pensar” em relação à temática, além de uma “reflexão mais aprofundada sobre o assunto”.

O artigo [Art03-EQ]TPPeq buscou trabalhar a temática agricultura sustentável por meio de um problema qualitativo – *Pesquise a respeito da agricultura orgânica, seus princípios, suas práticas de cultivo, vantagens, desvantagem, etc. O cultivo sem uso de Agrotóxicos é o único critério utilizado para definir se um alimento é ou não “orgânico”? Explique como se caracterizam os alimentos orgânicos (tradução nossa)”*, para a resolução do problema proposto, os estudantes foram divididos em grupos. Ao final das resoluções, observou-se uma melhora na autonomia dos estudantes, entendida como a capacidade de se autogovernar, de tomar as próprias decisões e de ser crítico e reflexivo.

Os artigos [Art06-QN]TPPeq apresenta os resultados de um estudo realizado com cinco licenciados matriculados no Estágio à Docência no curso de Licenciatura em Química, e com o objetivo de conduzir uma atividade formativa que instrumentalizasse os docentes para o uso da metodologia em suas futuras salas de aula. Para a realização da formação, as autoras elaboraram três (3) problemas escolares do tipo qualitativo, vivenciados em uma sequência didática composta por sete momentos: análise qualitativa do problema, projeção de hipóteses, elaboração de estratégias de resolução, resolução do problema e, por fim, análise de resultados. Os problemas propostos envolvem a utilização de um evento natural do Salar de Uyuni para abordar o processo de evaporação da água e questionar sobre o ponto de fusão dos sais presentes. Os enunciados são os seguintes: **P1**- *“Pesquise qual o processo utilizado para a extração de Lítio no deserto de Uyuni. Cite duas aplicações do Lítio na atualidade e explique se essas aplicações causam impactos ambientais positivos ou negativos”*; **P2**- *“pesquise quais são os principais íons que compõem a água do mar. Represente com modelos físicos (palitos, bolas, desenhos, representações teatrais) como seria a imagem submicroscópica dos íons quando estão solvatados na água. Explique duas propriedades da água do mar que estão relacionadas à presença destes íons”* e **P3**- *“Explique, utilizando teorias de ligações químicas, a grande diferença de Ponto de Fusão da água e dos sais que constituem o Salar. Simule experimentos práticos para ilustrar essa diferença”*. Esse estudo demonstrou que a vivência com os problemas favoreceu a identificação de perspectivas de ensino para os conteúdos de Ligações Iônicas.

O artigo [Art04-ELC]TPPa inicialmente trabalhou doze (12) problemas aberto, que posteriormente foram reduzidos para dez (10) durante a vivência. Os problemas trataram de conteúdos relacionados às reações químicas e biomassa. Alguns exemplos de problemas trabalhados foram os seguintes: *“P10- Com os restos de serragem de uma indústria madeireira, obtém-se através de um processo de gaseificação um gás que contém certa quantidade de monóxido de carbono e hidrogênio, quanto metanol posso obter desse gás?”. P11- Quando a matéria orgânica do lixo se decompõe, obtém um biogás que contém metano. Isso é usado para obter energia através da combustão, quanta energia pode ser recuperada do lixo que você gera todos os dias? (tradução nossa)”*. Os problemas foram resolvidos seguindo uma série de passos, que incluíam análise qualitativa, emissão de hipóteses, estratégias de resolução, desenvolvimento da resolução, análise dos resultados e, finalmente, a resolução do problema. Estas etapas estão em consonância conforme discutido por Echeverría e Pozo (1998), que permite ao estudante realizar todo o processo de resolução, desde a

formulação do problema até a interpretação dos resultados e conclusões. Ao final das resoluções, observou-se que os resultados indicaram que a aprendizagem ocorreu ao longo do processo da resolução dos problemas, em todas as dimensões investigadas.

O artigo [Art05-IEC]TPPi buscou investigar teoricamente o significado de problemas em propostas que envolvem o Ensino por Investigação. Esse estudo está fundamentado na teoria histórico-cultural, e analisou a natureza do problema, seu papel e função na estruturação e implementação de Sequências de Ensino Investigativas (SEI).

Após a caracterização dos tipos de problemas, observa-se que dentre os seis artigos analisados, apenas os artigos [Art03-EQ]TPPeq e [Art06-QN]TPPeq apresentaram a mesma tipologia – Problema Escolar. A escolha por esse tipo de problema pelos autores pode ser atribuída às vantagens que oferecem para a aprendizagem dos estudantes, especialmente quando se trabalha com conceitos científicos relacionados a situações do cotidiano.

Os demais artigos optaram por diferentes tipos de problema, tais como: situação-problema, problemas reais, problema semiaberto, problema aberto e problema investigativo. Isso indica que a abordagem de resolução de problemas é ampla e consegue abranger diversos objetivos propostos pelos professores ao utilizarem essa abordagem metodológica. É importante notar que alguns outros tipos de problemas presentes na literatura de Resolução de Problemas não foram identificados na análise dos artigos, tais como, os problemas informais, livres, dados e artificiais.

4.1.2 Estratégias didáticas (ED)

Esta categoria teve como objetivo identificar as estratégias didáticas articuladas à resolução de problemas nos artigos analisados, com ênfase em natureza empírica. De acordo com a literatura (Goi; Borba, 2017) essa abordagem geralmente é desenvolvida em conjunto com outra(s) estratégia(s). A análise dos artigos revelou que a Sequência Didática foi a estratégia mais adotada entre os pesquisadores, com dois (2) artigos utilizando essa abordagem. As demais estratégias mencionadas foram Mapa Híbrido (1), Oficina Interdisciplinar (1), Metodologia de Resolução de Problemas por Investigação (MRPI) (1) e Abordagem Teórica (1).

Quadro 18: Categorias de Análise – Estratégias Didática.

CAT.	SUBCAT.	UNIDADE DE CONTEXTO	CÓDIGO
Estratégias Didática (ED)	Mapa Híbrido (Mh)	Propõe-se o Mapa Híbrido como uma técnica que permite descrever de forma gráfica a atividade químico-matemática envolvida na resolução de problemas. (grifos e tradução nossa)	[Art01-EQ]EDMh
	Oficina Interdisciplinar (Oi)	Resultados de oficina interdisciplinar para a resolução de casos forenses, uma estratégia de ensino baseada na resolução de problemas. (grifos e tradução nossa)	[Art02-EQ]EDO <i>i</i>
	Sequência Didática (Sd)	Utilizamos uma sequência didática composta por seis fases. (grifos e tradução nossa)	[Art03-EQ]EDSd
		A sequência didática implementada foi adaptada de estudos anteriores e envolveu sete momentos. (grifos nosso)	[Art06-QN]EDSd
	MRPI (Mrp)	Baseada na metodologia de resolução de problemas por investigação (MRPI) de caráter indagativo. (grifos e tradução nossa)	[Art04-ELC]EDMrp
	Abordagem Teórica (Ab)	Sendo assim, com o intuito de investigar teoricamente a significação de problemas. (grifos nosso)	[Art05-IEC]EDA <i>t</i>

Fonte: Dados de Pesquisa (2023).

Os artigos desenvolvidos com base em sequências didática – [Art03-EQ]EDSd e [Art06-QN]EDSd – procuraram abordar a resolução do problema proposto em etapas, com o objetivo de reduzir as dificuldades conceituais sobre o conteúdo proposto. O [Art06-QN]EDSd focou em como adaptar os conhecimentos acadêmicos para a Educação Básica, enquanto o [Art03-EQ]EDSd concentrou-se na resolução de problemas, no trabalho em grupo e na tomada de decisões.

O artigo [Art01- EQ]EDMh, em sua metodologia, aborda a resolução de um problema químico utilizando um mapa híbrido e traz alguns exemplos adicionais de como essa abordagem pode ser aplicada a outros problemas. Os autores buscam destacar que a interpretação dos mapas híbridos permite perceber os objetos químicos, químicos-matemáticos, suas interconexões e alguns processos cognitivos envolvidos na resolução de problemas. Por outro lado, o artigo [Art02-EQ]EDO*i* discute sobre uma Oficina Interdisciplinar com o objetivo de resolver casos forenses, visando contribuir para formação de peritos forenses.

O artigo [Art04-ELC]EDMrp aborda a metodologia baseada na resolução de problemas por investigação. Os autores argumentam que essa estratégia didática permite aos estudantes desenvolverem habilidades de resolução de problemas e adquirirem uma compreensão mais profunda dos conteúdos conceituais, o que pode resultar em mudanças conceituais duradouras. Por outro lado, o artigo [Art05-IEC]EDAt constituiu um estudo teórico que buscou discutir a importância do problema na formação inicial de professores como uma abordagem para compreensão de conceitos.

4.1.3 Contexto da pesquisa (CP)

Essa categoria teve como objetivo identificar os contextos de ensino e o público-alvo relacionados à aplicação ou proposta de resolução de problemas presentes nos trabalhos analisados. Esse aspecto é relevante por informar o ambiente e os participantes da pesquisa nos quais a abordagem de resolução de problemas está sendo desenvolvida. Entre os artigos analisados, foram identificados dois (2) trabalhos voltados para o Ensino Médio, dois (2) para Formação Inicial de Química, um (1) para Formação Continuada de Química e dois (2) de cunho Teórico. É importante ressaltar que nem todos os pesquisadores aplicaram em apenas um nível de ensino.

Quadro 19: Categorias de Análise – Contexto da Pesquisa.

CAT.	SUBCAT.	UNIDADE DE CONTEXTO	CÓDIGO
Contexto da Pesquisa (CP)	Ensino Médio (Em)	[...] com 29 alunos da terceira série do curso de técnico químico. (grifos e tradução nossa)	[Art03-EQ]CPEm
		É apresentada uma pesquisa quase-experimental, com alunos do primeiro ano do ensino médio . (grifos e tradução nossa)	[Art04-ELC]CPEm
	Formação Inicial (Fi)	Seu objetivo é contribuir para o desenvolvimento das competências que definem o perfil de graduação do perito forense. (grifos e tradução nossa)	[Art02-EQ]CPFi
		utilização da metodologia de RP na formação inicial de professores como forma de abordagem dos conceitos de LI.	[Art06-QN]CPFi
	Formação Continuada (Fc)	O estudo foi desenvolvido com cinco licenciados matriculados no Estágio de Docência em Ensino de Química	[Art06-QN]CPFc
	Teórico (Te)	Um aspecto importante da nossa proposta é o suporte teórico desenvolvido para a técnica do Mapa Híbrido. (grifos e tradução nossa)	[Art01-EQ]CPTe

		Nesse estudo, buscou-se investigar teoricamente a significação dos problemas presentes em atividades investigativas.	[Art05-IEC]CPTe
--	--	---	-----------------

Fonte: Dados de Pesquisa (2023).

A análise dos artigos revela um panorama equilibrado entre os contextos apresentados, embora seja possível inferir que há poucas produções envolvendo os docentes e licenciandos, respectivamente, da Formação Inicial e Continuada. Compreendemos que é necessário investir mais nesse público para proporcionar conhecimento sobre a abordagem de resolução de problemas, e, por consequentemente, sua possível aplicação na rede de educação básica.

Os artigos [Art03-EQ]CPEm e [Art04-ELC]CPEm tratam da abordagem de resolução de problemas no Ensino Médio. As atividades didáticas descritas nesses artigos são divididas em duas etapas: inicialmente, há o contato com o conteúdo químico e o problema proposto; posteriormente, os estudantes se dedicam à resolução do problema de acordo com sua tipologia.

Os artigos relacionados à Formação Inicial visaram proporcionar experiências de resolução de problemas aos estudantes do curso de Licenciatura em Química e Forense. O artigo [Art02-EQ]CPFi utilizou problemas reais para trabalhar a temática forense, considerando a necessidade de formar profissionais qualificados para atender à demanda do mercado. Por sua vez, o artigo [Art06-QN]CPFi analisou a aplicação da Resolução de Problemas na formação inicial de professores como estratégia para abordar o conceito de ligações químicas.

É relevante ressaltar que o artigo [Art06-QN] também abordou a formação continuada, buscando atingir ambos os públicos-alvo. Isso se deve ao fato de que a abordagem de resolução de problemas contribui para que os professores adquiram os recursos didáticos necessários para implementar uma abordagem investigativa de aprendizagem em suas rotinas de sala de aula.

Os artigos [Art01-EQ]CPTe e [Art05-IEC]CPTe se dedicaram a uma análise teórica abrangente. Enquanto [Art01-EQ]CPTe, discute a resolução de problemas com base em mapas híbridos, o [Art05-IEC]CPTe investiga teoricamente o significado dos problemas que envolvem o Ensino por Investigação.

4.1.4 Nacionalidade (NA)

A presente categoria teve como objetivo identificar a nacionalidade dos artigos encontrados, visando determinar os países que mais produzem trabalhos sobre a Resolução de Problemas no ensino de Química. Analisar a nacionalidade dos artigos científicos é uma abordagem relevante para entender a distribuição geográfica da pesquisa acadêmica em um determinado campo. No caso da Resolução de Problemas no ensino de Química, essa análise pode revelar quais países estão investindo mais em pesquisas educacionais inovadoras e quais contextos culturais e educacionais estão sendo mais explorados.

Quadro 20: Categorias de Análise – Nacionalidade.

CAT.	SUBCAT.	UNIDADE DE CONTEXTO	CÓDIGO
Nacionalidade (NA)	Brasileiro (Br)	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	[Art03-EQ] NABr
		Universidade Federal de Alagoas, campus do Sertão; Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo	[Art05-IEC] NABr
		Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul	[Art06-QN] NABr
	Internacional (In)	Universidad Autónoma de San Luis Potosic, México	[Art01-QN] NAIn
		Nacional Autónoma de México	[Art02-EQ] NAIn
		Universidad Complutense de Madrid, Espanha	[Art04ELC-EQ] NAIn

Fonte: Dados de Pesquisa (2023).

A análise dos seis artigos revela uma divisão significativa entre a produção nacional e internacional na área da resolução de problemas no ensino de Química. Os artigos [Art03-EQ] NABr, [Art05-IEC] NABr e [Art06-QN] NABr, todos de autoria brasileira, destacam a capacidade de produção científica do Brasil nesta área específica. Este fato é significativo, pois demonstra o envolvimento ativo de pesquisadores brasileiros na investigação e implementação de abordagens e metodologias no ensino de Química. A presença de três artigos brasileiros entre os seis analisados sugere que o Brasil está bem-posicionado na pesquisa sobre a resolução de problemas no ensino de Química.

É importante ressaltar que a produção científica nacional contribui diretamente para a inovação e a melhoria do ensino de Química no Brasil. Através de estudos locais, é possível desenvolver metodologias que se adequem melhor ao contexto educacional brasileiro. Os artigos brasileiros podem servir como recursos valiosos para a formação continuada de

professores, ajudando-os a incorporar práticas de Resolução de Problemas em suas aulas, além de influenciar políticas educacionais que promovam o uso de abordagens baseadas em evidências.

Os outros três artigos [Art01-QN] NAIn, [Art02-EQ] NAIn e [Art04ELC-EQ] NAIn são de autoria internacional, indicando que a resolução de problemas no ensino de Química é uma preocupação global, com esforços de pesquisa sendo realizados em diversos países. A comparação entre as produções nacionais e internacionais pode oferecer percepções valiosas para estudos futuros. Os artigos internacionais podem introduzir diferentes abordagens e perspectivas que enriquecem a compreensão global sobre a resolução de problemas no ensino de Química. Além disso, a análise da literatura internacional pode fomentar colaborações entre pesquisadores brasileiros e estrangeiros, promovendo a troca de conhecimentos e experiências.

A diversidade de abordagens encontrada nos estudos internacionais pode servir como referência para avaliar o progresso e a eficácia das metodologias utilizadas no Brasil. A comparação com a literatura internacional pode contribuir para o desenvolvimento de novas estratégias pedagógicas e políticas de incentivo à pesquisa, ampliando a base de dados disponível e promovendo a inovação pedagógica no ensino de Química.

Diante desse cenário, verifica-se que a Resolução de Problemas é uma abordagem ainda pouco explorada no Ensino de Química, conforme evidenciado pela escassez de artigos publicados em periódicos da área. Os resultados da revisão bibliográfica indicam que a resolução de problemas em Química tem sido pouco adotada como estratégia didática no contexto escolar. Nesse sentido, algumas lacunas foram identificadas a partir da revisão:

Falta de formação específica do docente: muitos professores não recebem formação adequada para implementar a resolução de problemas de forma eficaz em sala de aula.

Desafios na elaboração de problemas autênticos ou reais: a elaboração de problemas que sejam reais e pertinentes ao perfil da turma e ao conteúdo a ser discutido em sala de aula.

Tempo limitado: a abordagem requer um investimento de tempo maior do que no ensino tradicional, o que pode ser um obstáculo para programas curriculares com muitos conteúdos.

Heterogeneidade da turma e resistência dos estudantes: as diferenças nos níveis de conhecimento e a resistência à abordagem de RP podem comprometer a sua eficácia.

Lacunas de aprendizagem: refere à necessidade possuir conhecimentos prévios relacionados ao novo conhecimento a ser aprendido para a resolução do problema pode trazer dificuldades e aplicabilidade da RP, quando os estudantes não dominam os conceitos fundamentais e necessários.

Desenvolvimento de problemas interdisciplinares: A integração de problemas que abarcam múltiplas disciplinas é rara, restringindo a aplicação prática de mais de um conceito de modo integrado.

Avaliação contínua: A avaliação das habilidades desenvolvidas através da resolução de problemas pode ser desafiadora.

Apesar das vantagens da resolução de problemas no Ensino de Química, a superação dessas lacunas exige uma formação contínua, específica e adequada de professores para desenvolver a RP em sala de aula, bem como, de materiais didáticos adequados à abordagem dos problemas e dos conteúdos. Atentar para esses aspectos podem potencializar significativamente a eficácia desta abordagem, tornando o ensino de Química mais relevante e envolvente.

Nessa perspectiva, conclui-se que a Resolução de Problemas no Ensino de Química é uma temática de pesquisa promissora, com espaço para investigações. Nesta dissertação, a revisão bibliográfica contribuiu para articulação da Resolução de Problemas com o RPG como uma abordagem didática, bem como para a delimitação da questão e objetivos de pesquisa.

4.2 ANÁLISES DAS CONCEPÇÕES INICIAIS DOS ESTUDANTES SOBRE O PROBLEMA: REFERE-SE AO 2º OBJETIVO ESPECÍFICO

4.2.1 Apresentação e resolução inicial do problema P1

Nesta etapa inicial da intervenção foi apresentado aos estudantes um problema (P01), composto por quatro questionamentos e classificado segundo Pozo e Crespo (1998) como problema do tipo escolar.

Solicitou-se aos estudantes a leitura e resolução individual do problema, sem realização de consulta a qualquer material didático ou tecnológico, e não foi permitida a discussão com os demais colegas. Estabeleceu-se um tempo didático de cinquenta minutos, correspondente à duração de uma aula, para a entrega da resolução do problema. Essa etapa possibilitou a identificação das concepções iniciais dos estudantes sobre os conteúdos químicos relacionados ao problema, para buscar avaliar o nível cognitivo em que os estudantes se encontravam neste momento da atividade.

As análises das respostas foram conduzidas com base nos questionamentos propostos para o problema. Para a interpretação das respostas dos estudantes foi empregado um espelho de respostas elaborado especificamente para a resolução do problema P01, seguido das categorias: Resposta Satisfatória (RS), Resposta Parcialmente Satisfatória (RPS), Resposta Não Satisfatória (RNS), Não Respondeu (NR) e Resposta Evasiva (RE).

P01: Ao longo dos anos, as propriedades, características e a natureza do átomo foram sendo desvendadas pelos cientistas por meio de investigações científicas, e com a ajuda de aparatos tecnológicos. Foi um processo de pesquisa no qual as evidências de estudos já realizados anteriormente não poderiam ser desprezadas.

Questionamento 1 (Q1): Baseado nas diferentes ideias a respeito do átomo, como você o descreveria?

A tabela 1 mostra os resultados decorrentes das respostas dos estudantes em relação ao primeiro questionamento:

Tabela 1: Respostas - Q1.

CATEGORIAS	NÚMERO E ESTUDANTES
Resposta Satisfatória (RS)	3 (E, F e G)
Resposta Parcialmente Satisfatória (RPS)	7 (A, B, C, D, H, I e J)
Resposta Não Satisfatória (RNS)	-
Não Respondeu (NR)	5 (K, L, M, N e O)
Resposta Evasiva (RE)	-

Fonte: Dados de Pesquisa (2023).

Com base nas respostas fornecidas para o primeiro questionamento, observamos que dos 15 estudantes participantes da pesquisa, dez estudantes possuíam concepções iniciais incipientes sobre o átomo. Esses conhecimentos podem estar relacionados ao contato que os estudantes tiveram em séries anteriores quando foram introduzidos aos princípios da Química. Podemos observar que algumas respostas (03) apresentam indícios de um conhecimento mais aprofundado da temática, desta forma essas respostas foram consideradas respostas satisfatórias **(RS)**:

Estudante E: “*bom, átomo é uma unidade de matéria que consiste num núcleo [...] tem próton, nêutron e elétron*”.

Estudante F: “*o átomo é a unidade fundamental e a menor fração capaz de identificar um elemento químico*”.

Estudante G: “*o átomo é formado por pequenas partículas também chamadas de partículas subatômicas elétrons, prótons e nêutrons*”.

Observamos que a maioria (07) dos estudantes (A, B, C, D, H, I e J) apresentaram respostas parcialmente satisfatórias, visto que responderam de maneira incipiente ao questionamento. Para as respostas classificadas como parcialmente satisfatória **(RPS)**, destacamos os seguintes trechos:

Estudante A: “*um átomo é uma partícula que está em todo universo*”.

Estudante B: “*o átomo é a menor partícula existente no universo, ele compõe tudo que vemos e olhamos*”.

Estudante C: “*o átomo é a unidade fundamental da matéria*”.

Estudante D: “*um átomo é uma partícula minúscula que existe em todo lugar do universo*”.

A partir dessas respostas podemos perceber que alguns estudantes demonstraram o “*entendimento sobre a existência do átomo*”, assim como “*ele é uma partícula minúscula*” (Estudantes B e D). Segundo Leal (2006), essa compreensão inicial é fundamental, visto que o estudo dos átomos está diretamente relacionado à compreensão da constituição da matéria e, conseqüentemente, do que compõe tudo ao seu redor, como mencionado pelo Estudante B e de forma mais ampla pelo Estudante D. Além disso, alguns estudantes também mencionaram a estrutura do átomo (Estudante E e G), indicando um entendimento mais aprofundado, o que pode resultar em uma melhor capacidade de compreensão dos aspectos químicos em seu cotidiano.

Na fala do Estudante F, destaca-se que ele foi o único a associar de uma forma mais próxima o conceito de elemento químico⁵, demonstrando um conhecimento avançado se comparado com os outros estudantes. A resposta de F guarda certa relação com a afirmação de Atkins, Jones e Laverman (2018) de que o átomo é a menor partícula capaz de manter as propriedades que caracterizam um elemento químico. Estes autores afirmam que, o fato de os elementos químicos serem compostos por um conjunto de átomos que possuem o mesmo número atômico (Z)⁶, ou seja, a mesma quantidade de prótons⁷ no núcleo⁸, e que compartilham as mesmas propriedades físico-químicas.

Portanto, consideramos que as respostas apresentadas pelos estudantes, de forma geral, contribuem significativamente para o questionamento. No entanto, é importante ressaltar que cinco estudantes (K, L, M, N e O) não responderam (**NR**) ao questionamento, demonstrando não apresentar conhecimento inicial sobre o que é um átomo ou qualquer coisa relacionada ao problema proposto.

Questionamento 2 (Q2): Você pode usar desenhos para fazer a descrição dos modelos atômicos?

A tabela 2 mostra os resultados decorrentes das respostas dos estudantes em relação ao segundo questionamento:

⁵ Uma substância composta por um único tipo de átomo (Atkins, Jones e Laverman, 2018).

⁶ Número de prótons do núcleo atômico (Atkins, Jones e Laverman, 2018).

⁷ Partícula com carga positiva (representado por p). Um próton é praticamente 2 mil vezes mais pesado do que um elétron (Atkins, Jones e Laverman, 2018).

⁸ É o corpo central do átomo com carga positiva, que é responsável por quase toda a sua massa (Atkins, Jones e Laverman, 2018).

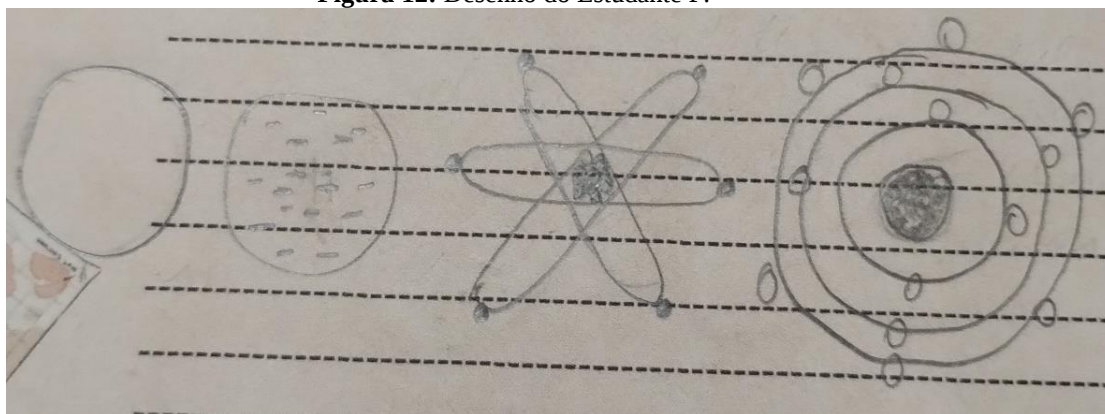
Tabela 2: Respostas - Q2.

CATEGORIAS	NÚMERO E PARTICIPANTES
Resposta Satisfatória (RS)	1 (F)
Resposta Parcialmente Satisfatória (RPS)	10 (A, B, C, D, E, G, H, I, J e K)
Resposta Não Satisfatória (RNS)	-
Não Respondeu (NR)	4 (L, M, N e O)
Resposta Evasiva (RE)	-

Fonte: Dados de Pesquisa (2023).

Em relação a esse questionamento, apenas um estudante (F) demonstrou apresentar conhecimento das representações dos modelos atômicos. A seguir mostramos o desenho produzidos pelo estudante F considerado como resposta satisfatória **(RS)**:

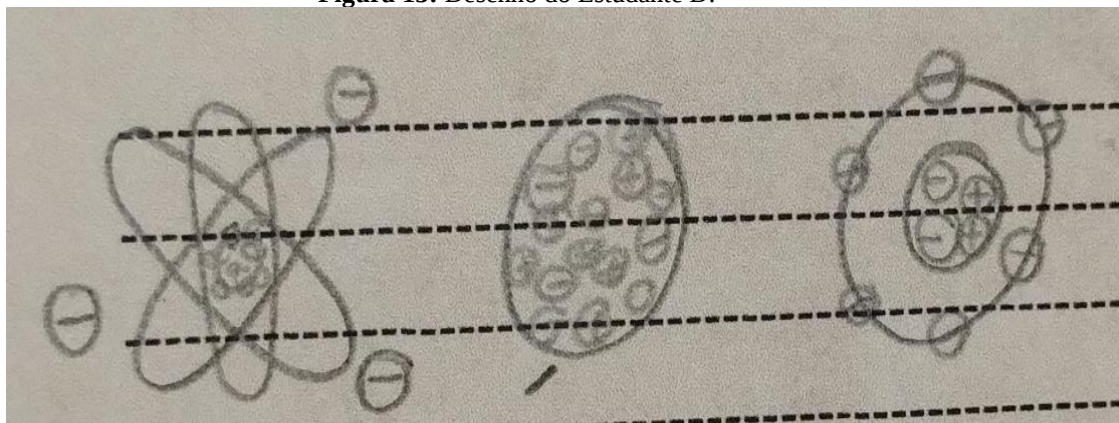
Figura 12: Desenho do Estudante F.



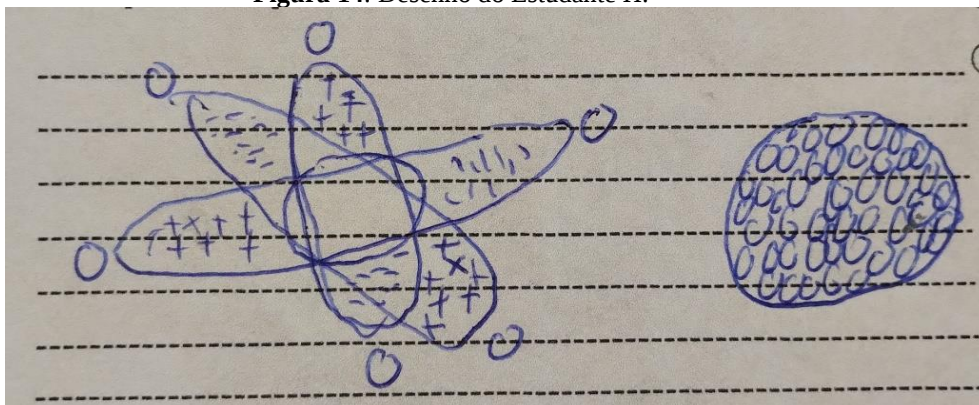
Fonte: Dados de Pesquisa (2023).

Enquanto outros 10 estudantes (A, B, C, D, E, G, H, I, J e K) indicaram um entendimento bastante desconexo com relação a representação dos modelos. Na figura 13 a seguir apresentamos a ilustração de alguns modelos desenhados pelos estudantes, considerados como resposta parcialmente satisfatória **(RPS)**:

Figura 13: Desenho do Estudante D.



Fonte: Dados de Pesquisa (2023).

Figura 14: Desenho do Estudante H.

Fonte: Dados de Pesquisa (2023).

Com base no espelho de resposta e nos desenhos elaborados pelos estudantes, é possível inferir que inicialmente não existe uma linha de evolução atômica claramente delineada pelos estudantes, embora esse não seja o objetivo direto do questionamento 2. No entanto, também foi observado que não houve a identificação dos autores de cada modelo, e o primeiro modelo atômico (Dalton) foi pouco representado na maioria das respostas, apesar de os alunos estarem cientes da existência dos quatro modelos. Apenas o Estudante F conseguiu representar os quatro modelos mais discutidos nas aulas de Química – modelo atômico de Dalton; modelo atômico de Thomson; modelo atômico de Rutherford e o modelo atômico de Bohr na sequência correta.

Os desenhos indicaram também que a maioria dos estudantes reconhecem a existência de diferentes representações para o átomo ao longo de sua evolução, contudo não conseguiram identificar o motivo das diferenças entre essas representações, como por exemplo, não mencionaram o nome das partes negativas (elétrons⁹) na estrutura do modelo de Thomson ou não citaram o nome da estrutura que circunda o modelo de Rutherford, ou seja, a eletrosfera¹⁰.

Para este questionamento somente quatro estudantes (L, M, N e O) não responderam a essa questão (NR).

Questionamento 3 (Q3): Quais as diferenças entre os quatro modelos propostos para o átomo, que até hoje são descritos nas pesquisas e nos livros didáticos de Química?

⁹ Carga negativa (representados por e^-) (Atkins, Jones e Laverman, 2018).

¹⁰ Região comparativamente maior, contendo os elétrons (Russel, 1994).

A tabela 3 mostra os resultados decorrentes das respostas dos estudantes em relação ao terceiro questionamento:

Tabela 3: Respostas - Q3.

CATEGORIAS	NÚMERO E ESTUDANTES
Resposta Satisfatória (RS)	-
Resposta Parcialmente Satisfatória (RPS)	12 (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K e L)
Resposta Não Satisfatória (RNS)	-
Não Respondeu (NR)	3 (M, N e O)
Resposta Evasiva (RE)	-

Fonte: Dados de Pesquisa (2023).

Para esse questionamento verificamos que a maioria (12) dos estudantes (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K e L) responderam de modo parcialmente satisfatório (**RPS**). Observou-se, em alguns casos, equívoco entre as características dos modelos ou apresentação incompleta delas, como podemos observar nas falas seguintes:

Estudante G: “Dalton = Seu modelo atômico era em forma de uma esfera maciça

Thomson = Seu modelo era formado por pontos negativos e positivos

Rutherford = E o seu modelo não possui uma divisão e não possui uma eletrosfera

Bohr = Seu modelo era de núcleo dividido por camadas”.

A partir da fala do estudante G notamos que existe um conhecimento acerca dos quatro modelos, visto que ele cita o nome de todos. No entanto, identifica-se um equívoco conceitual quando ele retrata que o átomo de Rutherford não apresenta divisão e nem uma eletrosfera. Esse equívoco pode estar associado ao contato superficial com o conteúdo, o que dificulta sua correta conceituação. Além disso, é importante considerar que a evolução dos modelos atômicos implicou na descoberta progressiva de algumas características, enquanto outras foram descartadas (Silva, 2017), o que também pode contribuir para a mencionada dificuldade.

O estudante G ainda responde que o modelo atômico de Thomson é formado por pontos negativos e positivos, porém, não evidencia esses elementos pelo nome – elétrons e sua região sendo eletricamente positiva –, apesar de tê-los mencionados no questionamento 1. A mesma problemática é observada na fala da estudante E, quando menciona que:

Estudante E: “Thomson = carga positiva em volta de cargas negativas”.

Essa afirmação mais uma vez evidencia o conhecimento inicial das partículas subatômicas¹¹; no entanto, há uma dificuldade em identificá-las usando a linguagem química. Outra problemática observada nas respostas dos estudantes foi a conceituação do modelo de Thomson como sendo indivisível, como exemplificado na resposta do estudante H:

Estudante H: “Thomson: já o de Thomson tem negativos e positivos e é indivisível”.

Em relação a essa resposta é notório observar que existe uma dificuldade em diferenciar a partícula "in" na Ciência, uma vez que os estudantes utilizam a palavra "indivisível" com um significado oposto, ou seja, sugerindo que ela pode ser dividida. Além disso, o estudante H menciona outro equívoco conceitual em relação ao modelo de Dalton:

Estudante H: “Dalton: é a esfera que propõe cada elemento, onde é uma massa indivisível”.

Em linhas gerais, os estudantes podem ter tido um contato muito incipiente e também apresentarem lacunas no conhecimento da Química nas séries anteriores, o que pode ter contribuído para grande parte dos equívocos conceituais aqui citados, que visam compreender o conteúdo de modelos atômicos. Para este questionamento somente três estudantes (M, N e O) não responderam ao terceiro questionamento (NR).

Questionamento 4 (Q4): Descreva algumas aplicações do conceito de modelos atômicos

A tabela 4 mostra os resultados decorrentes das respostas dos estudantes em relação ao quarto questionamento:

Tabela 4: Respostas - Q4.

CATEGORIAS	NÚMERO E ESTUDANTES
Resposta Satisfatória (RS)	-
Resposta Parcialmente Satisfatória (RPS)	7 (A, D, E, F, G, H e J)
Resposta Não Satisfatória (RNS)	-
Não Respondeu (NR)	8 (B, C, I, K, L, M, N e O)
Resposta Evasiva (RE)	-

Fonte: Dados de Pesquisa (2023).

Para esse questionamento observamos que nenhum dos estudantes apresentou respostas que explicassem corretamente a essa questão, de acordo com o espelho proposto,

¹¹ É uma partícula menor que o átomo. Os átomos são formados por três partículas fundamentais: elétrons, prótons e nêutrons.

entretanto alguns (07) estudantes (A, D, E, F, G, H e J) responderam de maneira parcialmente satisfatória (**RPS**), como podemos observar na fala dos estudantes A e F:

Estudante A: *“Para criação de fogos de artifícios”.*

Estudante F: *“Seu principal é usado para criação de fogos de artifícios pois com as divisões do modelo atômico onde com sua aproximação do núcleo causa explosão”.*

Outro equívoco conceitual pode ser observado na fala do estudante F, entretanto sua resposta mostra que ele tentou ir além de apenas citar uma aplicação, como fez a aluna A, pois ele tenta explicar como ocorre a queima dos fogos de artifício por meio dos modelos atômicos, mas não de forma adequada, conforme a literatura científica (Usberco; Salvador, 2014). A maioria (08) dos estudantes (B, C, I, K, L, M, N e O) não responderam ao quarto questionamento (**NR**).

Diante do exposto, consideramos que o desenvolvimento de atividades que visam identificar as concepções iniciais dos estudantes desempenha um papel fundamental no processo de ensino e aprendizagem sobre conceitos científicos. Isto se justifica pelo fato de que, frequentemente, o conhecimento prévio dos estudantes não está em conformidade com o conhecimento químico formal presente na literatura científica. Nessa 1ª etapa da intervenção, o problema P01 foi utilizado para a identificação das lacunas e dificuldades dos estudantes acerca do conteúdo de modelos atômicos. Esse dado pode direcionar o professor na mediação das etapas e atividades voltadas a resolução do problema P01. E do ponto de vista da pesquisa analisar as aprendizagens alcançadas ou não pelos estudantes no processo de resolução de P01.

Com relação ao segundo objetivo específico da pesquisa, podemos notar que, em sua maioria, os estudantes, conseguiram responder o P01, atendendo aos requisitos dos questionamentos que abordam a “Q1 - concepção de átomo”, “Q2 - ilustração do átomo”, as “Q3 - diferenças entre os modelos atômicos” e, por fim, a “Q4 - aplicação de átomo no dia a dia”. Notamos que as respostas a Q1 evidenciaram que aproximadamente metade dos estudantes apresentava concepções iniciais, embora estas fossem, em sua maioria, respostas distantes com relação ao conceito formal sobre o átomo. Essas ideias iniciais costumam estar vinculadas ao primeiro contato dos estudantes com os princípios da Química nas séries anteriores. Algumas respostas dos estudantes E, F e G refletem um entendimento mais

aprofundado, sinalizando uma compreensão inicial essencial para o estudo dos átomos e a composição da matéria.

Posteriormente, no Q2 que trata da representação do átomo através de desenhos, observou-se que a maioria dos estudantes apresentou um entendimento parcial das representações dos modelos atômicos, com destaque para J. J. Thomson e Ernest Rutherford. Os modelos de John Dalton e Niels Bohr não foram mencionados. Verificou-se alguns equívocos nas respostas dos estudantes a Q2, por exemplo, a ausência de uma representação mais próxima da evolução dos modelos nos desenhos.

No Q3, que abordou as distinções entre os quatro modelos propostos para o átomo, os estudantes enfrentaram desafios. Suas respostas retratam alguns equívocos conceituais (nos construtos dos átomos de Rutherford, muitos estudantes - E, G e H - enfatizaram a não presença da eletrosfera, e a troca do termo “cargas” por “ponto” no modelo de J. J. Thomson). Alguns aspectos da representação dos modelos nos desenhos estavam inadequados e incompletos. Essas dificuldades podem ser associadas a lacunas de aprendizagem a respeito deste conteúdo químico em séries anteriores e/ou a sua complexidade e/ou abstração requerida para um melhor entendimento. Por fim, na Q4, que aborda a aplicação dos modelos no cotidiano, a análise das respostas dos estudantes revelou que nenhum deles ofereceu respostas próximas ou adequadas ao conhecimento químico formal. Algumas respostas apresentaram apenas a citação e não a descrição, conforme solicitado na Q4.

As concepções iniciais dos estudantes sobre aspectos dos modelos atômicos, por meio de P1, foram o ponto de partida para o processo de construção deste conceito, durante sua participação na intervenção que envolveu a articulação entre a RP e o Jogo de RPG.

4.2.2 Retomada do problema P01

No encontro V, os estudantes foram convidados a responder novamente ao problema inicial, de forma individual e sem consulta a quaisquer materiais. Estabeleceu-se um prazo de cinquenta minutos para a resolução. Vale ressaltar que essa etapa ocorreu após a experiência com o RPG, o que permitiu avaliar possíveis avanços na compreensão dos conceitos abordados.

A seguir, apresentamos a análise das respostas aos questionamentos (Q1, Q2, Q3 e Q4) relacionados ao problema (P01), utilizando as seguintes categorias de análise: Resposta

Satisfatória (RS), Resposta Parcialmente Satisfatória (RPS), Resposta Não Satisfatória (RNS), Não Respondeu (NR) e Resposta Evasiva (RE).

P01: Ao longo dos anos, as propriedades, características e a natureza do átomo foram sendo desvendadas pelos cientistas por meio de investigações científicas, e com a ajuda de aparatos tecnológicos. Foi um processo de pesquisa no qual as evidências de estudos já realizados anteriormente não poderiam ser desprezadas.

Questionamento 1 (Q1): Baseado nas diferentes ideias a respeito do átomo, como você o descreveria?

A tabela 5 mostra os resultados da análise das respostas dos estudantes a Q1:

Tabela 5: Reapresentação das Respostas - Q1.

CATEGORIAS	NÚMERO E ESTUDANTES
Resposta Satisfatória (RS)	2 (E e G)
Resposta Parcialmente Satisfatória (RPS)	7 (A, B, C, D, F, H e I)
Resposta Não Satisfatória (RNS)	-
Não Respondeu (NR)	3 (M, N e O)
Resposta Evasiva (RE)	3 (J, K e L)

Fonte: Dados de Pesquisa (2023).

Conforme a tabela 1, apenas dois estudantes (E e G) responderam de maneira satisfatória ao Q1 segundo o espelho de resposta. A seguir elencamos estas respostas:

Aluno E: “Para mim, átomo é a menor partícula da matéria ele consiste em um núcleo central de carga elétrica positiva envolto por uma nuvem de elétrons de carga negativa”.

Estudante G: “O átomo é considerado a menor parte da matéria centralizado de carga elétrica positiva envolto por uma nuvem de elétrons de carga negativa”.

Observando as respostas de E e G, verifica-se que ambos demonstraram uma compreensão sobre a estrutura atômica, que inclui um núcleo central carregado positivamente e elétrons distribuídos em uma região ao redor do núcleo. Isso indica um entendimento dos princípios gerais que regem a estrutura do átomo (Atkins; Jones; Laverman, 2018). As respostas dos estudantes estão alinhadas ao modelo atômico de Rutherford e posteriores refinamentos de Bohr. Rutherford identificou a existência de um núcleo central, enquanto Bohr expandiu a ideia para incluir órbitas fixas para os elétrons em torno do núcleo (Atkins; Jones; Laverman, 2018).

Estas respostas sugerem que a intervenção que articulou a RP ao jogo RPG contribuiu para a consolidação do conceito de átomo, considerando que E e G possuíam um conhecimento prévio muito incipiente sobre a Q1.

A maioria (07) dos estudantes (A, B, C, D, F, H e I) apresentou respostas parcialmente satisfatórias, uma vez que mencionaram o átomo como a menor partícula. Para estas respostas, destacamos os seguintes trechos:

Estudante A: *“Eu o descreveria como algo que se é denominado como a menor partícula existente na matéria, algo que compõe todo o universo”.*

Estudante C: *“Átomo é a menor partícula da matéria”.*

Estudante D: *“O átomo tem núcleo e em seu centro possuem cargas positivas onde são dispersas nas suas camadas em formato de sistema solar”.*

As respostas de A, C e D ilustram diferentes níveis de compreensão acerca da estrutura atômica, desde a visão de átomos como partículas indivisíveis até uma descrição mais complexa que inclui a presença de um núcleo e elétrons orbitando. O estudante D se diferenciou ao mencionar que o átomo possui um núcleo com carga positiva. Contudo, equivocou-se ao referir-se à presença da eletrosfera e do elétron, apresentando equívoco ao justificar sua resposta com base no modelo atômico de Rutherford, quando citou o *“formato de sistema solar”*.

Alguns estudantes (J, K e L) responderam de maneira evasiva **(RE)**, conforme resposta do estudante K, a seguir:

Estudante K: *“Para mim o átomo é a parte do corpo químico onde é impermeável”.*

Esta resposta evidencia que a descrição do átomo não ficou clara, apesar de K ter participado de todas as etapas da intervenção. E se aproxima de uma ideia inicial próxima ao átomo descrito por Dalton.

Para este questionamento somente três estudantes (M, N e O) não responderam a essa questão **(NR)**.

Questionamento 2 (Q2): Você pode usar desenhos para fazer a descrição

A tabela 6 mostra os resultados das respostas dos estudantes ao Q2:

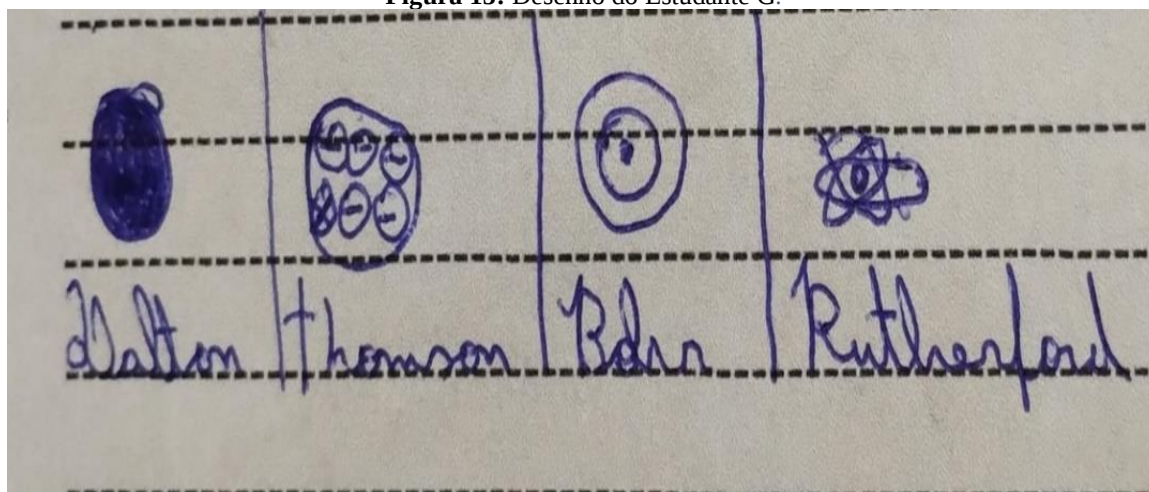
Tabela 6: Reapresentação das Respostas - Q2.

CATEGORIAS	NÚMERO E ESTUDANTES
Resposta Satisfatória (RS)	10 (B, C, E, F, G, H, J, K, L e O)
Resposta Parcialmente Satisfatória (RPS)	-
Resposta Não Satisfatória (RNS)	3 (A, D e I)
Não Respondeu (NR)	2 (M e N)
Resposta Evasiva (RE)	-

Fonte: Dados de Pesquisa (2023).

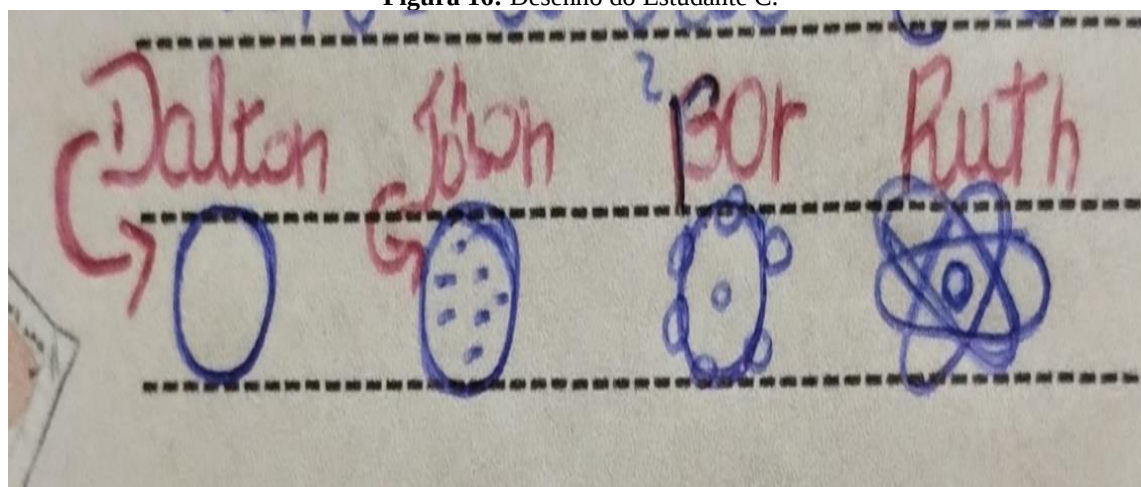
Com relação ao Q2, percebe-se que a maioria (10) dos estudantes (B, C, E, F, G, H, J, K, L e O) representaram por meio dos desenhos os quatro modelos atômicos, apresentando respostas satisfatórias (**RS**). A seguir ilustramos com algumas respostas:

Figura 15: Desenho do Estudante G.

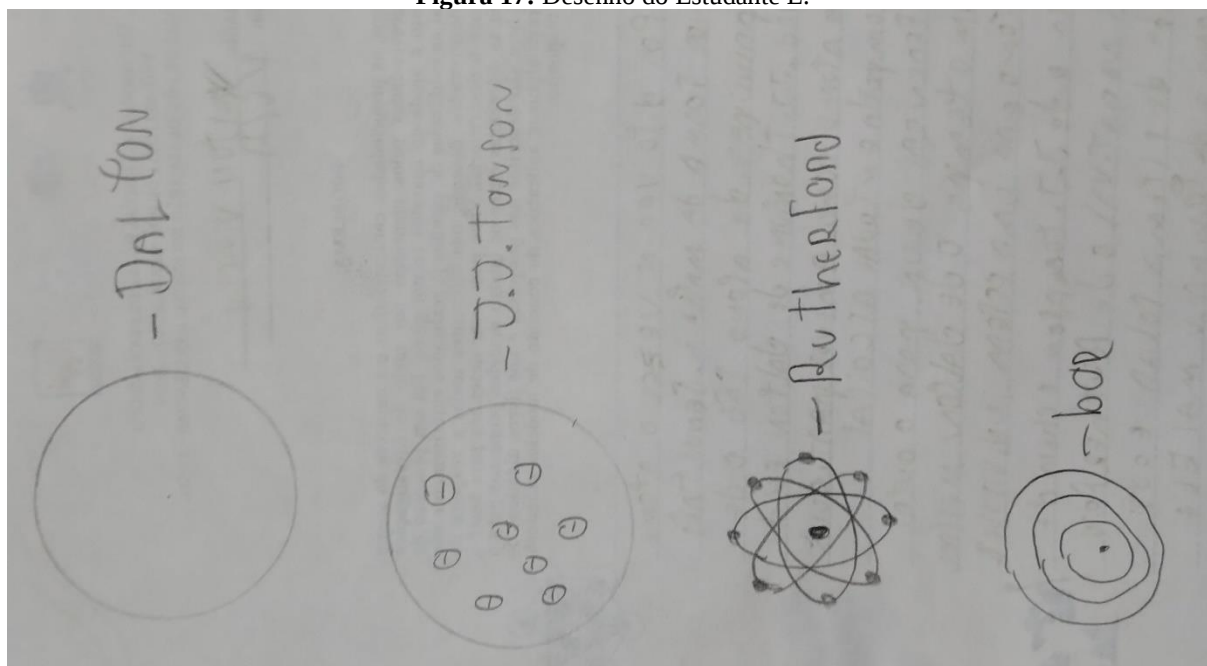


Fonte: Dados de Pesquisa (2023).

Figura 16: Desenho do Estudante C.



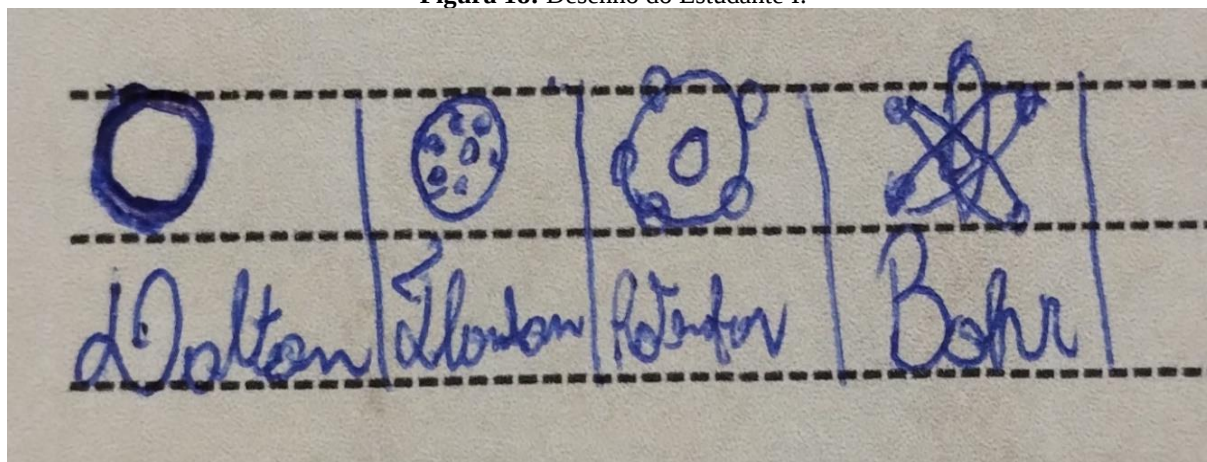
Fonte: Dados de Pesquisa (2023).

Figura 17: Desenho do Estudante E.

Fonte: Dados de Pesquisa (2023).

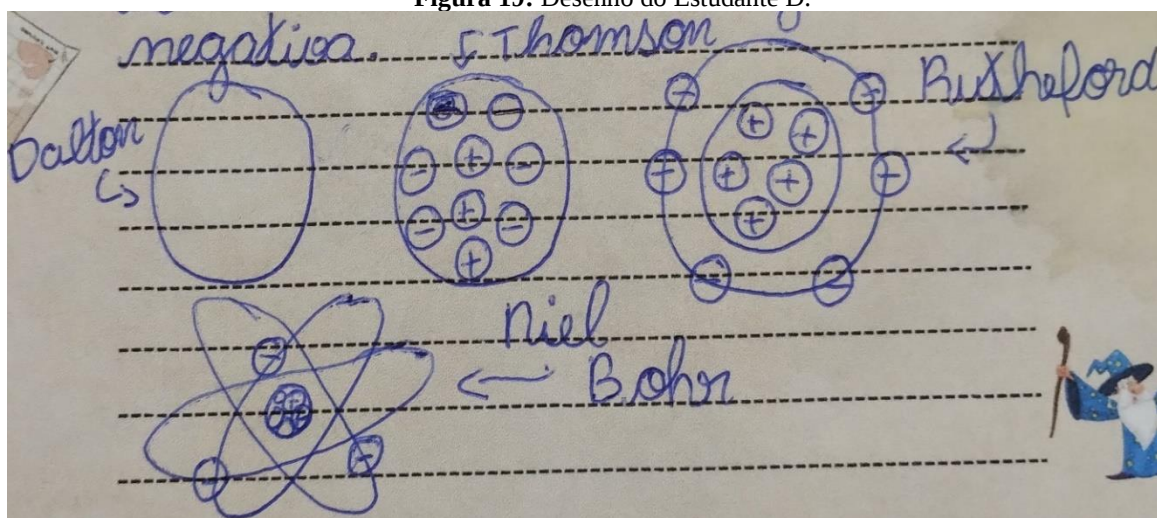
As respostas indicam que os estudantes desenharam os modelos. Mesmo não havendo a identificação das subpartículas, podemos observar que eles citam os respectivos autores e alguns seguem uma ordem cronológica.

Três estudantes (A, D e I) desenharam os quatros modelos atômicos, entretanto trocaram os nomes dos respectivos autores. Eles trocaram o modelo de Rutherford com o de Bohr. Isso revela uma dificuldade comum que acontece ao abordar este conteúdo em sala de aula de Química. Então, essas respostas foram consideradas como não satisfatórias (**RNS**).

Figura 18: Desenho do Estudante I.

Fonte: Dados de Pesquisa (2023).

Figura 19: Desenho do Estudante D.



Fonte: Dados de Pesquisa (2023).

De acordo com Gillespie e Robinson (2005), interpretações de modelos e diagramas podem levar os estudantes a associarem os modelos de Rutherford e Bohr ao entendimento de órbitas ao redor de um núcleo central, e trocar os nomes dos cientistas que propuseram cada modelo. Tanto Rutherford quanto Bohr afirmam que há elétrons em movimento ao redor de um núcleo, o que pode parecer visualmente similar, especialmente em ilustrações.

Para este questionamento somente dois estudantes (M e N) não responderam a essa questão (NR).

Questionamento 3 (Q3): Quais as diferenças entre os quatro modelos propostos para o átomo, que até hoje são descritos nas pesquisas e nos livros didáticos de Química?

A tabela 7 mostra os resultados das respostas dos estudantes a Q3:

Tabela 7: Reapresentação das Respostas - Q3.

CATEGORIAS	NÚMERO E ESTUDANTES
Resposta Satisfatória (RS)	6 (A, E, F, G, H e J)
Resposta Parcialmente Satisfatória (RPS)	8 (B, D, I, K, L, M, N e O)
Resposta Não Satisfatória (RNS)	1 (C)
Não Respondeu (NR)	-
Resposta Evasiva (RE)	-

Fonte: Dados de Pesquisa (2023).

Em relação a esse questionamento, observamos que seis dos estudantes (A, E, F, G, H e J) conseguiu identificar as principais características dos quatro modelos atômicos. A seguir, apresentamos trechos de respostas consideradas satisfatória (RS):

Estudante E: *“O modelo atômico de Dalton era indivisível e não possui carga elétrica, já o modelo atômico proposto por Thomson o átomo passou a ser divisível e possuir cargas negativas. O átomo proposto por Rutherford é nucleado, para Rutherford os elétrons giravam na eletrosfera, já para Bohr os elétrons giravam em volta do núcleo”.*

Estudante G: *“Dalton mostra uma representação do átomo como uma esfera maciça e indivisível já Thomson tinha uma ideia do átomo como divisível e em sua constituição era feita de elétrons. O modelo atômico de Rutherford tem o átomo em formato de sistema planetário sendo uma eletrosfera e em suas camadas eletros espalhados, já Bohr tinha uma ideia de átomo que os eletros orbitam o núcleo do átomo”.*

Na fala do estudante E, é mencionando a indivisibilidade de Dalton, a divisibilidade e presença de cargas negativas em Thomson, a estrutura nucleada de Rutherford e os elétrons orbitando o núcleo em Bohr (Atkin; Friedman, 2011). No entanto, a simplificação na descrição dos modelos de Rutherford e Bohr pode levar a uma compreensão inadequada das complexidades introduzidas por esses cientistas.

Já o estudante G, por outro lado, apresenta uma descrição um pouco mais detalhada, especialmente sobre o modelo de Thomson e Bohr, ao mencionar a ideia de elétrons “espalhados” e a órbita dos elétrons ao redor do núcleo. No entanto, a referência às “camadas de elétrons espalhados” no modelo de Rutherford revela uma confusão entre a distribuição dos elétrons e a ideia de níveis de energia, que não foi introduzida até Bohr (Atkin; Friedman, 2011).

Pode-se inferir que as respostas de E e G refletem uma compreensão progressiva acerca dos modelos atômicos. E indicam um processo de aprendizagem em que os estudantes estão começando a lidar com conceitos complexos sobre a estrutura atômica e a evolução histórica dos modelos.

Oito (08) estudantes (B, D, I, K, L, M, N e O) apresentaram uma compreensão parcial (RPS) sobre as diferenças entre os quatros modelos. A maior dificuldade apontada pelos estudantes foi com relação aos modelos de Rutherford e Bohr, como mostra a resposta do estudante B:

Estudante B: *“Rutherford: ele segue conceito de divisibilidade e agora tem os pontos negativos orbitando com o núcleo.*

Bohr: seu modelo era dividido em núcleo por camadas”.

A fala do Estudante B reflete uma tentativa de descrever os modelos atômicos de Rutherford e Bohr. A descrição do modelo de Rutherford consta de um equívoco sobre a “divisibilidade” e a ideia de “pontos negativos orbitando com o núcleo”. A descrição de Bohr sugere outro equívoco entre a organização dos elétrons em camadas ao redor do núcleo, e a divisão do núcleo em si, o que não está coerente, uma vez que Rutherford (1911) introduziu a ideia de um núcleo central carregado positivamente, onde está concentrada quase toda a massa do átomo, com os elétrons carregados negativamente orbitando ao redor desse núcleo, formando a eletrosfera. O termo “conceito de divisibilidade” mencionado pelo estudante é uma simplificação inadequada acerca do avanço proposto por Rutherford. Esse cientista não abordou a “divisibilidade” do átomo no sentido de que o núcleo poderia ser dividido em outras partículas, mas sim demonstrou que o átomo não era uma partícula homogênea e indivisível, como proposto por Dalton, mas possuía uma estrutura interna com uma pequena região central massiva (núcleo).

A descrição do modelo de Bohr pelo estudante B está parcialmente correta, uma vez que Niels Bohr (1913) expandiu as ideias do modelo de Rutherford ao afirmar que os elétrons ocupam órbitas quantizadas ao redor do núcleo. Ele propôs que os elétrons só podem ocupar certos níveis de energia ou órbitas estacionárias, e podem se mover entre essas órbitas ao absorver ou emitir energia em quantidades discretas (quanta). A resposta “seu modelo era dividido em núcleo por camadas” sugere um equívoco entre os conceitos de camadas (ou níveis de energia) e a estrutura física do núcleo. Bohr não dividiu o núcleo em camadas, mas sim postulou que os elétrons ao redor do núcleo são organizados em níveis de energia discretos ou camadas eletrônicas. Cada camada representa uma órbita específica onde os elétrons podem se localizar sem emitir radiação. Quando um elétron muda de uma camada para outra, ele absorve ou emite um fóton com uma energia correspondente à diferença de energia entre as duas camadas.

Apenas o estudante C respondeu de forma insatisfatória **(RNS)** o questionamento:

Estudante C: *“Dalton: é uma esfera que propõe cada elemento, onde é uma massa indivisível.*

Thomson: já o de Thomson tem negativos e é indivisível,

Bohr: a diferenciação são os elétrons, onde cada um tem quantidades diferentes de camadas.

Ruth: o de Rutherford podemos conceituar como fogos de artifícios. Além da eletrosfera região onde é vazia”.

A resposta do estudante C indica uma compreensão inicial dos modelos atômicos, com algumas noções corretas e equívocos conceituais. A descrição de Thomson como “indivisível” está incorreta, enquanto a referência aos “fogos de artifícios” para Rutherford não transmite claramente a estrutura proposta por ele. A explicação de Bohr sugere inadequação com relação entre as camadas e a quantidade de elétrons.

Questionamento 4 (Q4): Descreva algumas aplicações do conceito de modelos atômicos

A tabela 8 mostra os resultados das respostas dos estudantes ao Q4:

Tabela 8: Reapresentação das Respostas - Q4.

CATEGORIAS	NÚMERO E ESTUDANTES
Resposta Satisfatória (RS)	-
Resposta Parcialmente Satisfatória (RPS)	10 (A, C, D, E, F, G, H, I, J e K)
Resposta Não Satisfatória (RNS)	-
Não Respondeu (NR)	5 (B, L, M, N e O)
Resposta Evasiva (RE)	-

Fonte: Dados de Pesquisa (2023).

Para o Q4, não houve nenhuma resposta satisfatória **(RS)**, sendo consideradas as respostas apresentadas por dez (A, C, D, E, F, G, H, I, J e K) estudantes como parcialmente satisfatória **(RPS)**, com exceção de cinco (B, L, M, N e O) alunos que não responderam **(NR)**.

Podemos inferir que as respostas dos estudantes revelaram uma lacuna comum na abordagem de conceitos químicos: a dificuldade em conectar os modelos atômicos com suas aplicações práticas no cotidiano. Consideramos que a discussão sobre as explicações a respeito das aplicações deste conteúdo pode não estar sendo exploradas de forma adequada nas aulas. Podemos observar algumas dessas respostas a seguir:

***Estudante C:** “Um exemplo de aplicação é nos fogos de artifícios”.*

***Estudante I:** “O átomo ele é usado na criação de fogos de artifícios”.*

As respostas dos estudantes C e I citam a aplicação nos fogos de artifício, mas não trazem uma explicação química que associa a teoria à prática e vice-versa quanto a descrição dos modelos atômicos neste contexto. Segundo Gillespie e Robinson (2005), os fogos de artifício são uma aplicação de conceitos de energia e excitação de elétrons que ocorrem nos átomos, onde os elétrons saltam para níveis de energia mais altos e, ao retornar a níveis mais baixos, liberam energia na forma de luz colorida. No entanto, a descrição dos estudantes não reflete essa compreensão.

De modo geral, a análise de Q1 indica uma compreensão mais sólida sobre a estrutura atômica, reconhecendo a existência de um núcleo central positivo e elétrons distribuídos ao redor, quando comparada as respostas iniciais a este questionamento. Esse entendimento está em consonância com os princípios fundamentais dos modelos atômicos estabelecidos por Rutherford e Bohr, que descrevem o átomo como sendo constituído de um núcleo central positivo, em torno do qual os elétrons orbitam (Atkins; Jones; Laverman, 2018). Diante disso, consideramos que a intervenção que envolveu a RP articulada ao Jogo de RPG foi eficaz para o avanço conceitual apresentado no Q1 na retomada de P01.

No que concerne ao Q2, os desenhos dos estudantes sobre os modelos atômicos indicam uma representação das principais características de cada modelo. Isto é importante, pois os desenhos ajudam na compreensão dos conceitos subjacentes, funcionando como ferramentas mais concretas das ideias abstratas envolvidas. Já a menção aos autores dos modelos e a tentativa de seguir uma ordem na evolução cronológica sugerem que os estudantes têm uma noção de como os modelos evoluíram ao longo do tempo. Este entendimento histórico é fundamental, uma vez que apresenta a progressão do pensamento científico sobre a compreensão do átomo.

Para o Q3, a maioria dos estudantes conseguiu identificar as principais características dos modelos atômicos, demonstrando uma compreensão geral a respeito das diferenças básicas entre os modelos de Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr. No entanto, foi perceptível a presença de alguns equívocos entre as representações dos modelos de Rutherford e Bohr. Isso pode ter ocorrido porque ambos os modelos envolvem elétrons orbitando um núcleo, mas diferem na especificidade das órbitas e na quantização da energia dos elétrons, o que não foi claramente compreendido por todos os estudantes.

A análise do Q4 revelou que os estudantes enfrentaram dificuldades em associar os aspectos conceituais dos modelos atômicos com suas aplicações práticas. As respostas, em grande parte, focaram apenas na citação das aplicações, como os fogos de artifício, mas não descreveram o processo de excitação de elétrons ou como a liberação de energia pelos elétrons resulta nas cores diferentes dos fogos de artifício. Esse nível de explicação é necessário para uma compreensão sólida acerca de como os princípios atômicos são aplicados na prática.

A comparação dos resultados do problema inicial com a retomada revela um avanço significativo na compreensão dos conceitos de modelos atômicos pelos estudantes. Inicialmente, as respostas a Q1 mostraram que aproximadamente metade dos alunos tinha concepções iniciais sobre o átomo, embora frequentemente incompletas ou incorretas. Essas concepções, geralmente formadas durante os primeiros contatos com a Química, refletiam um entendimento rudimentar dos princípios atômicos. As respostas a Q2, envolvendo desenhos dos modelos atômicos, também indicaram uma compreensão parcial, com alguns equívocos sobre a evolução dos modelos, especialmente na representação dos modelos de Rutherford e Bohr. Além disso, as dificuldades em Q3 evidenciaram a complexidade em diferenciar os modelos atômicos e os conceitos subjacentes, enquanto as respostas a Q4 não conseguiram relacionar adequadamente os modelos atômicos às suas aplicações práticas.

Após a intervenção didática, com a retomada do problema houve melhorias claras nas respostas a todas as questões. Em Q1, os estudantes demonstraram uma compreensão mais sólida da estrutura atômica, alinhada aos modelos de Rutherford e Bohr. Em Q2, as representações dos modelos nos desenhos indicaram uma evolução na compreensão dos conceitos e da ordem cronológica dos modelos atômicos. Em Q3, embora persistam algumas confusões entre os modelos de Rutherford e Bohr, houve um progresso na identificação das principais características dos diferentes modelos atômicos. Contudo, Q4 revelou que os estudantes ainda enfrentam dificuldades em conectar os conceitos atômicos com suas aplicações práticas, sugerindo a necessidade de um enfoque mais aprofundado nesse aspecto durante as intervenções futuras.

4.3 ANÁLISE DAS EXPECTATIVAS DE APRENDIZAGEM SOBRE OS MODELOS ATÔMICOS DESENVOLVIDOS PELOS ESTUDANTES: REFERE-SE AO OBJETIVO ESPECÍFICO 3

4.3.1 Análise do encontro II

Em relação ao terceiro objetivo da pesquisa inicialmente discutiremos sobre os resultados da primeira categoria, Experiência Educativa, e em seguida da segunda categoria, Experiência Lúdica. A turma foi composta por 15 estudantes, onde foram categorizados por numeração – E01, E02, E03, ... E15 e foram divididos em 05 grupos – G01, G02, ... G05, tinham 02 mediadores – MD01 (pesquisadora) e MD02 (professor regente) para a realização do jogo de RPG. A seguir, apresentamos a transcrição¹² do Encontro II para analisar aspectos da aprendizagem e do lúdico vivenciados neste encontro:

TURNOS	TRANSCRIÇÃO – ENCONTRO II
1-4	MD01: “[...] vamos lá, agora vocês vão começar a participar do RPG. O RPG, para quem não sabe, é o Role Playing Game, ou jogo de interpretação de papeis. Vocês irão interpretar um papel. Semana passada cada um não ficou com um determinado personagem? Não foi?”
5	E01, E02, E03...: “Foi”
6	MD01: “Guerreiro, contador de história, o que mais?”
7	E03: “Caça-tesouro”
8	E05: “Cavaleiro”
9	MD01: “Muito bem. Cada um vai representar um personagem desse, certo?”
10	E04, E05, E09: “Beleza”
11-13	MD01: “Vamos lá. O nome da aventura é: Em busca da magia perdida do mago Dalton: Atomus” (leitura do enredo da aventura)
14	MD02: “Vocês entenderam?”
15	(todos concordam)
16-20	MD01: “Vocês irão começar a aventura dentro de uma floresta, então imaginem aí. Vocês estão dentro de uma floresta, certo? E vocês sabem que essa floresta é localizada em uma cidade que tem esse mapa aqui (é mostrado o mapa da cidade de Gryford).

¹² A transcrição seguiu o modo de falar dos estudantes, portanto existe durante o texto a presença de vícios de linguagem.



21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42-43
44
45
46
47
48
49
50

MD02: “Vocês querem pegar o mapa para ver e se localizarem na cidade?”

G01, G02, G03...: “Sim”

(é repassado o mapa para os grupos)

MD01: “Vocês estão caminhando na floresta e o que vocês veem?”

G01: “Eu escuto um barulho de folhas”

MD01: “E o que vocês fazem?”

G02: “Corremos!”

MD01: “Para onde?”

G04: “Para uma árvore e sobe”

MD01: “Todo mundo vai para a mesma direção ou não?”

G02: “Eu fico e espero para ver o que é”

G04: “Somos cavaleiros, subimos na árvore”

MD01: “[...] e os demais?”

G03: “Subir em cima da árvore também”

G01: “Ôh professora, a gente vai tentar dialogar com quem que seja”

MD01: “E vocês?” (fala direcionada para G03)

G03: “Vamos lutar”

MD01: “Com quem?”

G03: “Com quem aparecer”

M01: “E vocês?” (fala direcionada para G05)

G05: “Em cima da árvore também”

MD01: “[...] depois de um tempo esperando vocês não veem nada. O que vocês fazem?”

G01: “A gente segue em frente”

G02: “A gente também”

MD01: “E os demais?”

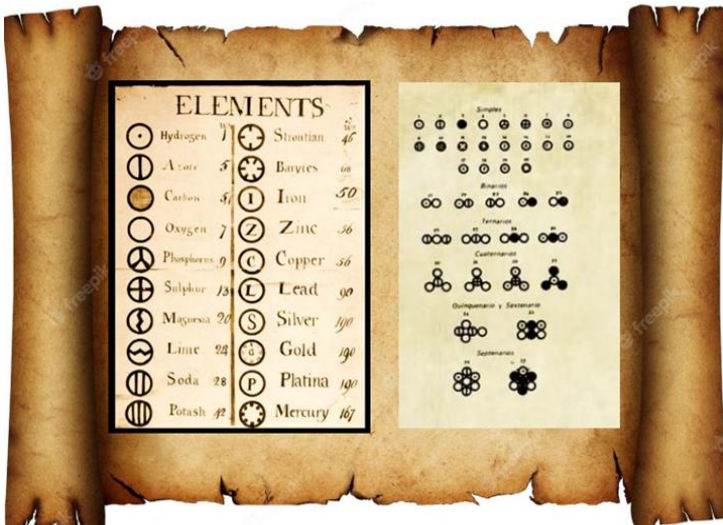
G03, G04 e G05: “Também”

MD01: “Então vocês seguem em frente?”

(Todos concordam)

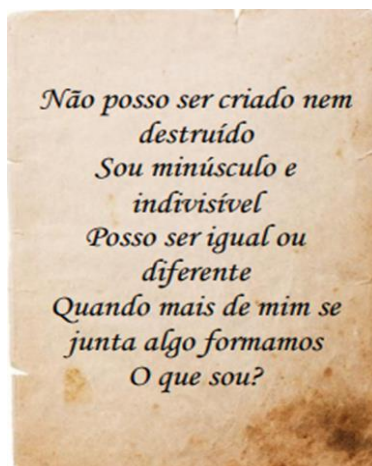
MD01: “Vocês estão de posse do mapa, o que farão?”

51	G01: “Vamos analisar ele”
52	(Os grupos se reúnem para observar o mapa)
53	MD01: “E agora? O que irão fazer?”
54	G02: “Vamos seguir o mapa até chegar na cidade”
55	G01 e G04: “Isso”
56-57	MD01: “Vocês andam bastante até que chegam nos limites da cidade. O que farão?”
58	G01: “A gente pode pedir informação aos moradores”
59	G04: “A gente tem que procurar abrigo também”
60	G03: “A gente pode dormir no celeiro”
61-62	MD01: “Vocês percebem que é uma cidade bem pacata e percebe que os moradores ficam com medo de vocês. E aí o que vocês vão fazer?”
63	G05: “A gente vai falar com os moradores, algum comerciante”
64-65	G03: “A gente se apresenta para os moradores como cavaleiros, cientistas, guerreiros”
66	G01: “Eu vou no celeiro procurar informações”
67-68	MD01: “Então o contador de história irá em busca de pistas no celeiro, certo?”
69	G02 e G04: “Certo”
70-71	MD01: “Vocês chegam ao celeiro e procuram tudo, porém não encontram nada, e agora?”
72	G01: “Então vamos falar com algum morador. Olha aquele ali, vamos lá”
73-74	G02: “Olá, somos guerreiros, cavaleiros e estamos procurando o reino perdido de Bohr, você poderia nos ajudar?”
75	MD01: “Ah, o reino perdido de Bohr! Vocês têm alguma pista sobre isso?”
76	G01: “Só que a magia começou aqui”
77-80	MD01: “Sim, a magia começou aqui na cidade com o seu criador Dalton, mas também não sabemos de muita coisa, só que isso é uma lenda há muito tempo contada, mas se vocês estão buscando pista eu indico irem para alguns lugares. Vejam só o mapa de vocês.”
81	G01: “Você sabe onde fica a casa de Dalton?”
82-83	MD01: “Infelizmente não, como ele viveu há muitos anos atrás muita coisa foi perdida, mas podem procurar pistas na igreja, no moinho”
84	G01: “Acho melhor irmos para igreja”
85	MD01: “Todos irão para igreja?”
86	G03 e G05: “Sim, vamos para igreja”
87	G04: “Eu vou procurar pistas nessa cabaninha”
88	MD01: “Então só vocês irão para a cabaninha?”
89	G04: “Sim”
90-91	MD01: “Então os demais vão para a igreja. Ao adentrar na igreja vocês acham uma biblioteca enorme. O que vocês vão fazer?”
92	G01: “Pegar um livro”
93	MD01: “Vocês podem ficar à vontade na biblioteca”

94	G01: “Eu estou sozinho na biblioteca?”
95	MD01: “Só vocês quatro”
96	G01: “Pode abrir os livros?”
97	MD01: “Sim, podem entrar e pesquisar”
98	G02: “Podemos procurar um livro sobre a cidade”
99	G03: “Acho melhor um livro sobre feiticeiros, né?”
100	G01: “Existem algum livro da época de Dalton?”
101	MD01: “Sim, existem vários livros”
102-104	G01: “A gente tem que olhar primeiro na sessão de livros se existem alguma coisa que relacione com um diário de Dalton ou algum pergaminho, vamos lá pessoal”
105-107	MD01: “Vocês procuram em livros antigos, manuscritos e aí vocês percebem que não tem nenhum livro que fale sobre Dalton, e até fala, mas só a biografia dele. O que vocês fazem?”
108	G02: “Vamos pra sessão de pergaminho”
109-110	MD01: “Essa sessão é enorme e vocês começam a vasculhar, e o que fazem?”
111	G01: “Eu tô vendo um pergaminho estranho, pode abrir?”
112	MD01: “Sim”
113-114	(abrem o pergaminho e começam a analisar)
	
115	(enquanto isso o grupo do cavaleiro está procurando pistas)
116	MD01: “Alguma pista encontrada cavaleiro?”
117	G04: “Não, só encontramos comida e arma”
118	MD01: “O que irão fazer agora?”
119	G04: “Vou pegar comida e arma pra todo mundo e vou pra outro lugar”
120	MD01: “Para onde?”
121	G04: “Pra igreja, né?”
122	(voltam para igreja onde estão todos)
123	MD01: “Acharam alguma informação importante nesse pergaminho?”
124	G03: “Isso é poder é?”
125	MD01: “Poder?”

126-127	G05: <i>“Isso aqui parece que é prata, platina, mercúrio, acho que isso aqui é madeira não sei?”</i>
128	MD01: <i>“Irão fazer o que com isso?”</i>
129	G03: <i>“Pesquisar o que é isso”</i>
130	G01: <i>“Eu sei que é elementos”</i>
131	MD01: <i>“Elementos?”</i>
132	G01: <i>“Sim, aqui os símbolos, professora”</i>
133	<i>(mostra os símbolos dos elementos)</i>
134	MD01: <i>“E o que mais? Conseguem mais alguma informação?”</i>
135	G04: <i>“Acho que tem a ver com a magia de Atomus”</i>
136-137	MD01: <i>“O tempo já está passando, já é noite, tem que cuidar. E agora, o que vão fazer? Procurar mais pistas?”</i>
138	G01: <i>“Tem outro pergaminho?”</i>
139	MD01: <i>“Não”</i>
140	G03: <i>“Então nós guardamos a pista, né?”</i>
141	G01: <i>“Quero procurar mais pistas aqui”</i>
142	<i>(depois de um tempo não encontram mais nada)</i>
143	MD01: <i>“Para onde irão agora?”</i>
144	G05: <i>“E se a gente for pra o moinho?”</i>
145	G03: <i>“Moinho?”</i>
146	G05: <i>“Sim, ué”</i>
147	MD01: <i>“Todos irão para o moinho?”</i>
148	<i>(todos concordam e vão em direção ao moinho)</i>
149	MD01: <i>“Vocês chegaram no moinho, e agora?”</i>
150	G01: <i>“Vamos entrar e procurar pistas”</i>
151	G02: <i>“Cuidado, pode ter bicho”</i>
152	G05: <i>“Ai”</i>
153	G01: <i>“Que foi?”</i>
154	G05: <i>“Bati na madeira”</i>
155	MD01: <i>“Você consegue ver alguma coisa”</i>
156	G03: <i>“Estou vendo uma passagem”</i>
157	MD01: <i>“Irão ver o que é?”</i>
158	G01: <i>“Sim”</i>
159	G05: <i>“Estou com medo”</i>
160-161	MD01: <i>“Vocês entram e encontram um local cheio de vidrarias, sabe um laboratório de química?”</i>
162	G01 e G03: <i>“Sim”</i>
163-165	MD01: <i>“Vocês encontram essas vidrarias e mais livros antigos e vêem essa página de livro diferente”</i>

166
167
168-169
170
171
172-173
174
175-176
178
179
179
180
181
182-183
184
185
186
187
188
189
190



G01: “Parece que é um enigma”

G03: “Sim”

MD01: “Vocês também encontram esse protótipo”



G01: “Será a magia de Dalton?”

G05: “Será?”

MD01: “Agora estão de posse de três pistas: o pergaminho, o enigma e um protótipo”.

G04: “Podemos ler o enigma?”

MD01: “Sim”

(faz a leitura do enigma)

G01: “Acho que é um átomo?”

MD01: “Átomo? E agora vai fazer o quê?”

G01: “Tem mais locais, quero ir visitar”

MD01: “Iram sair do moinho então?”

G03: “Sim”

G04: “Quero ir para o celeiro”

(vão para o celeiro)

MD01: “No celeiro existe um feiticeiro que não gosta de ser incomodado”

G01: “Queremos perguntar a ele”

MD01: “Perguntem”

G02: “Somos viajantes e a gente gostaria de saber sobre a magia Atomus”

MD01: “Sobre o que exatamente?”

G01: “Quem montou esse enigma?”

MD01: “Não sei, mas vocês estão em busca da magia do Reino de Bohr?”

191	G01: “Sim, você tem alguma pista sobre Dalton?”
192	MD01: “Dalton foi um grande feiticeiro que descobriu a magia Atomus”
193	G02: “Você sabe algo sobre esse pergaminho?” (mostra o pergaminho)
194-195	MD01: “Hum, são elementos que podem dar origem a diferentes substâncias”
196	G01: “Por isso que são diferentes?”
197	G04: “Parecem combinações, né?”
198	G01: “Sim”
199-200	G04: “Então se combinar elementos diferentes podem dar origem a substâncias diferentes”
201	G03: “Eu acho que é isso, né?”
202	G02: “É, olha as bolinhas são diferentes uma da outra”
203	G03: “Umas tem tracinhos, né? Essa aqui não tem”
204	G05: “Feiticeiro, tem mais pistas na cidade?”
205	MD01: “Pode ter em outra cidade”
206	G01: “Qual seria”
207-208	MD01: “Não sei, mas sei que embaixo de mim, a magia morreu. Em mim, ela renasceu”
209	G02: “Poderia repetir?”
210	MD01: “Sim” (repete a fala)
211	G01: “A magia nasceu no laboratório de Dalton”
212	G05: “Sim, e morreu lá também, né?”
213	G01: “Não, né?”
214	G05: “Foi sim, ela matou o feiticeiro, então morreu com ele, né?”
215	G02: “E como ela continuou?”
216	G05: “Com Thomson, né”
217	G01: Então a gente tem que ir para cidade que ele nasceu.
218	<u>(todos concordam e partem para a cidade onde nasceu Thomson)</u>

O Quadro 21, a seguir, apresentam os turnos de fala que representam as Experiências Educativas que se referem às Expectativas de Aprendizagem (EA), seguidas pelos diálogos e discussões que remetem às Experiências Lúdicas no contexto do encontro II:

Quadro 21: Discussão do Encontro II

DESAFIO DO JOGO	MODELO ATÔMICO	APRESENTAÇÃO NO JOGO
Encontrar informações em Gryford sobre a magia Atomus.	Dalton	O modelo atômico foi introduzido a partir dos enigmas de um dos postulados de Dalton (EA27), o protótipo do modelo de Dalton (EA107), e as pistas encontradas.
EXPERIÊNCIAS EDUCATIVAS		

EA27**Turnos 102 – 137 [Pergaminho sobre as proporções definidas]**

Os estudantes dialogaram sobre as proporções fixas das substâncias ao identificar e combinar diferentes elementos, como mostrado no pergaminho. As combinações mencionadas e a discussão sobre as diferentes “bolinhas” com traços diferentes auxiliaram os estudantes a compreenderem que as diferentes proporções entre os elementos resultam em diferentes substâncias, alinhando-se ao postulado de Dalton. O pergaminho, por meio da utilização da imagem, reforçou a compreensão de que existem proporções fixas entre as substâncias nas transformações químicas, utilizando uma abordagem lúdica.

Turnos 123 – 132 [A presença dos conceitos de substâncias simples]

Neste intervalo, os estudantes acharam um pergaminho que direcionava para o conceito de “elementos químicos” e a “simbologia” que se associavam aos postulados de Dalton, onde o G01 identificou a prata, platina e o mercúrio como elementos.

Turnos 192 – 201 [A presença dos conceitos de substâncias simples e compostas]

Nesse intervalo há a presença da EA27 que traz os conceitos advindos das contribuições do modelo atômico de John Dalton, por exemplo, no “pergaminho e as combinações de elementos que dão origem a diferentes substâncias”, podemos notar indícios de uma construção conceitual sobre substâncias simples e compostas.

EA107**Turnos 74 – 80 [Os estudantes mencionam a busca pelo reino perdido de Bohr e a magia começada por Dalton]**

Nessa parte do jogo, os estudantes imersos em um contexto fictício buscam o “reino perdido de Bohr”. A menção à “magia que começou com Dalton” possibilita imaginações que ajudam a introduzir o modelo atômico de Dalton. Esse início de conversa estabelece uma linha do tempo entre os diferentes modelos atômicos, sugerindo uma progressão do conhecimento científico e as suas contribuições. John Dalton é apresentado como o primeiro precursor dos modelos átomos, e a busca pelo reino de Bohr implica na exploração dos avanços sobre novas descobertas relativas aos próximos modelos atômicos.

Turnos 123 – 133 [Análise de símbolos de elementos no pergaminho]

Nesse trecho, os estudantes descobrem um pergaminho contendo símbolos os quais eles identificam como elementos. A referência a diferentes materiais como “prata” e “mercúrio” sugere a exploração dos elementos químicos. A professora (MD01) guia os estudantes a refletirem sobre o significado dos símbolos e a importância dos elementos na formação das substâncias.

Turnos 160 – 165 [Discussão sobre a imaginação das vidrarias do laboratório]

A exploração de um laboratório de química fictício permitiu que os estudantes visualizassem equipamentos e a abordagem de conceitos químicos em um contexto histórico, e o incentivo à aplicação prática dos modelos atômicos para explicar fenômenos. As discussões sobre os elementos e suas combinações ajudaram os estudantes a perceberem a relevância dos modelos atômicos na explicação de diversos fenômenos.

Turnos 192 – 201 [Discussão sobre Dalton, o pergaminho e as combinações de elementos, que pode envolver a introdução de símbolos de modelos atômicos]

Nesse trecho, os estudantes estão engajados na análise de um pergaminho que contém símbolos de elementos. Dessa forma, a professora (MD01) busca destacar que os elementos químicos, explicando que eles “podem dar origem a diferentes substâncias”. Essa explicação é a base do conceito de substâncias simples e compostas, conforme apresentado na Expectativa de Aprendizagem (EA27).

EXPERIÊNCIAS LÚDICAS

INTERAÇÃO

Turnos 1 - 4

A interação entre os jogadores (estudantes) e mediadores é fundamental para o desenvolvimento da narrativa do *RPG*. Essa abordagem promove a colaboração e o diálogo, fundamentais para a construção de um ambiente de aprendizagem coletiva. O constante questionamento e direcionamento dos mediadores mantêm os estudantes engajados e envolvidos na história.

Turnos 27 – 55

Nesse trecho, foi identificado nos estudantes uma interação de como resolveria a problemática de saírem da floresta, enquanto uns estudantes decidiram subir nas árvores, outros em conjunto decidiram enfrentar o problema de frente. A fala do G01 “eu fico e espero para vê o que é” entra em concordância com G02 que decide também seguir em frente e procurar o que está causando o barulho.

Turnos 84 - 86

Durante o jogo, os estudantes precisavam tomar decisões de onde iriam em busca de pistas para descobrir o enigma da magia do Reino de Bohr, desta forma sempre combinavam se iriam se dividir, ou não. Mesmo quando havia a divisão do grupo para lugares diferentes, a decisão era tomada de forma coletiva e a decisão era para o bem de todo grupo.

Turnos 98 - 111

Em vários momentos do jogo, os estudantes discutiram entre si para decidirem qual seria a melhor forma de encontrar pistas para desvendar os enigmas, foi possível perceber a interação nesses momentos de forma bastante clara, visto que havia a cooperação de todos.

Turnos 144 - 159

A decisão de sempre procurar em outros locais indica a cooperação entre os jogadores de

irem buscar mais informações, o que sinaliza uma forma de interação e preocupação em resolverem o problema final.

Turnos 170 - 204

A conversa entre os jogadores para desvendar o enigma e o diálogo com o feiticeiro adiciona uma camada de profundidade à narrativa, incentivando os estudantes a refletirem sobre suas capacidades e motivações. Esta interação não só enriquece a história, mas também ajuda os estudantes a desenvolverem uma mentalidade de crescimento e a valorizarem o apoio mútuo.

IMAGINAÇÃO

Turnos 25 - 29

A imaginação é um componente central na vivência do RPG, permitindo que os estudantes visualizem cenários e situações fictícias. Essa abordagem promove a colaboração e o diálogo, fundamentais para a construção de um ambiente de aprendizagem coletiva. O constante questionamento e direcionamento dos mediadores mantêm os estudantes engajados e envolvidos na história.

Turnos 72 - 83

Os estudantes são convidados a imaginar-se em uma cidade mágica, em busca de pistas sobre o reino perdido de Bohr. Essa narrativa ativa a imaginação, transportando-os de um ambiente tradicional de sala de aula para um mundo fictício cheio de possibilidades. A interação entre os jogadores e o mestre do jogo (MD01) exige que os estudantes usem a criatividade para fazer perguntas e buscar informações, como perguntar sobre a casa de Dalton ou locais onde poderiam encontrar pistas. Isso estimula o pensamento crítico e a capacidade de formular hipóteses. Ao imaginar a cidade, a casa de Dalton, a igreja e o moinho, os estudantes constroem cenários mentais detalhados que ajudam a contextualizar o aprendizado de conceitos científicos.

Turnos 87 - 112

Ao decidir procurar pistas na cabaninha e na igreja com uma biblioteca enorme, os estudantes imaginam e visualizam estes espaços. Isso ajuda a tornar o aprendizado mais concreto, pois eles podem “ver” e “sentir” os lugares onde estão buscando informações. A busca por livros e pergaminhos sobre Dalton faz com que os estudantes usem a imaginação para navegar por um espaço que não existe fisicamente, mas que é real dentro da narrativa do RPG. A discussão entre sobre quais livros procurar e o que fazer com o pergaminho encontrado envolve colaboração e troca de ideias, incentivando o trabalho em equipe e a construção conjunta do conhecimento. A imaginação aqui não é apenas individual, mas compartilhada e ampliada pelo grupo. A descoberta de um pergaminho estranho e a decisão de abri-lo leva os estudantes a imaginarem o conteúdo e o significado dos textos antigos.

Turnos 116 - 121

Quando MD01 questiona sobre pistas encontradas, e G04 responde que “encontraram apenas comida e armas”. Essa resposta não apenas demonstra a capacidade dos estudantes de criar e visualizar cenários, mas também indica que eles estão imersos na narrativa, imaginando os itens e recursos disponíveis no ambiente fictício. É imprescindível discutir que decisão de G04 de pegar comida e armas para todos e seguir para outro lugar mostra como os estudantes usam a imaginação para planejar ações futuras e resolver problemas. Eles visualizam a utilidade desses recursos no contexto da narrativa e como eles podem ser aplicados em cenários futuros. A imaginação também promove a colaboração, pois G04 planeja pegar recursos para todos, mostrando uma preocupação com o grupo. Isso reflete como a imaginação pode fomentar habilidades de trabalho em equipe e pensamento estratégico.

Turnos 143 - 161

A escolha do moinho como próximo destino demonstra como os estudantes estão criando e visualizando um mundo de jogo coerente. A interação detalhada, como G05 batendo na madeira e G02 alertando sobre possíveis perigos, acrescenta uma camada de realismo à experiência. Os estudantes estão tão imersos na narrativa que reagem a detalhes sensoriais imaginados, como sons e toques. A descoberta de uma passagem por G03 e posteriormente a exploração do que há dentro dela mostra como a imaginação incentiva a curiosidade e o espírito investigativo. Os estudantes estão constantemente criando hipóteses e explorando novas possibilidades dentro do cenário. Quando MD01 menciona que o local encontrado está cheio de vidrarias, como um laboratório de química, os estudantes conectam a narrativa fictícia com conceitos reais de Química. Isso demonstra como a imaginação pode ser usada para integrar e contextualizar conceitos educacionais.

Turnos 163 - 183

MD01 apresenta novos elementos, como vidrarias, livros antigos e um enigma, que enriquecem a narrativa. A introdução de um protótipo do modelo de Dalton e a sugestão de que pode ser mágico estimulam a curiosidade dos jogadores e os incentivam a formular hipóteses. G01 e G03 identificam o enigma e começam a tentar resolvê-lo. Isso demonstra como a imaginação pode ser usada para criar desafios intelectuais que exigem pensamento crítico e habilidades de resolução de problemas. A descoberta de pistas, como o pergaminho, o enigma e o protótipo, leva os jogadores a considerarem suas próximas ações. G01 sugere que pode ser um átomo, ligando a narrativa fictícia a conceitos científicos reais. A decisão de sair do moinho e explorar novos locais, como o celeiro, mostra a importância da tomada de decisão e do planejamento estratégico.

Turnos 184 - 217

MD01 introduz um feiticeiro no celeiro, criando um ponto de interesse na narrativa. Esta personagem é essencial para fornecer informações e pistas adicionais aos jogadores. G01 e G02 tomam a iniciativa de questionar o feiticeiro sobre a “magia atomus” e sobre Dalton, mostrando curiosidade e iniciativa para desvendar o enigma. O diálogo revela a

compreensão dos jogadores sobre a combinação de elementos para formar substâncias diferentes, mostrando a aplicação de conceitos científicos da Química no contexto do RPG. Os jogadores discutem as pistas fornecidas pelo feiticeiro, incluindo a enigmática frase “Embaixo de mim, a magia morreu. Em mim, ela nasceu”, e começam a formular hipóteses sobre seu significado. G01 conclui que a próxima etapa é investigar a cidade em que Thomson nasceu, demonstrando a habilidade de conectar informações e planejar o próximo passo na busca.

IMERSÃO

Turnos 1 - 20

MD01 começa explicando o conceito do RPG e reforça a importância de cada estudante interpretar seu papel específico. Isso ajuda a estabelecer um senso de identidade e propósito para cada jogador, essencial para a imersão. A descrição da floresta e a localização dentro da cidade de Gryford, visualizada por meio de um mapa, ajudam a criar uma imagem mental do cenário. MD01 incentiva os estudantes a imaginarem a floresta, aumentando a imersão.

Turnos 21 - 54

Durante o trecho MD02 pergunta aos jogadores se eles querem usar o mapa para se localizarem, promovendo a participação ativa. Ao repassar o mapa, os jogadores têm a oportunidade de planejar suas ações, aumentando seu envolvimento. Quando MD01 pergunta o que os estudantes veem e o que fazem, incentiva a imaginação e a tomada de decisão. G01 menciona ouvir um barulho, e G02 sugere correr, o que simula uma resposta natural a um estímulo inesperado. G04 propõe subir em uma árvore, enquanto G02 decide esperar e observar. Estas respostas refletem a individualidade dos personagens e a flexibilidade da narrativa. As diferentes estratégias refletem a variedade de abordagens possíveis. Após perceberem que não há perigo imediato, MD01 pergunta sobre a próxima ação. G01 sugere seguir em frente, mantendo o grupo em movimento e explorando novos cenários.

Turnos 58 - 84

Durante o trecho G01 sugere pedir informações aos moradores para obter pistas, enquanto MD01 descreve a cidade e essa descrição ajuda a construir a atmosfera do jogo e a tornar a experiência mais envolvente. G04 menciona a necessidade de procurar abrigo, enquanto G03 sugere dormir no celeiro. Isso mostra como os jogadores consideram diferentes aspectos de sobrevivência e estratégia em suas decisões. G01 decide procurar informações no celeiro e falar com um morador, mostrando a combinação de exploração e interação social como táticas para avançar no jogo. MD01 guia os jogadores, indicando que eles não encontram nada no celeiro, e depois sugere que procurem pistas em outros locais, como a igreja e o moinho. Isso mantém a narrativa fluindo e dá direção aos jogadores. A menção de Dalton como o criador da magia e a indicação de lugares para procurar pistas adicionam camadas à história, incentivando os jogadores a continuarem explorando. G02 e G04 confirmam a busca de pistas no celeiro, mostrando a colaboração entre os jogadores. Eles

discutem suas próximas ações e tomam decisões em conjunto. G01 e G02 abordam um morador e se apresentam, demonstrando a importância da comunicação eficaz tanto dentro do jogo quanto entre os jogadores para avançar na narrativa.

Turnos 94 - 112

No trecho G01 expressa a necessidade de verificar se está sozinho na biblioteca, destacando a sensação de isolamento e a atmosfera de exploração. Os jogadores demonstram curiosidade ao querer abrir os livros e explorar diferentes seções da biblioteca. G02 e G03 discutem qual tipo de livro procurar, mostrando a importância da tomada de decisão estratégica no processo de busca por pistas. G01 sugere olhar primeiro na seção de livros por algo relacionado a Dalton, mostrando uma abordagem mais focada. MD01 fornece respostas e direções que mantêm a narrativa fluindo, como indicar a presença de vários livros e a sessão de pergaminhos. Isso ajuda a direcionar a imersão sem eliminar a autonomia dos jogadores. Ao permitir que os jogadores abram o pergaminho estranho, MD01 incentiva a descoberta e mantém o mistério, aumentando a imersão.

Turnos 184 – 217

Nesta parte, G01 e G02 fazem perguntas específicas ao feiticeiro, buscando entender mais sobre o enigma e a “magia Atomus”. Essas perguntas revelam a curiosidade e o desejo de resolver o enigma, mantendo o engajamento dos jogadores. A troca de perguntas e respostas ajuda a construir a narrativa e a fornecer informações de forma gradual, incentivando a continuidade da busca. MD01 mantém o mistério ao não fornecer todas as respostas de imediato, como na fala “Pode ter em outra cidade” e na enigmática afirmação sobre a magia morrer e renascer. Este trecho demonstra como a imersão em um RPG pode enriquecer o aprendizado ao combinar narrativa, interação e exploração de conceitos científicos. A interação com o feiticeiro no celeiro e a subsequente discussão sobre o enigma e a magia Atomus ilustram a importância da curiosidade, da colaboração e do pensamento crítico na resolução de problemas.

Fonte: Dados da Pesquisa (2023).

4.3.2 Análise do encontro III

A seguir, apresentamos a transcrição do encontro III para discutir as expectativas de aprendizagem vivenciadas durante o referido encontro:

TURNOS	TRANSCRIÇÃO – ENCONTRO III
219-220	MD01: <i>“Vocês iniciam dentro da floresta mais uma vez e estão indo em direção a cidade de Linsmedar”</i>
221	G05: <i>“Floresta de novo?”</i>
222-223	MD01: <i>“Na floresta novamente e estão procurando o caminho da cidade, mas não sabem ao certo a direção”</i>
224	G01: <i>“Qual o caminho mais seguro pra chegar na cidade?”</i>

225	G05: <i>“A gente pode subir em uma árvore, né?”</i>
226	G02: <i>“Sim, a gente procura o rio, né”</i>
227-229	MD01: <i>“Mas vocês precisam ter cuidado, é uma floresta muito perigosa e pode ter armadilhas dentro dela e vocês podem cair nela. Só dou uma dica a vocês, não confiem em nada”</i>
230	G01: <i>“O cavaleiro vai na frente”</i>
231	G04: <i>“Vou sim”</i>
232-234	MD01: <i>“Vocês estão dentro da floresta caminhando, caminhando, caminhando. Depois de muito caminhar vocês escutam um barulhinho, e aí? O que vocês fazem?”</i>
235	G02: <i>“Corre”</i>
236	G01: <i>“Pra onde? A gente tá na floresta”</i>
237	MD01: <i>“E aí?”</i>
238	G01 e G03: <i>“Vai investigar”</i>
239	MD01: <i>Vai investigar?”</i>
240	G01: <i>“Sim”</i>
241	G05: <i>“Sobe em cima dum tronco”</i>
242	G01: <i>“Sobe em cima da árvore”</i>
243	G04: <i>“Não pode confiar em nada, sobe em cima da árvore”</i>
244	G01: <i>“Vocês são os cavaleiros, véi”</i>
245	G05: <i>“Mas não pode confiar em nada”</i>
246	MD01: <i>“Vocês sobem em cima de árvores?”</i>
247	<i>(Todos concordam)</i>
248	MD01: <i>“Vocês sobem e percebem um vulto”</i>
249	G04: <i>“Misericórdia”</i>
250	MD01: <i>“Como se fosse uma pessoa seguindo vocês”</i>
251	G03: <i>“Ai minha pressão”</i>
252	MD01: <i>“o que vocês fazem?”</i>
253	G02: <i>“Vamos preparar uma emboscada”</i>
254	MD01: <i>“Emboscada?”</i>
255	G02: <i>“Sim”</i>
256-257	G01: <i>“A gente vai fazer uma emboscada usando corda que a gente pegou na cidade de Dalton, e quando ele passar a gente joga”</i>
258	G02: <i>“Todo mundo vai ficar na mesma moita e esperar”</i>
259	G03: <i>“Quando ele vim a gente pá, pega ele”</i>
260	MD01: <i>“Ficaram camuflados, né?”</i>
261	G01: <i>“Isso”</i>
262-263	MD01: <i>“De repente o barulhinho está cada vez mais próximo, mas não aparece ninguém depois de um tempo, o que vocês fazem?”</i>
264	G01: <i>“Descer pra ver se vê alguém”</i>
265	G03: <i>“Vamos investigar pra ver se tem alguém nas moitas”</i>
266	G04: <i>“É isso aí”</i>

267	MD01: <i>“Vocês percebem que estão sendo seguido”</i>
268	G04: <i>“Era melhor ter ficado em cima da árvore”</i>
269	MD01: <i>“Vocês foram enganados, a floresta é mágica”</i>
270	G04: <i>“Tinha que ser, caramba”</i>
271-274	MD01: <i>“Não se esqueçam que vocês não podem confiar em ninguém, em nada. De repente vocês caem na armadilha que vocês mesmo fizeram. Vocês estão andando em círculos. E agora o bruxo pega todas as informações que vocês possuem”</i>
275	G05: <i>“Ah não!!!!”</i>
276	G04: <i>“Eu disse pra gente não descer”</i>
277	G03: <i>“Era pra ter tocado fogo nas pistas”</i>
278	G01: <i>“Nas pistas?”</i>
279	G03: <i>“Era melhor!”</i>
280	MD01: <i>“E agora vão fazer o que?”</i>
281	G02: <i>“Chorar”</i>
282	G05: <i>“Professora, é uma floresta ou o Rio de Janeiro?”</i>
283-285	MD01: <i>“A magia que vocês estão procurando é muito poderosa, então tem muita gente querendo descobrir esse pode também, por isso cuidado. Vocês estão presos, vão fazer o que agora?”</i>
286	G03: <i>“A gente precisa desatar o que fizemos”</i>
287	G01: <i>“Bora cavaleiro, ajude aí”</i>
288	G04: <i>“Vamos tentar cortar a corda”</i>
289	MD01: <i>“Cortar com o que?”</i>
290	G03: <i>“Eu ainda fiquei com um canivete”</i>
291	MD01: <i>“E estava onde esse canivete?”</i>
292	G03: <i>“Eu escondi dentro da minha bota”</i>
293	<i>(Cortam a armadilha)</i>
294	G01: <i>“Arrasou demais”</i>
295	MD01: <i>“Conseguiram sair da armadilha, e agora o que vão fazer?”</i>
296	G01: <i>“Vamos em direção a cidade”</i>
297	<i>(Caminham em direção a Linsmedar)</i>
298	MD01: <i>“Vocês chegaram na cidade, e agora?”</i>
299	G01 e G02: <i>“Como é a cidade?”</i>
300	MD01: <i>“A cidade é mais desenvolvida do que a outra. E vão fazer o que?”</i>
301	G03: <i>“Vamos explorar a cidade”</i>
302	MD01: <i>“Atrás de pistas, né?”</i>
303	G01: <i>“É”</i>
304	MD01: <i>“E não vão em busca de quem roubou vocês?”</i>
305-306	G01: <i>“A gente vai sair andando pela cidade pra saber se alguém tem informação”</i>
307	MD01: <i>“Vão sair fazendo perguntas aos moradores?”</i>
308	G05: <i>“É, né?”</i>

309	<u>(O grupo sai em busca de pistas)</u>
310	G01: “Olá, senhora”
311	MD01: “Oi, quem são vocês?”
312	G01: “A gente foi roubado na floresta e queremos saber quem foi”
313-314	MD01: “Bom, o melhor lugar de procurar informação é na taverna, porque lá tem muita gente de todo lugar”
315	G01: “Obrigada”
316	G02: “A gente vai pra esse lugar?”
317	G05: “Não tem outra opção”
318	MD01: “Iram para a taverna?”
319	<u>(Todos concordam e partem para taverna)</u>
320	MD01: “Estão na taverna, muitos burburinhos, muitas conversas”
321	G05: “Uma dose aqui”
322	G04: “Ei, ei, uma dose”
323	MD01: “Vocês estão ouvindo muitas conversas, o que fazem?”
324-326	G01: “Eu sou contador de história, né? A gente vai contar uma de nossas histórias”
	<u>(O cavaleiro começa a puxar assunto com um bêbado)</u>
327-328	G04: “Meu sonho era ter um cavalo, quem já viu cavaleiro sem cavalo? Um cavaleiro precisa de um cavalo, já tá dizendo o nome: cavaleiro”
329-330	<u>(Os aventureiros percebem que não está funcionando e resolvem mudar de assunto)</u>
331-335	G01: “Essa história que eu vou contar, é que a um tempo atrás eu fui numa biblioteca antiga, não sei se você conhece, lá no deserto. Cheguei lá e tinha um livro antigo e eu não sei quem é, mas pelo que diziam eles eram um bando de piratas e saíam por aí saqueando. Só que eles eram diferentes, eles só roubavam tesouros grandes, mas eles morreram procurando uma magia”
336	<u>(Os frequentadores do bar estavam prestando atenção)</u>
337	G02: “Vocês conhecem algum feiticeiro por aqui?”
338-339	MD01: “Sei, mas seria bom se vocês tivessem o mapa da cidade que você pode encontrar pistas interessante”
340	G01: “Você tem um aí?”
341	MD01: “Tenho, mas o que eu vou ganhar em troca?”
342	G01: “Eu sei a localização da biblioteca de Alabastro”
343	MD01: “E o que essa biblioteca tem a me oferecer”
344-346	G01: “Um monte de conhecimento antigo, já esquecido e muito ouro embaixo dela”
	<u>(Aqui rola o dado de carisma e sabedoria e eles passam)</u>
	MD01: “Interessante, o mapa é seu”
	<u>(Entrega o mapa)</u>

347-349	
350-351	
352	G01: <i>“Vamos analisar o mapa, estamos aqui”</i> (Aponta para onde estão no momento)
353	MD01: <i>“Vocês encontraram o mapa, vão para onde agora?”</i>
354	G04: <i>“Acho melhor a gente se separar”</i>
355	MD01: <i>“Vão se separar?”</i>
356	G04 e G05: <i>“Eu vou para o castelo”</i>
357	G01, G02 e G03: <i>“Vamos procurar nessas casas menores”</i>
358	G04: <i>“No final a gente se encontra no chafariz no centro”</i> (O grupo se separa)
359	G04: <i>“A gente está vendo no castelo ferramentas, vamos pegar”</i>
360	MD01: <i>“E pegam o quê?”</i>
361	G04: <i>“Escudo e espadas”</i>
362	MD01: <i>“Vocês vasculham o castelo e não encontram nada. O que fazem?”</i>
363	G04 e G05: <i>“Volto para o chafariz”</i>
364-365	MD01: <i>“Os demais vão para as casinhas e não encontram nada. O que fazem?”</i>
366	G01, G02 e G03: <i>“Voltamos para o chafariz”</i> (Todos se encontram no chafariz novamente)
367	MD01: <i>“E agora para onde vão”</i> (Analisam o mapa novamente)
368	G01: <i>“Vamos para essa ruína fora da cidade?”</i>
369	G03: <i>“É, né?”</i>
370	MD01: <i>“Vão para a ruína?”</i> (Todos concordam e partem para a ruína)
371	MD01: <i>“Vocês percebem que estão sendo seguidos. O que fazem?”</i>
372	G05: <i>“Vamos confrontar”</i>
373	MD01: <i>“Quem está perseguindo vocês é o feiticeiro que roubou as informações de você”</i>
374	G02: <i>“É melhor não mexer com ele”</i>
375	G03: <i>“Ele está indo em direção às ruínas, vamos lá”</i>
376-377	
378	
379	

380	(Os aventureiros se escondem e o feiticeiro não percebe)
381	G01: “Chegamos”
382-383	MD01: “A ruína parece abandonada e vocês podem adentrar para procurar pistas”
384	G05: “Há alguma pista de quem era o dono da casa?”
385-386	MD01: “Então, não se sabe ao certo, mas sabe-se que era uma pessoa muito rica o dono dessa fortaleza. Vocês vão entrar?”
387	G01: “Sim, não tem outro jeito”
388	MD01: “Vocês entraram, e aí?”
389	G03: “Como é por dentro?”
390-392	MD01: “É uma ruína bem-acabada, mas as pedras delas indicam que são muito fortes e não seria tão fácil destruir do jeito que estão, teria que ser uma magia muito poderosa pra acabar com ela”
393	G01: “Têm cômodos nela?”
394-395	MD01: “Sim, se vocês tatearem as paredes podem observar que existem algumas paredes intactas”
396	G02: “Eu vou procurar então”
397-398	MD01: “Vocês vasculham o local e encontram uma parede diferente, o que vocês fazem?”
399	G04: “Eu vou empurrar”
400-402	MD01: Vocês empurram e caem em uma sala com um laboratório e percebem que chegaram no laboratório do antigo feiticeiro Thomson. O que fazem?”
403	G01: “Vamos investigar”
404-405	MD01: “O laboratório é cheio de vidrarias, e elas estão limpas e intactas, então aparenta que alguém cuida delas”
406	G01: “Tem resto de experimento?”
407	MD01: “Tem sim e também tem muitos livros”
408	G01: “Esses livros, eles dizem o que?”
409	MD01: “Existem vários livros que falam sobre a magia
410	G01 e G02: “Quero ver esses livros”
411	MD01: “Perto da bancada tem um livro enorme aberto”
412	G01: “Aberto em que página?”
413	MD01: “Em uma página que fala sobre o mago Dalton”
414	G01: “O que tem escrito nessas páginas?”
415	MD01: “Muitas coisas sobre ele, realizações, coisas que ele fez”
416	G03: “Tem sobre localidade”
417	MD01: “Não tem”
418	G05: “Quero procurar pra ver se tem algum pergaminho ou informação”
419	MD01: “Vocês continuam procurando informações e veem que as pistas que foram roubadas de vocês estão em cima da bancada”
420	G04: “Vamos pegar de volta”
421	G05: “Vamos sim”
422	G03: “Será que quem roubou está aqui?”

423
424
425
426
427
428-431
432
433
434
435-436
437
438
439
440
441
442

MD01: “Talvez”

G04: “A gente tem que ser rápido, a gente procura e se arma”

G01: “Vamos rápido”

G04: “Quem garante que ele não vai roubar de novo?”

MD01: “Vocês vasculham o laboratório e encontram um diário”

(Começam a ler as páginas do diário)



MD01: “Também encontram um outro protótipo, dessa vez com cargas”

G03: “Esse tem cargas, não é igual ao outro”

MD01: “De posse dessas informações, o que vão fazer?”

G01: “Vem cá cavaleiro, daqui a pouco a outro vai voltar e vai pegar a gente, então vamos bolar um plano”

MD01: “Vocês percebem um barulho de fora do laboratório”

G04: “Tamo lascado”

G01: “Vamos manter a calma, todo mundo procurando uma saída, rápido”

(Todos vasculham as paredes em busca de uma saída)

G02: “Vamos guardar as pistas”

G01: “Eu levo, me dá”

443	G04: “Vamos enfrentar ele?”
444	G05: “Não, aí ele rouba a gente de novo”
445	G04: “Então vamos montar uma armadilha detrás da porta”
446	G01: “Muito arriscado”
447	G04: “Bota alguém de isca”
448	G02: “Não, e quem vai?”
449	G05: “Eu acho melhor procurar outra saída”
450	MF01: “O barulho de passos fica mais próximos”
451	G01: “Vamos todos pra detrás das estantes”
452-453	MD01: “Quando vocês chegam próximo a parede percebem que tem uma passagem secreta. o que vocês fazem?”
454	G01: “Abre ela, né?”
455	G02: “Sim”
456-457	MD01: Vocês vão descendo e descendo até que chegam na antiga biblioteca do feiticeiro Thomson”
458-459	(Nesse momento os estudantes começam a discutir sobre as informações que estão em mãos)
460	G01: “Vamos olhar com calma o que diz o diário de Thomson”
461	G02: “Vamos”
462-463	G01: “Aqui fala que os átomos são partículas minúsculas, também fala que não são criados nem destruídos”
464	G03: “Então as coisas são formadas por átomos”
465	G01: “Pelo que entendi, sim”
466	G04: “Olha esses símbolos iguais aquele do pergaminho”
467-468	G01: “Aqui diz que compostos químicos são formados por átomos de dois ou mais elementos em uma razão fixa”
469	G03: “Não entendi”
470	G01: “Acho que os elementos se juntam e formam compostos”
471	G02: “Tá parecendo isso”
472	G05: “E os compostos seriam essas bolinhas?” (se referindo aos elementos)
473	G01: “Não, esses são os elementos”
474	G05: “E o que tem a ver com os átomos?”
475	G01: “Os elementos são formados por átomos”
476	G05: “Aaaah, faz sentido”
477-479	G02: “Tá falando que Dalton explica que compostos diferentes podem ser formados pelos mesmos elementos químicos, mas as proporções são diferentes”
480-481	G01: “Vamos entender esses desenhos” (se referindo aos dados experimentais de Dalton)
482	G04: “Professora, a senhora pode explicar?”
483-484	MD01: “Vamos observar o que falam os dados experimentais, estão vendo eles?”
485	G01, G03 e G04: “Sim”

486-487	MD01: “O que ele fala?” (G01 faz a leitura)
488-489	G01: “Então quando aumenta a quantidade de algum elemento muda o composto?”
490	MD01: “Exatamente”
491	G02: “Deve ser por isso que tem tanto composto, né?”
492	G05: “Deve ser”
493-495	G01: “Olha a outra página (Se referindo as anotações de Thomson) aqui diz que o átomo não é indivisível”
496	G04: “Tem um desenho igual ao protótipo que encontramos no laboratório”
497-498	G02: “Ele diz que o átomo apresenta carga elétrica negativa, então deve ser esses traços”
499	G03: “Deve ser”
500	G04: “Então isso está dentro do átomo?”
501	MD01: “Ele faz parte do átomo, sim”
502	G01: “Temos mais pistas?”
503	G02: “Acho que não”
504	G01: “E agora como saímos?”
505	G05: “Vamos procurar uma saída, né?”
506	G04: “Bora, bora procurar”
507	G01: “Estou vendo uma porta ali”
508	G02: “Vamos lá”
509-510	MD01: “Os aventureiros entram pela porta e vão em direção a uma caverna”

O Quadro 22, a seguir, apresenta as discussões das Experiências Lúdicas baseadas nas Expectativas de Aprendizagem, seguidas pelas discussões referentes às Experiências Lúdicas no contexto do encontro III:

Quadro 22: Discussão do Encontro III.

DESAFIO DO JOGO	MODELO ATÔMICO	APRESENTAÇÃO NO JOGO
Solucionar os enigmas do modelo anterior e agregar novas informações sobre a evolução da magia Atomus.	Thomson	Ao entrarem na antiga fortaleza de Thomson, os aventureiros encontraram o diário de Thomson contendo informações sobre o Atomus (EA110 e EA127) e o protótipo de seu modelo (EA107).
EXPERIÊNCIAS EDUCATIVAS		

EA110 [Empregar os modelos atômicos na explicação de fenômenos físicos e químicos]**Turnos 403 – 409**

Neste contexto, os estudantes exploram o laboratório do feiticeiro Thomson, onde encontram vidrarias e experimentos que remetem aos modelos atômicos. Eles discutem sobre cargas elétricas, estrutura dos átomos e como esses modelos explicam fenômenos físicos e químicos. Os estudantes encontram evidências dos modelos atômicos de Thomson, discutindo como os átomos possuem partículas subatômicas (elétrons) que influenciam na estrutura dos compostos e nas interações químicas. Isso ajuda a visualizar como os modelos atômicos são usados para explicar fenômenos como a formação de compostos e a natureza elétrica dos átomos.

Turnos 482 – 491

Nesta parte, os estudantes discutem os dados experimentais de Dalton, que mostram como a proporção dos elementos em compostos químicos pode variar, ilustrando a conservação de massa e a formação de substâncias. Aqui, os estudantes analisam dados que mostram como os átomos de diferentes elementos se combinam em proporções fixas para formar substâncias compostas. Isso é crucial para entender a conservação de massa em reações químicas e como os modelos de Dalton ajudam a explicar essa regularidade nas transformações químicas.

A estratégia de construir armadilhas na floresta, baseada na utilização de cordas e outras ferramentas, pode ser correlacionada ao emprego dos modelos atômicos na resolução de problemas. Ao usar elementos do ambiente para criar armadilhas, os estudantes aprendem a aplicar conceitos teóricos, como os modelos atômicos, para entender e prever quais conceitos dos átomos proposto por Thomson ajudaria os estudantes. Esse processo reflete não apenas a aprendizagem de conceitos, mas também o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas práticos dentro do contexto do RPG.

EA107 [Caracterizar por meio de símbolos os modelos atômicos de Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr]**Turnos 402**

Os estudantes entram no laboratório de Thomson, onde encontram experimentos e desenhos que caracterizam seu modelo atômico, destacando especialmente a presença de elétrons (cargas negativas) dentro do átomo que também encontram símbolos e experimentos que representam os modelos atômicos de diferentes cientistas, como Thomson e Dalton.

Turnos 404 – 408

Durante a exploração do laboratório, eles encontram registros do diário de Tomson que representam o modelo de Dalton, focando na ideia de que os átomos são indivisíveis e que

diferentes elementos podem se combinar em proporções específicas para formar compostos e também encontram desenhos e anotações que caracterizam os modelos atômicos de Thomson, discutindo sobre as partículas subatômicas e suas cargas elétricas. Durante a exploração do laboratório de Thomson, os estudantes aplicam os modelos atômicos para entender a estrutura dos átomos e explicar fenômenos físicos e químicos observados. Ao encontrarem o protótipo com cargas elétricas, semelhante ao modelo de Thomson, os estudantes são desafiados a conectar as características dos átomos com os fenômenos ao seu redor, como a condução de eletricidade e a formação de compostos. Essa experiência proporciona uma aprendizagem significativa ao relacionar teoria à prática, onde os jogadores podem experimentar na narrativa RPG como a compreensão dos modelos atômicos pode ser aplicada para resolver problemas, como enfrentar desafios mágicos que envolvem interações elétricas entre elementos.

EA127 [Reconhecer que existem proporções fixas entre as substâncias envolvidas em uma transformação química, utilizando o modelo de Dalton]

Turnos 404 – 434

Durante a exploração da biblioteca e do laboratório no RPG, os estudantes encontram pistas e registros que indicam a existência de proporções fixas entre substâncias, conforme explicado pelo modelo de Dalton. Ao confrontar o feiticeiro no final, os estudantes são desafiados a aplicar esse conceito para resolver problemas de maneira estratégica e eficaz. Eles percebem que a precisão na mistura de ingredientes e no uso adequado das informações coletadas é essencial para avançar na história, refletindo diretamente na compreensão das proporções em transformações químicas no contexto do jogo.

Turnos 469 – 479

Nessa parte, os estudantes discutem como os elementos se combinam em proporções fixas para formar compostos, usando símbolos e desenhos para entender como os átomos se organizam nas substâncias. Assim, os estudantes analisam como os dados experimentais de Dalton demonstram que os elementos se combinam em proporções fixas para formar compostos específicos. Isso é crucial para entender a estequiometria e a conservação de massa em reações químicas, fornecendo uma base sólida para entender como as substâncias são formadas e transformadas.

EXPERIÊNCIAS LÚDICAS

INTERAÇÃO

Turnos 219 – 246

A interação tem início com MD01 situando os jogadores no cenário, o que imediatamente provoca uma reação de um dos jogadores (G05), que questiona a repetição do cenário. Esta reação é significativa, pois mostra que os jogadores estão envolvidos e interessados na variedade das aventuras, o que pode ser uma indicação de que cenários repetitivos podem levar à desmotivação.

Ao longo da interação, os jogadores demonstram habilidades de pensamento crítico e resolução de problemas. Por exemplo, G05 sugere subir em uma árvore para obter uma melhor visão e encontrar o caminho seguro, uma ideia que é rapidamente apoiada por G02 que sugere procurar um rio. Essas sugestões indicam que os jogadores estão utilizando o conhecimento prévio e a lógica para resolver a situação apresentada.

Turnos 310 - 353

Os jogadores chegam à cidade de Linsmedar e buscam pistas conversando com os moradores. São direcionados à taverna, onde acreditam que obterão informações valiosas. Na taverna, os jogadores tentam interagir com os frequentadores, inicialmente sem sucesso. Mudam de abordagem e contam histórias para capturar a atenção dos presentes, o que resulta em uma dica sobre a localização de um mapa importante.

Turnos 358 - 432

O grupo decide se separar para explorar diferentes partes da cidade, com alguns indo ao castelo e outros investigando casas menores, mas acabam não encontrando nada significativo e se reúnem novamente no chafariz. Decidem ir para as ruínas fora da cidade, onde percebem que estão sendo seguidos pelo feiticeiro. Optam por se esconder e continuam a busca, entrando nas ruínas. Dentro das ruínas, encontram um laboratório com várias pistas e livros, incluindo um diário que descreve informações valiosas.

Turnos 435 - 457

A interação dos jogadores é notável desde a demonstração de preocupação imediata de G04, expressa em “Tamo lascado”, que sinaliza uma reação natural em situações de alta tensão, até a sugestão de G02 de guardar as pistas, evidenciando a preocupação com as informações já adquiridas. Destaca-se também o espírito de liderança de G01, que age de maneira calma e procura sempre a melhor solução. Entre as inúmeras interações dos jogadores, pode-se afirmar que o RPG simula situações complexas de resolução de problemas e tomada de decisão, ao mesmo tempo que promove habilidades de comunicação e colaboração entre os participantes.

Turnos 460 - 510

A interação destacada pelos jogadores demonstra uma compreensão gradual e colaborativa dos conceitos relacionados à estrutura dos átomos e compostos químicos, ilustrando os benefícios educacionais do RPG como ferramenta de aprendizado. Em todo momento, os jogadores fazem inferências a partir das pistas encontradas, relacionando essas informações com conhecimentos da vida real e aqueles adquiridos durante o jogo. Por exemplo, G01 explora inicialmente o diário de Thomson, explicando que os átomos são partículas minúsculas que não são criadas nem destruídas. Essa observação leva G03 a inferir que todas as coisas são formadas por átomos, o que representa uma compreensão fundamental da teoria atômica. O grupo também analisa os dados experimentais de Dalton, onde G01 interpreta corretamente que mudanças na quantidade de um elemento afetam a composição do composto formado. Isso leva à conclusão de que compostos diferentes

podem ser formados pelos mesmos elementos, mas em proporções distintas, conforme apontado por G02. Esta interação não apenas demonstra a aplicação prática dos conceitos aprendidos, mas também fortalece as habilidades de resolução de problemas e cooperação entre os personagens.

IMAGINAÇÃO

Turnos 248 – 294

A descrição da floresta como um lugar perigoso e cheio de armadilhas cria uma atmosfera de tensão e suspense. A floresta mágica, onde não se pode confiar em nada, aumenta o desafio e a necessidade de vigilância constante dos jogadores. O diálogo entre os jogadores e o MD01 sobre um barulhinho, seguido por um vulto, faz com que os jogadores imaginem inúmeras possibilidades de cenários seguintes. Nesse ínterim, há o desenvolvimento dos personagens, que contribuem para o grupo com suas próprias ideias e habilidades.

Turnos 300 – 349

A imaginação desempenha um papel crucial na narrativa do RPG, quando MD01 descreve a cidade como sendo mais desenvolvida do que a anterior, imediatamente oferece um novo cenário para os jogadores explorarem, estimulando a curiosidade e a criatividade. Os jogadores, através de seus personagens, tomam decisões baseadas na imaginação e na construção do mundo proporcionada por MD01. A cena na taverna, com os “burburinhos e muitas conversas”, acrescenta uma dimensão viva e dinâmica ao ambiente, oferecendo várias direções possíveis para a história. A interação do cavaleiro com os frequentadores do bar, tentando contar uma história para captar a atenção e obter informações, demonstra a utilização de habilidades narrativas e sociais, enquanto a troca pelo mapa da cidade mostra a importância da negociação e do uso estratégico de conhecimento prévio dentro do jogo. Esta troca só é possível devido à imaginação compartilhada entre os jogadores e MD01, que colaboram para criar uma experiência envolvente e contínua.

Turnos 353 – 378

A decisão de se separar para investigar diferentes áreas da cidade e a subsequente exploração de um castelo e de casas menores mostram a capacidade dos jogadores de imaginar diversos cenários e de tomar decisões estratégicas baseadas na descrição fornecida MD01. A imaginação é essencial quando os jogadores retornam ao ponto de encontro no chafariz e decidem explorar as ruínas fora da cidade. A habilidade de visualizar o que pode estar em uma ruína abandonada e a ideia de estarem sendo seguidos por um feiticeiro torna a cena ainda mais enigmática. Este elemento incentiva os jogadores a pensarem criativamente sobre como abordar a situação, seja confrontando o perseguidor ou seguindo-o discretamente.

Turnos 382 – 402

A descrição da ruína como um lugar de pedras fortes e cômodos intactos convida os jogadores a imaginarem um local cheio de mistérios e segredos a serem descobertos. A

descoberta de uma parede diferente e a decisão de empurrá-la para revelar um laboratório antigo é um exemplo claro de como a imaginação guia a narrativa, permitindo que os jogadores visualizem e interajam com o mundo fictício de maneira profunda e envolvente.

Turnos 404 – 436

A descrição do laboratório, com vidrarias limpas e intactas, sugere que o feiticeiro está usando o local. Os jogadores, ao explorar o laboratório, demonstram sua capacidade de imaginar diferentes cenários e possibilidades. Perguntam sobre restos de experimentos e livros, imaginando que poderiam encontrar pistas importantes sobre a magia e o mago Dalton. A descrição do livro enorme aberto em uma página que fala sobre o mago Dalton permite aos jogadores visualizarem e se engajarem com o conteúdo, tentando extrair informações importantes. A descoberta de que as pistas roubadas estão em cima da bancada gera uma sensação de urgência e perigo, estimulando a imaginação dos jogadores sobre a volta do feiticeiro. A ideia de que eles podem ser roubados novamente faz com que haja uma ação rápida, levando-os a vasculhar o laboratório e encontrar um diário e um protótipo com cargas.

Turnos 437 – 457

MD01 cria um clima de tensão ao introduzir o som de passos se aproximando, o que leva os jogadores a imaginarem várias possibilidades e cenários de fuga ou confronto. A resposta imediata de G04, “Tamo lascado”, é uma reação espontânea ao perigo percebido, mostrando como a imaginação pode gerar uma resposta emocional. G01, por outro lado, tenta manter a calma e busca por uma saída, utilizando a imaginação para pensar em estratégias que impediriam de serem pegos. A discussão sobre enfrentar ou não o feiticeiro revela diferentes abordagens e pensamentos estratégicos dos jogadores. Enquanto G04 sugere montar uma armadilha, demonstrando uma imaginação ativa e um desejo de confrontar o problema diretamente, G05 prefere evitar o confronto, preocupado com a possibilidade de serem roubados novamente, o que mostra uma imaginação voltada para a prevenção de riscos.

MD01 ao mencionar que os passos estão ficando mais próximos, a tensão aumenta, e a imaginação dos jogadores imaginam vários cenários. A decisão de se esconder atrás das estantes é uma tentativa de ganhar tempo e pensar em uma solução. A descoberta de uma passagem secreta na parede é um momento crítico onde a imaginação dos jogadores se alinha com a narrativa de MD01, permitindo uma solução criativa e inesperada para o dilema.

IMERSÃO

Turnos 219 – 266

A imersão começa com a descrição do ambiente da floresta e o objetivo de chegar à cidade de Linsmedar. MD01 reforça a sensação de incerteza e perigo, essa descrição contribui para que os jogadores imaginem vividamente o cenário e as possíveis ameaças. A decisão de G02 de investigar o barulho e a reação de G05 ao sugerir subir em um tronco são exemplos de como a narrativa afeta diretamente o comportamento dos jogadores,

aumentando a sensação de estarem realmente na floresta. A tensão aumenta quando MD01 descreve um vulto seguindo o grupo. As reações dos jogadores, como “Misericórdia” e “Ai minha pressão”, mostram como estão envolvidos emocionalmente na história. A escolha de preparar uma emboscada e a coordenação do plano demonstram uma profunda imersão, pois os jogadores estão pensando de forma estratégica dentro do contexto do jogo. Os detalhes sensoriais, como o “barulhinho” cada vez mais próximo, intensificam a imersão ao engajar os sentidos dos jogadores. Eles precisam usar a imaginação para visualizar e ouvir esses detalhes, o que os faz sentir mais presentes na narrativa.

Turnos 267 – 294

A imersão pode ser observada quando com MD01 informa aos jogadores que estão sendo seguidos, o que imediatamente cria um clima de alerta. As reações dos jogadores, como “Ah não!!!!” e “Eu disse pra gente não descer”, mostram que eles estão emocionalmente investidos na situação. Essas expressões de frustração e arrependimento indicam que os jogadores estão vivenciando a narrativa de forma intensa. A frustração expressa por G05 e sua fala sobre o Rio de Janeiro demonstra como os jogadores estão envolvidos e utilizando suas próprias referências para lidar com a tensão. A imersão é mantida quando MD01 introduz um novo problema: os jogadores caem na própria armadilha e são roubados pelo feiticeiro. Este desafio força os jogadores a pensarem criticamente e colaborar para encontrar uma solução. A descrição das ações físicas de cortar a corda da armadilha com um canivete, mostra como os estudantes estão imersos na história. Eles podem imaginar as ações que seus personagens estão realizando, o que aumenta a sensação de presença no cenário.

Turnos 320 – 352

O cenário da taverna é estabelecido com descrições que ajudam a criar uma atmosfera imersiva. Quando MD01 menciona “muitos burburinhos, muitas conversas”, faz com que os jogadores imaginem um lugar movimentado e cheio de vida, típico de uma taverna. A interação dos jogadores na taverna é um ponto central para a imersão. Quando G05 e G04 pedem uma dose, isso reflete ações típicas que alguém tomaria em uma taverna, criando uma sensação de autenticidade. As falas de G04 sobre precisar de um cavalo para ser um verdadeiro cavaleiro adicionam profundidade ao personagem, mostrando desejos e aspirações que podem ser explorados no jogo. Isso não só aumenta a imersão, mas também contribui para o desenvolvimento da narrativa, dando aos jogadores objetivos e motivações pessoais.

Turnos 354 – 379

A imersão é aprofundada por MD01 ao descrever os diferentes ambientes que os personagens encontram. A exploração do castelo por G04 e G05 e das casas menores por G01, G02 e G03 permite que cada jogador visualize e experimente partes distintas do mundo do jogo, aumentando a sensação de presença e envolvimento. A análise do mapa pelo grupo após o reencontro no chafariz demonstra um elemento chave de imersão: a tomada de decisões com base em informações coletadas. A revelação de que estão sendo seguidos e a subsequente decisão de confrontar o feiticeiro introduz uma tensão adicional

que aumenta a imersão. A necessidade de decidir rapidamente entre confrontar ou não o feiticeiro, e o fato de que ele está indo na mesma direção que eles, cria um dilema tenso que exige pensamento rápido e tomada de decisões imediatas, aspectos que envolvem profundamente os jogadores.

Turnos 382 – 403

A pergunta inicial de G01 sobre os restos de experimentos ressalta a curiosidade dos jogadores em relação ao mundo mágico e aos segredos que podem ser descobertos ali. A resposta de MD01, indicando a presença de muitos livros que tratam de magia, expande o horizonte do conhecimento disponível dentro do jogo, encorajando os jogadores a explorarem mais profundamente o ambiente. A menção de MD01 aos livros que falam sobre magia cria um ar de mistério e intriga, sugerindo que há conhecimentos antigos e poderosos à disposição dos jogadores, caso se aprofundem na leitura e pesquisa. Isso não só aumenta a curiosidade dos jogadores como incentiva-os a investigar e aprender mais sobre a história e os segredos.

Turnos 404 – 435

A imagem de um laboratório cheio de vidrarias limpas e intactas é vívida e detalhada, ajudando os jogadores a imaginarem o cenário de maneira clara e real. A persistência dos jogadores em procurar mais informações demonstra um engajamento contínuo com a história. A revelação das pistas roubadas conecta eventos passados com o presente, mantendo a narrativa coesa e envolvente. As perguntas dos jogadores sobre os restos de experimento e o conteúdo dos livros indicam um engajamento ativo com o cenário. Os jogadores continuam a procurar mais informações, demonstrando uma imersão contínua e um desejo de desvendar todos os segredos do laboratório. A necessidade de bolar um plano para evitar serem capturados novamente mostra que os jogadores estão profundamente envolvidos na narrativa e estão ativamente pensando em suas próximas ações.

Turnos 445 – 457

A troca de ideias entre os jogadores reflete um envolvimento profundo na situação. A menção do barulho de passos que se aproxima aumenta a tensão no ambiente. A resposta dos jogadores, de se esconderem atrás das estantes, demonstra uma reação instintiva ao perigo, refletindo um alto nível de imersão na narrativa. A descoberta de uma passagem secreta oferece uma nova direção e potencial escape. A resposta rápida e decisiva dos jogadores para abrir a passagem indica que eles estão profundamente envolvidos na exploração e na solução dos problemas. A descrição do movimento descendente através da passagem secreta até a biblioteca do feiticeiro cria uma sensação de progressão e descoberta. A transição suave para um novo local mantém a continuidade da imersão, permitindo que os jogadores se mantenham focados na narrativa sem interrupções.

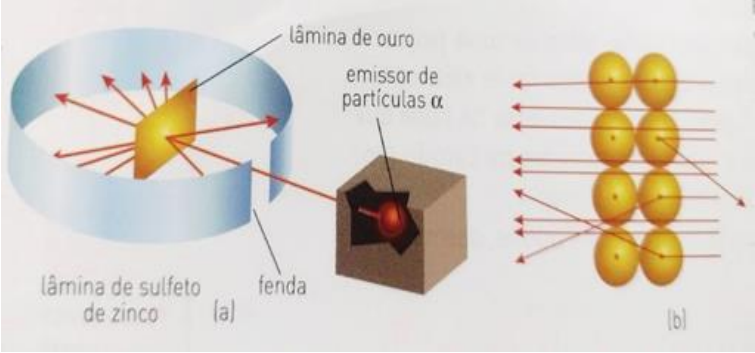
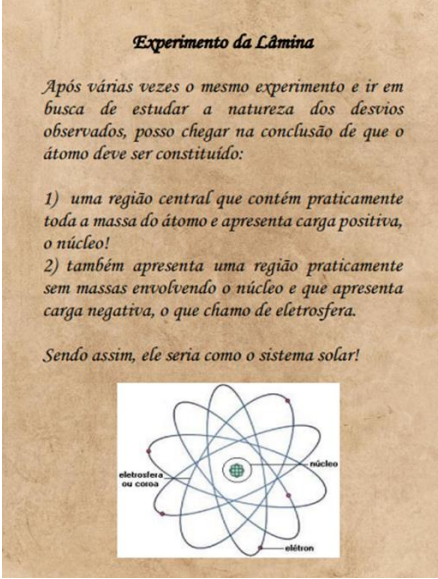
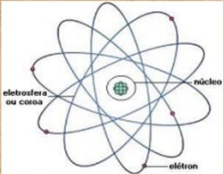
4.3.3 Análise do encontro IV

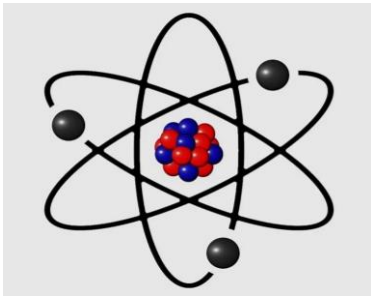
A seguir, apresentamos a transcrição do encontro IV para discutir as expectativas de aprendizagem vivenciadas durante o referido encontro:

LINHA	TRANSCRIÇÃO – ENCONTRO IV
511-512	MD01: “ <i>Vocês iniciam na saída de uma caverna que dá de frente para uma fonte na cidade de Araúna, cidade onde Rutherford nasceu</i> ”
513	G01: “ <i>Como é a cidade?</i> ”
514-515	MD01: “ <i>Bem desenvolvida e cheia de pessoas inteligentes e com magia. Estou vendo um sábio vindo em nossa direção querem conversar com ele?</i> ”
516	G04: “ <i>Bora, bora interagir</i> ”
517-518	MD01: “ <i>Que satisfação poder conhecer vocês, sou um velho sábio e reconheço que vocês veem de longe e estão em busca da magia Atomus!</i> ”
519-520	G02: “ <i>Então velho sábio, você sabe onde está o laboratório do grande bruxo Rutherford?</i> ”
521-523	MD01: “ <i>Hum, logo reconheci que não eram daqui e ainda andando perto da fonte e fazendo esses tipos de pergunta. Mas então me digam vocês vieram da biblioteca subterrânea do feiticeiro Thomson?</i> ”
524	G03: “ <i>Então, então</i> ”
525	G02: “ <i>Isso mesmo</i> ”
526	G05: “ <i>Como ele sabe?</i> ”
527-529	MD01: “ <i>Eu sou um velho sábio jovem aventureiro. Quando eu era jovem também tentei encontrar o Reino perdido, mas nunca fui honrado para isso. Mas posso ajudar vocês</i> ”
530	G05: “ <i>Se o sábio não foi, imagine a gente</i> ”
531	MD01: “ <i>Vocês são honrados</i> ”
532	G05: “ <i>Já sei a gente chama ele pro nosso grupo</i> ”
533	G01: “ <i>Não pode</i> ”
534	MD01: “ <i>Você tem algo a me perguntar?</i> ”
535	G01: “ <i>Onde fica a sede de Bohr?</i> ”
536-537	MD01: “ <i>Hum, não sei, mas vocês podem encontrar pistas aqui na cidade de Rutherford</i> ”
538	G03: “ <i>Está certo!</i> ”
539-542	MD01: “ <i>A antiga fortaleza do bruxo Rutherford é o lugar que vocês devem visitar. Mas vocês devem ter muito cuidado! Essa cidade pode ser muito enigmática</i> ” (logo em seguida o sábio some)
543	G01: “ <i>Conseguimos ver onde está a fortaleza de Rutherford?</i> ”
544-545	MD01: “ <i>Não, mas tem muitas árvores que você pode subir se quiser, quer subir?</i> ”
546	G04: “ <i>Não, não, não</i> ”
547	G05: “ <i>Bora, bora, bora</i> ”

548	G03: “ <i>Tu [cavaleiro] vai na frente</i> ”
549	G04: “ <i>Eu não, vocês vão na frente</i> ”
550	MD01: “ <i>Vocês não têm mapa da cidade</i> ”
551	G03: “ <i>Eu não tenho mapa dos cantos e ando, vamos embora</i> ”
552	G01: “ <i>Tem alguma taverna por perto?</i> ”
553	MD01: “ <i>Então, tem uma taverna</i> ”
554	G05: “ <i>Pensando em beber essa hora?</i> ”
555	G01: “ <i>Vamos lá procurar informação</i> ”
556	MD01: “ <i>Vai mesmo para a taverna?</i> ”
557	G01: “ <i>Vamos sim</i> ”
558	<u>(Vão em direção a taverna mais próxima)</u>
559	G04: “[...] <i>assobiando</i> ”
560	G05: “ <i>Uma dose</i> ”
561	G01: “ <i>E um mapa da cidade</i> ”
562	MD01: “ <i>Mapa da cidade?</i> ”
563	G01: “ <i>É</i> ”
564	MD01: “ <i>Aqui não tem mapa da cidade, aqui você só encontra bebida</i> ”
565	G04: “ <i>Então me dê uma dose mesmo</i> ”
566	G03: “ <i>Esse “frebento” só vai beber</i> ”
567	G01: “ <i>Outra dose e onde vende mapa por aqui?</i> ”
568-569	MD01: “ <i>Então na cidade você pode encontrar mapa nas bibliotecas, se vocês quiserem ir lá... Agora tem um problema</i> ”
570	G01: “ <i>Hum, qual?</i> ”
571-572	MD01: “ <i>Pra chegar na biblioteca você precisa saber onde ela é e eu não sei onde ela fica exatamente</i> ”
573	G04: “ <i>E o tira-gosto acabou foi?</i> ”
574	MD01: “ <i>Você vai ter que procurar por aí, essa cidade é grande</i> ”
575	G04: “ <i>Quem vai na frente?</i> ”
576	G03: “ <i>Vai tu</i> ”
577	MD01: “ <i>E aí vocês saem da taverna para ir aonde?</i> ”
578	G02: “ <i>Vamos perguntar aos moradores onde fica a biblioteca</i> ”
579-580	MD01: “ <i>Vocês estão andando, andando e encontram um morador da cidade, o que fazem?</i> ”
581	G03: “ <i>Onde tem uma biblioteca?</i> ”
582	MD01: “ <i>Pra quê vocês querem uma biblioteca?</i> ”
583	G02: “ <i>Pra achar um mapa</i> ”
584	MD01: “ <i>Um mapa? Pra que vocês querem um mapa?</i> ”
585	G03: “ <i>Pra gente vê a cidade</i> ”
586-587	MD01: “ <i>Ôh, vocês podem ir andando nessa rua adiante e umas três ruas pra frente dobrando a esquina à direita, vocês vão encontrar lá a biblioteca</i> ”
588	G04: “ <i>Então vamos simhora</i> ”
589-590	MD01: “ <i>Vocês vão andando seguindo as instruções do morador e encontram a</i> ”

	<i>biblioteca. O que fazem em seguida?"</i>
591	G03 e G04: "Descansar"
592	G04: "Estamos cansados"
593	G01: "Tem algum mapa?"
594	MD01: "Existem vários mapas aqui, qual exatamente você procura?"
595	G01: "Da cidade"
596	MD01: "Infelizmente esse mapa não pode ser consultado, mas para onde vocês querem ir?"
597	G01: "Procuramos informações sobre a fortaleza de Rutherford"
598-599	MD01: "Ah, existe uma fortaleza, mas fica muito distante daqui, fica na direção sul"
600	G01: "Então vamos"
601	G02: "Bora"
602	(Saem em direção sul depois de andarem 2Km, chegam perto de um morro)
603	G01: "Um morro, vamos subir?"
604	G03: "Vamos, vai que lá de cima dê pra ver melhor?"
605	G04: "Bora"
606-607	MD01: "Vocês sobem no morro e vê de longe uma fortaleza, mas pra chegar até ela tem que passar por um bosque e um vale, o que fazem?"
608	G05: "A gente vai"
609	MD01: "Vocês vão mesmo?"
610	G01, G02, G03 e G04: "Sim!!!"
611	(Após andarem por um período eles chegam em frente à fortaleza)
612	MD01: "Vocês chegaram na frente da fortaleza, o que fazem?"
613	G01: "Entra"
614	G02: "Vamos explorar"
615	G01: "Isso, vamos procurar alguma, alguma pista"
616	MD01: "Por onde iram começar?"
617	G03: "Pelo hall principal"
618	MD01: "Hall principal?"
619	G03: "Isso"
620-621	MD01: "Vocês percebem que não tem nada demais, é só uma fortaleza antiga e abandonada. Vocês vão adentrar para conhecer melhor?"
622	G01: "Vamos sim"
623	G02: "Vamos buscar logo o laboratório"
624	MD01: "Vocês podem tentar abrir as várias portas"
625	(Começam a abrir todas as portas até que encontram o laboratório)
626	G01: "Vamos entrar"
627	G02: "Qual é o tamanho dele?"
628-629	MD01: "Ele é enorme, muito espaçoso e é cheio de vidrarias, livros e experimentos"
630	G01: "Que experimento?"

631-632	MD01: “Esse” 
633	G01: “Ele emite alguma coisa agora?”
634	MD01: “Não, ele não tem emissão”
635	G02: “Ele é perigoso?”
636	MD01: “Não. O que vão fazer com o experimento?”
637	G01: “A gente fica com ele, né”
638	G03: “Pode procurar mais pistas?”
639	MD01: “Sim”
640	G05: “Tem como ativar o experimento?”
641	MD01: “Não sei, talvez”
642	G01: “Vamos procurar mais pista, então”
643	MD01: “Vocês querem buscar mais informações sobre o experimento?”
644	G01 e G02: “Sim”
645	G01: “Uns nos livros, outros nas estantes”
646	MD01: “Existe uma prateleira enorme cheia de livros”
647	G01: “Tem algum livro próximo ao experimento?”
648	MD01: “Sim”
649	G01: “Então queremos ver”
650-651	MD01: “Vocês encontram uma explicação sobre o experimento”  Experimento da Lâmina Após várias vezes o mesmo experimento e ir em busca de estudar a natureza dos desvios observados, posso chegar na conclusão de que o átomo deve ser constituído: 1) uma região central que contém praticamente toda a massa do átomo e apresenta carga positiva, o núcleo! 2) também apresenta uma região praticamente sem massas envolvendo o núcleo e que apresenta carga negativa, o que chamo de eletrosfera. Sendó assim, ele seria como o sistema solar! 
652	G04: “Ler aí G01 [contador de história]”
653	(G01 faz a leitura)

654	G01: “Então o átomo era como um sistema solar?”
655	MD01: “Sim”
656	G01: “São os elétrons de Thomson, professora?”
657	MD01: “Exatamente, são esses que ele descobriu”
658	G02: “Mas agora tem positivo”
659-660	MD01: “Sim, são os prótons. Os elétrons ficam na eletrosfera e os prótons no núcleo”
661	G05: “Que difícil”
662	G01: “Mas dá para entender”
663	MD01: “Alguma dúvida?”
664	G01: “Ainda restam pistas aqui no laboratório?”
665	MD01: “Pode ser que sim”
666	G01: “Então vamos procurar”
667	G02: “Em cima da bancada tem algum protótipo também?”
668-669	MD01: “Sim, aqui”
	
670	G01: “Interessante”
671	MD01: “O que vocês fazem com essas informações?”
672	G05: “Ainda tem mais pistas?”
673	MD01: “Possivelmente sim”
674	G05: “Então vamos”
675	G01: “Tem algum lugar mais pessoal dele?”
676	MD01: “Tem o antigo escritório dele”
677	G01: “Bora pra lá”
678	(Vão em direção ao escritório)
679	MD01: “O escritório é cheio de livro pessoal”
680	G01: “Podemos folhear?”
681	MD01: “Sim”
682	(Após um tempo não encontram nada)
683	MD01: “E agora?”
684	G04: “Vamos abrir as gavetas da mesa dele”
685	MD01: “Abrir as gavetas?”
686	G04: “É”
687	MD01: “Vocês abrem as gavetas e em uma delas acham um enigma”
688	G04: “Ixiiii”
689-692	(MD01 faz a leitura do enigma)

	<i>“Aos aventureiros que aqui ousaram pisar, digo-lhes que, apenas um desafio poderá daqui os tirar. Às vezes sou pequeno e maciço, às vezes carregado e oco, mas não se engane, sou real! O que eu sou?”</i>
693	G01, G02, G03: <i>“É átomo, tem nem como errar”</i>
694-695	<i>(Ao falarem a resposta caiu um livro da prateleira e apareceu um portal)</i> 
696	G04: <i>“Misericórdia”</i>
697	G05: <i>“Magia negra”</i>
698	MD01: <i>“Vocês se recordam da fonte do começo?”</i>
699	G3: <i>“Sim”</i>
700	MD01: <i>“Esse portal fica em frente a essa fonte”</i>
701	G01: <i>“Precisamos voltar pra lá?”</i>
702	MD01: <i>“Sim”</i>
703	<i>(Fazem todo o percurso de volta)</i>
704	MD01: <i>“Ao chegarem na fonte não conseguem abrir o portal”</i>
705	G01: <i>“E agora?”</i>
706	G03: <i>“Será que ela tem alguma chave?”</i>
707	G02: <i>“Vamos olhar”</i>
708	G01: <i>“O que é isso?”</i>
709-711	MD01: <i>“É uma inscrição que fala: Aqueles que buscam a fonte da magia, deixem seus medos aqui e entrem ou entrem com seus medos e surpreendam-se.”</i>
712	<i>(todos pulam na fonte)</i>

O Quadro 23, a seguir, apresenta as discussões das Experiências Lúdicas baseadas nas Expectativas de Aprendizagem, seguidas pelas discussões referentes às Experiências Lúdicas no contexto do encontro IV:

Quadro 23: Discussão do Encontro IV.

DESAFIO DO JOGO	MODELO ATÔMICO	APRESENTAÇÃO NO JOGO
Buscar mais pistas sobre a magia e tentar solucionar para que servia o experimento realizado por Rutherford.	Rutherford	Experimento de Rutherford, conclusão do experimento (EA110) e enigma e o protótipo de seu modelo (EA107)
EXPERIÊNCIAS EDUCATIVAS		
EA107 [Caracterizar por meio de símbolos os modelos atômicos de Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr] Turnos 612-672 Durante a exploração da fortaleza de Rutherford, os estudantes se deparam com livros e experimentos que explicam diferentes modelos atômicos. Eles encontram descrições detalhadas dos modelos de Dalton, Tomson e Rutherford, e discutem esses conceitos entre si. Turnos 628-651 Os estudantes aplicam modelos atômicos para explicar fenômenos físicos e químicos durante a exploração do laboratório de Rutherford. Eles investigam um experimento que não emite nada no momento, levando-os a discutir sobre a emissão de luz e outras propriedades dos átomos. A narrativa de RPG também aborda a importância das proporções fixas entre substâncias em transformações químicas. Ao buscarem informações sobre os experimentos no laboratório de Rutherford, os estudantes discutem os modelos atômicos e como diferentes átomos se combinam em proporções específicas. A referência ao modelo de Dalton é implícita quando eles encontram explicações sobre os experimentos e começam a entender a importância das proporções fixas nas reações químicas. Essa parte da vivência reforça o conceito de que as transformações químicas seguem proporções definidas, conforme descrito pelo modelo de Dalton. Durante a exploração do laboratório de Rutherford, os estudantes encontram livros e experimentos que descrevem os modelos atômicos. Ao lerem sobre os modelos, eles começam a discutir e caracterizar cada um deles. Por exemplo, ao descobrirem que o átomo era comparado a um sistema solar, eles associam isso ao modelo de Bohr, onde os elétrons orbitam em torno do núcleo. Turnos 654-660 Há uma referência direta ao modelo de Thomson com a descoberta dos elétrons e a introdução dos prótons, exemplificando a caracterização dos modelos atômicos. Essa parte da narrativa ajuda a ilustrar como os modelos atômicos evoluíram ao longo do		

tempo e como cada um contribuiu para a compreensão atual da estrutura atômica. Ao mencionarem os elétrons de Thomson e os prótons no núcleo, eles aplicam esses modelos para entender fenômenos como a condução de corrente elétrica e a conservação de massa. A discussão sobre a estrutura atômica e suas propriedades demonstra como os estudantes estão utilizando os modelos atômicos para explicar fenômenos observados. A referência aos elétrons de Thomson e aos prótons no núcleo reforça a caracterização dos modelos de Thomson e Rutherford, respectivamente. A discussão dos estudantes sobre esses modelos demonstra a construção de conceitos científicos de forma colaborativa e contextualizada, utilizando a narrativa do RPG como meio para aprofundar a compreensão teórica.

Turnos 511-712

Os estudantes têm uma vivência imersiva em um RPG onde encontram várias oportunidades para explorar e caracterizar os modelos atômicos de Dalton, Thomson e Rutherford. A narrativa começa com a introdução da cidade de Araúna, lar de Rutherford, onde o grupo de estudantes encontra um sábio que os orienta sobre a busca pela magia Atomus. Essa busca simbólica representa a investigação científica e a curiosidade que impulsionou os cientistas a desenvolverem diferentes modelos atômicos. A viagem para a fortaleza de Rutherford cria um cenário propício para discutir esses modelos, visto que Rutherford fez importantes descobertas sobre a estrutura atômica. A resolução de problemas é um elemento central na narrativa do RPG, e isso se manifesta na maneira como os estudantes aplicam os modelos atômicos para entender os experimentos e fenômenos descritos no laboratório. Por exemplo, ao investigarem se o experimento emite algo, os estudantes utilizam seus conhecimentos sobre a emissão de luz e a estrutura atômica para chegar a conclusões. Essa abordagem prática e investigativa, típica dos jogos de RPG, permite que os estudantes resolvam problemas científicos complexos de maneira interativa. A exploração do laboratório e a busca por pistas adicionais reforçam a importância da investigação e da aplicação prática dos conceitos teóricos.

Turnos 688-695

Os elementos do RPG, como a interação com personagens, a busca por pistas e a resolução de enigmas, criam um ambiente de aprendizagem engajante e dinâmico. A figura do velho sábio, por exemplo, atua como um mentor que guia os estudantes na descoberta dos modelos atômicos. A busca pela fortaleza de Rutherford e a exploração do laboratório oferecem uma estrutura narrativa que mantém os estudantes envolvidos enquanto eles aprendem. Ao encontrarem e resolverem o enigma, os estudantes aplicam os conhecimentos adquiridos sobre os modelos atômicos de forma prática e significativa. Isso ilustra como os elementos do RPG podem ser eficazmente integrados ao ensino de conceitos científicos, promovendo uma aprendizagem ativa.

EXPERIÊNCIAS LÚDICAS

INTERAÇÃO

Turnos 511 - 512

A interação inicia-se com a mediadora do jogo (MD01) descrevendo a cidade de Araúna, local de origem do personagem Rutherford. Este início estabelece um cenário que facilita a interação. A descrição detalhada é importante para criar uma base sólida para as interações seguintes, preparando os estudantes para se envolverem com o ambiente e os personagens.

Turnos 516 - 518:

Quando os estudantes decidem interagir com o sábio, o diálogo começa a fluir, demonstrando a importância da interação na construção da narrativa. O entusiasmo de G04 ao dizer “Bora, bora interagir” e a resposta de MD01, “Que satisfação poder conhecer vocês,” promovem uma dinâmica colaborativa onde os estudantes aprendem a fazer perguntas, ouvir respostas e utilizar essas informações para avançar na história. Essa interação promove habilidades de comunicação e cooperação essenciais no aprendizado.

Turnos 529 - 531:

A conversa entre o sábio e G05 sobre a honra e a busca pelo Reino perdido adiciona mais camada de profundidade à narrativa, incentivando os estudantes a refletirem sobre suas capacidades e motivações. G05 expressa ceticismo sobre suas chances de sucesso, e o sábio responde positivamente, reforçando a confiança do grupo. Esta interação não só enriquece a história, mas também ajuda os estudantes a desenvolverem uma mentalidade de crescimento e a valorizarem o apoio entre si.

Turnos 558 - 560:

A decisão de ir à taverna em busca de informações ilustra uma forma prática de interação, onde os jogadores exploram o ambiente do jogo para obter pistas e recursos. A pergunta de G01 sobre a existência de uma taverna e a confirmação de MD01 direcionam o grupo para um novo cenário onde podem continuar a explorar e interagir. Esta fase do jogo destaca a importância da proatividade e da estratégia na resolução de problemas, habilidades valiosas tanto no jogo quanto na vida real.

Turnos 578 - 580:

Ao encontrarem um morador da cidade e perguntarem sobre a biblioteca, os estudantes estão praticando habilidades de comunicação e negociação. A resposta do morador e as direções fornecidas por ele mostram como as interações podem ser usadas para obter informações úteis e avançar na história. Esse tipo de interação reforça a importância de fazer perguntas claras e ouvir atentamente as respostas, habilidades importantes para a aprendizagem e a vida cotidiana.

Turnos 617 - 622:

A exploração do hall principal da fortaleza e a decisão de adentrar para conhecer melhor o local exemplificam como a interação pode ser utilizada para tomar decisões em grupo e

resolver problemas. Os estudantes discutem suas opções e chegam a um consenso sobre o que fazer, mostrando a importância do trabalho em equipe e da colaboração. Esta interação não só avança a narrativa, mas também promove habilidades de liderança e cooperação entre os jogadores.

IMAGINAÇÃO

Turnos 514 - 515:

A descrição de Araúna como uma cidade bem desenvolvida e cheia de magia estimula a imaginação dos estudantes, permitindo-lhes visualizar um ambiente vibrante e cheio de possibilidades. Este exercício de imaginação ajuda a tornar o cenário do jogo mais vívido e envolvente, facilitando a imersão dos estudantes na narrativa. A imaginação desempenha um papel crucial na aprendizagem, pois permite que os estudantes conectem conceitos abstratos a experiências concretas.

Turnos 539 - 542:

A descrição da antiga fortaleza de Rutherford como um lugar enigmático e perigoso intensifica a imaginação dos jogadores, que precisam considerar os desafios que podem enfrentar ao explorar esse local. Este tipo de descrição detalhada incentiva os estudantes a pensarem de forma criativa sobre como abordar a exploração e a resolução de problemas, habilidades importantes tanto no jogo quanto na vida real.

Turnos 629 - 632:

A descrição do laboratório como um espaço enorme, cheio de vidrarias, livros e experimentos, fornece aos estudantes uma imagem rica e detalhada do ambiente em que estão inseridos. Esta visualização ajuda a tornar os conceitos científicos mais concretos e acessíveis, facilitando a compreensão e a retenção do conhecimento. A imaginação aqui é usada para transformar um ambiente fictício em uma experiência de aprendizagem tangível e relevante.

Turnos 652 - 656:

A leitura e discussão sobre o modelo atômico de Thomson, comparando-o a um sistema solar, exemplificam como a imaginação pode ajudar a compreender conceitos científicos complexos. G01 e MD01 utilizam metáforas e analogias para tornar o conceito mais acessível, permitindo que os estudantes visualizem o átomo de uma forma mais concreta. Este uso da imaginação facilita a compreensão e o entendimento dos conceitos científicos.

Turnos 673 - 677:

A exploração do escritório do sábio, cheia de livros e possíveis pistas, estimula a imaginação dos estudantes enquanto eles procuram por mais informações e recursos. Este cenário permite que os estudantes explorem livremente, criando suas próprias histórias e interpretações dentro do contexto do jogo. A imaginação aqui é usada para promover a exploração independente e a descoberta, habilidades valiosas para o aprendizado.

contínuo.

Turnos 688 - 692:

O enigma encontrado na gaveta do escritório do sábio desafia os jogadores a usar sua imaginação e habilidades de resolução de problemas para descobrir a resposta. Este momento destaca como a imaginação pode ser usada para engajar os estudantes em atividades cognitivas complexas e significativas. Resolver enigmas e mistérios exige que os estudantes pensem de forma criativa e lógica, promovendo o desenvolvimento de habilidades críticas de pensamento.

IMERSÃO

Turnos 511 - 512:

A entrada na cidade de Arauna já cria uma sensação de imersão, transportando os estudantes para um mundo fictício onde eles podem explorar e interagir livremente. Este início de cenário ajuda a estabelecer uma conexão emocional com o ambiente do jogo, tornando a experiência mais envolvente e significativa. A imersão é fundamental para o engajamento dos estudantes, pois permite que eles se sintam parte ativa da narrativa.

Turnos 593 - 594:

A busca por um mapa na biblioteca e a resposta negativa do mestre do jogo reforçam a imersão dos estudantes no mundo do jogo. Eles precisam lidar com a falta de informações e explorar a cidade por conta própria, aumentando a sensação de estar realmente dentro do jogo. Este tipo de desafio promove a resiliência e a adaptabilidade, habilidades importantes tanto no jogo quanto na vida real.

Turnos 601 - 607:

A caminhada pelo bosque do vale até a fortaleza, e a visão da fortaleza ao longe, contribuem para a imersão dos estudantes na narrativa do jogo. Eles podem visualizar a jornada e sentir a progressão na história, o que aumenta o engajamento e a motivação para continuar explorando. A imersão aqui é usada para criar uma experiência de aprendizagem contínua e integrada, onde cada etapa da jornada contribui para o desenvolvimento dos estudantes.

Turnos 617 - 622:

A exploração do hall principal da fortaleza e a decisão de adentrar para conhecer melhor o local mostram como os estudantes estão imersos na experiência de jogo. Eles estão ativamente participando e tomando decisões que afetam o desenrolar da narrativa, demonstrando um alto nível de engajamento e envolvimento. A imersão permite que os estudantes se concentrem totalmente na atividade, promovendo uma aprendizagem mais profunda e significativa.

Turnos 687 - 692:

A descoberta do enigma no escritório do sábio e a resolução do mistério que leva à

abertura de um portal são momentos de alta imersão que prendem a atenção dos estudantes e os mantêm envolvidos na narrativa. Esses momentos culminantes demonstram como a imersão pode ser usada para criar pontos de inflexão emocionantes e significativos na história, promovendo uma experiência de aprendizagem dinâmica e envolvente.

Turnos 700 - 712:

O retorno à fonte e a tentativa de abrir o portal completam a jornada dos estudantes, envolvendo-os completamente na história. A inscrição enigmática na fonte e a decisão de pular nela finalizam a imersão dos jogadores, deixando-os ansiosos para descobrir o que vem a seguir. Este momento culminante reforça a importância da imersão na criação de uma experiência de aprendizagem memorável e impactante.

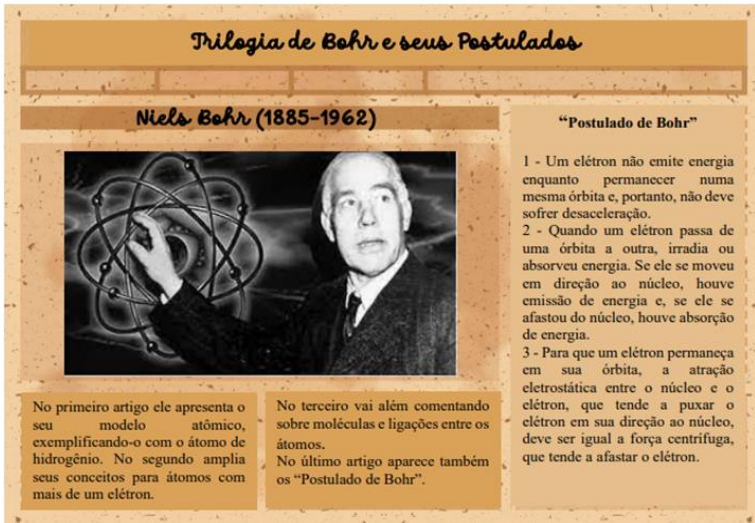
Fonte: Dados da Pesquisa (2023).

4.3.4 Análise do encontro V

A seguir, apresentamos a transcrição do encontro V para discutir as expectativas de aprendizagem vivenciadas durante o referido encontro:

LINHA	TRANSCRIÇÃO – ENCONTRO V
713	<u>(a aventura tem início na entrada do Reino de Bohr)</u>
714-717	MD01: <i>Saudações, aventureiros. Vocês conseguiram! São os primeiros a chegarem ao Reino de Bohr desde o último acontecimentos. Aqui existe um vasto conhecimento pesquisado por muitos antes de nós existirmos! O que vocês buscavam em sua jornada?"</i>
718	G01: <i>"A tava procurando o reino de Bohr"</i>
719	MD01: <i>"Ah! Vocês estão em busca da poderosa Magia Atomus?"</i>
720	G04 e G05: <i>"Sim!!!"</i>
721	G03: <i>"A gente andou não sei quantos quilômetros pra chegar aqui"</i>
722	G04: <i>"Enfrentamos riacho, caverna, a gente foi roubado"</i>
723-725	MD01: <i>"Mas infelizmente não posso ajudar vocês a encontrar ela! Mas posso dizer informar onde vocês podem encontrar informações! Vocês já têm um lugar específico para visitar?"</i>
726	G01: <i>"Biblioteca"</i>
727	MD01: <i>"Biblioteca?"</i>
728	G01: <i>"Sim"</i>
729-730	MD01: <i>"Vocês podem começar na biblioteca de nossa vila M, pois ela fica mais próxima ao castelo que Bohr morava"</i>
731	G01, G04 e G05: <i>"M?"</i>
732	MD01: <i>"Isso, vila M, no Reino de Bohr é dividido em camadas, então"</i>
733	G01: <i>"Divididos em camadas?"</i>
734-735	MD01: <i>"Isso, em camadas vê que interessante. Agora vocês precisam ir à vila M, pois é mais próximo de onde Bohr morava, vamos lá!"</i>

736	(<u>todos caminham em direção à biblioteca</u>)
737-738	MD01: “Boa Sorte aventureiros! Que vocês consigam desvendar todos os mistérios”
739	G01 e G02: “Obrigada”
740	MD01: “Vocês chegam até a biblioteca. O que fazem?”
741	G01: “Pedimos ajuda”
742	MD01: “Vocês podem pedir ajuda ao sacerdote que está próximo”
743	G04: “Tem livro que fale sobre a magia Atomus?”
744-745	MD01: “Bom eu não sei se existe um livro específico sobre a Magia Atomus, mas tem livros aqui que podem ajudar vocês sobre a magia”
746	G03: “Então queremos ver”
747	MD01: “Vamos lá”
748	(<u>caminham em direção às estantes</u>)
749-750	MD01: “É aqui, fiquem a vontade, mas tomem muito cuidado com esses livros e lembrem-se nem tudo o que é esquecido precisa ser lembrado”
751	G04: “Que filosófico”
752	G05: “Também achei”
753-754	MD01: “Vocês precisam lembrar do enredo do jogo” (<u>faz a leitura da parte final do enredo do jogo</u>)
755	G01: “Então o meio seria o castelo de Bohr?”
756	MD01: “Exatamente e as camadas as vilas”
757	G02: “E o que é esses pontos?”
758	MD01: “Os pontos luminosos?”
759	G02: “É”
760-762	MD01: “Os moradores daqui quando viajam para as vilas mais externas absorvem pontos luminosos e quando eles voltam para sua vila de origem liberam em forma de luz ou calor a mesma quantidade absorvida”
763	G01: “Porque?”
764-767	MD01: “Para manter o equilíbrio no reino e não acontecer nenhum acidente, porque cada camada só comporta uma certa quantidade de pessoas podemos observar isso daquela janela” (<u>aponta para uma janela</u>)
768	G02, G04 e G05: “Bora, bora ver”
769	MD01: “Vocês estão na janela observando, vocês observam que um morador está saindo da vila L para a nossa que é a M?”
770	G01: “Sim”
771-772	MD01: “Então ele não pode morar lá para sempre, porque ele pertence a outra vila”
773	G01: “Então é só momentâneo?”
774-775	MD01: “Sim, se vocês observarem bem tudo aqui tem uma lógica e tudo é bem determinado, vamos continuar olhando”
776	(<u>ficam observando o movimento de ir e vir dos moradores</u>)
777-	MD01: “Observem que só são emitidas radiações de certos tamanhos ou de certas

779	<i>frequências bem determinadas, e não de quaisquer valores, percebam também que as cores variam, assim como nos fogos de artifícios”</i>
780	G01: “Ahhh”
781	G02: “Então nada é por acaso”
782	MD01: “Não, não é”
783	G01: “A gente pode explorar mais?”
784	MD01: “Sim”
785	G01: “Queremos ver os livros”
786	G05: “É isso mesmo”
787-788	MD01: “Vocês andam e andam pela biblioteca e encontram a sessão de livros proibidos”
789	G04: “É esse mesmo que a gente vai, que a gente gosta dos proibidos”
790	MD01: “Vocês encontram um livro com uma capa que lembra bem a magia de Rutherford”
791	G01: “Eu quero abrir esse livro”
792	G04: “Eu vou abrir, eu sou o cavaleiro”
793-794	MD01: “Vocês começam a folhear o livro e percebem que nele tem uma linha evolutiva de como a magia Atomus foi sendo descoberta”
795	G01: “São iguais aos protótipos que a gente encontrou”
796	MD01: “Exatamente, bem colocado”
797	G02: “O que tem mais nesse livro?”
798-799	MD01: “Vocês continuam folheando até que cai uma folha”
	 Trilogia de Bohr e seus Postulados Niels Bohr (1885-1962) No primeiro artigo ele apresenta o seu modelo atômico, exemplificando-o com o átomo de hidrogênio. No segundo amplia seus conceitos para átomos com mais de um elétron. No terceiro vai além comentando sobre moléculas e ligações entre os átomos. No último artigo aparece também os “Postulado de Bohr”. “Postulado de Bohr” 1 - Um elétron não emite energia enquanto permanecer numa mesma órbita e, portanto, não deve sofrer desaceleração. 2 - Quando um elétron passa de uma órbita a outra, irradia ou absorve energia. Se ele se moveu em direção ao núcleo, houve emissão de energia e, se ele se afastou do núcleo, houve absorção de energia. 3 - Para que um elétron permaneça em sua órbita, a atração eletrostática entre o núcleo e o elétron, que tende a puxar o elétron em sua direção ao núcleo, deve ser igual a força centrífuga, que tende a afastar o elétron.
800	G01: “O que é isso?”
801	G05: “Bora ler”
802	G01: “Aqui fala que são os postulados de Bohr”
803	G03: “E o que é isso?”
804	G01: “Vamos ler”
805	(fazem a leitura da trilogia e seus postulados)
806	G01: “Olha, os postulados é como o reino é construído”
807	G03: “Como assim?”

808-809	G01: “Vê só, se o elétron tá lá sem mexer com ele, ele não faz nada, né professora?”
810	MD01: “Isso mesmo, se ele não sair de sua órbita ele não muda nada”
811	G03: “Ah, tá”
812-813	MD01: “E se ele se mover vai haver a absorção e depois a emissão dessa energia ganha”
814	G03: “Então ele tem que perder sempre?”
815	MD01: “Se houver ganho de energia, sim”
816	G01: “Entendi, se ganhou vai perder depois”
817	MD01: “O que vocês vão fazer diante de tanta informação?”
818	G01: “É muita informação, mas tem mais?”
819-820	MD01: “O conhecimento sobre o átomo é muito vasto e vocês podem ficar por aqui e explorar ainda mais”
821	G02: “Então a magia não é ruim?”
822	MD01: “Não, pelo contrário”
823	G04: “E porque é tudo escondido?”
824-825	MD01: “Todo conhecimento quando usado de forma errada pode causar coisas ruins”
826	(os aventureiros refletem sobre)
827	MD01: “E agora o que farão?”
828	G01: “Eu ficarei aqui e vou estudar mais sobre o Atomus”
829	(demais decidem a mesma coisa)

O Quadro 24, a seguir, apresenta as discussões das Experiências Lúdicas baseadas nas Expectativas de Aprendizagem, seguidas pelas discussões referentes às Experiências Lúdicas no contexto do encontro V:

Quadro 24: Discussão do Encontro V.

DESAFIO DO JOGO	MODELO ATÔMICO	APRESENTAÇÃO NA AVENTURA
Desvendar o que é a magia Atomus com base em todas as pistas encontradas durante a vivência da aventura.	Bohr	Chegada no reino de Bohr e descoberta do que é a magia Atomus (EA107) / (EA110).
EXPERIÊNCIAS EDUCATIVAS		
EA107 [Caracterizar por meio de símbolos os modelos atômicos de Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr]		

Turnos 687 – 792

O enigma encontrado no escritório do castelo é outro exemplo claro de como a resolução de problemas é integrada na narrativa, incentivando os estudantes a usarem lógica e conhecimento científico para superar obstáculos.

Turnos 719 - 717

A introdução do Reino de Bohr no início da aventura já estabelece uma ligação direta com o modelo atômico de Bohr. A narrativa utiliza a imaginação do reino dividido em camadas para explicar a estrutura dos níveis de energia dos elétrons em um átomo, um conceito central no modelo de Niels Bohr.

Turnos 726 – 750

Os estudantes, ao participarem dessa aventura, constroem conceitos importantes de química de maneira contextualizada e significativa. A metáfora das vilas e camadas ajuda a internalizar a ideia de níveis de energia nos átomos. A aventura está repleta de momentos que exigem resolução de problemas dos estudantes. Desde a busca inicial por informações na biblioteca até a interpretação dos postulados de Bohr e sua aplicação prática, os estudantes são constantemente desafiados a pensar criticamente e aplicar seus conhecimentos para avançar na história.

Turnos 755 - 779

O diálogo entre os estudantes e MD01 ao longo da jornada pela biblioteca explora mais profundamente esse modelo. A explicação sobre os pontos luminosos absorvidos e liberados pelos moradores faz referência à quantização de energia e à emissão de luz, conectando diretamente com o postulado de Bohr sobre transições eletrônicas entre níveis de energia. Esses elementos do RPG auxiliam os estudantes a visualizarem e internalizarem conceitos complexos de forma lúdica e interativa.

EA110 [Empregar os modelos atômicos na explicação de fenômenos físicos e químicos]**Turnos 687 - 735**

A imaginação das vilas e camadas ajuda os estudantes a internalizarem conceitos abstratos de forma concreta, enquanto os desafios e enigmas promovem o pensamento crítico e a aplicação prática do conhecimento.

Turnos 740-748

A resolução de problemas é uma constante ao longo da aventura. Ao chegarem à biblioteca, os estudantes são desafiados a encontrar informações sobre a Magia Atomus. O pedido de ajuda ao sacerdote e a subsequente busca pelos livros exigem habilidades de investigação e interpretação. Os elementos do RPG são essenciais para engajar os estudantes e facilitar a aprendizagem significativa. A narrativa lúdica, os diálogos com personagens (como o sacerdote e MD01), e a exploração de ambientes fictícios (biblioteca, castelo de Bohr) proporcionam um contexto envolvente onde os conceitos

científicos são introduzidos de maneira natural e interativa.

Turnos 750 – 816

A expectativa EA110 é explorada através da aplicação dos modelos atômicos na explicação de fenômenos físicos e químicos. A descrição dos pontos luminosos e a emissão de radiação ilustram a emissão de luz e a quantização de energia. A narrativa sobre a movimentação dos moradores entre as vilas e a liberação de energia conecta-se com a condução de calor e a conservação de energia. Esses exemplos ajudam os estudantes a verem como os modelos atômicos explicam fenômenos observáveis, promovendo uma compreensão mais profunda e prática da química. A expectativa EA110 é abordada de maneira prática durante a exploração do castelo de Bohr. A observação dos pontos luminosos serve como uma metáfora para a emissão de radiação em valores específicos de frequência, ilustrando o fenômeno da emissão de luz. Os diálogos subsequentes sobre os postulados de Bohr reforçam como a absorção e emissão de energia ocorrem quando os elétrons mudam de órbita, facilitando a compreensão dos estudantes sobre a aplicação do modelo atômico na explicação de fenômenos físicos.

Turnos 793 – 816

O envolvimento direto com o conteúdo dos livros proibidos e a descoberta dos postulados de Bohr permite que os estudantes associem as teorias científicas a situações práticas e narrativas envolventes. Esse método não apenas facilita a compreensão teórica, mas também ajuda os estudantes a visualizarem como esses conceitos se aplicam em diferentes contextos, promovendo uma aprendizagem mais profunda e duradoura. A construção de conceitos começa com a introdução do Reino de Bohr. Assim, os estudantes são imersos em um cenário onde o modelo de Bohr é representado de forma metafórica. A divisão do reino em camadas representa os níveis de energia dos elétrons, facilitando a visualização da estrutura atômica. Essa imaginação é estendida quando o MD01 explica a absorção e emissão de pontos luminosos pelos moradores, ilustrando a quantização de energia e as transições eletrônicas, elementos fundamentais do modelo de Bohr.

Turnos 803 – 816

A descoberta dos postulados de Bohr requer que os estudantes relacionem informações teóricas com o contexto da narrativa, aplicando seus conhecimentos para compreender a estrutura e o comportamento dos átomos.

EXPERIÊNCIAS LÚDICAS

INTERAÇÃO

Turnos 714 - 717:

A interação social é evidente quando MD01 saúda os aventureiros e pergunta sobre sua jornada. Este momento inicial estabelece um ambiente colaborativo, onde os jogadores

compartilham seus objetivos e experiências. A interação com a MD01 possibilita construir uma conexão entre os estudantes e o facilitador, criando um espaço seguro para a troca de ideias e a cooperação mútua.

Turnos 721 - 722

Os estudantes discutem entre si as dificuldades enfrentadas para chegar ao Reino de Bohr, como atravessar rios e enfrentar cavernas. Esta troca de experiências não apenas fortalece os laços entre os jogadores, mas também realça a importância do trabalho em equipe e da perseverança, elementos cruciais tanto nos jogos quanto no aprendizado.

Turnos 742 - 745

Ao pedirem ajuda ao sacerdote na biblioteca, os estudantes demonstram a importância da colaboração e da comunicação eficaz. Este momento sublinha como o jogo pode simular situações reais onde a ajuda mútua e o suporte de figuras de autoridade (como professores ou mediadores) são essenciais para a resolução de problemas e aquisição de conhecimento.

Turnos 803 - 816

Durante a leitura e discussão dos postulados de Bohr, os estudantes interagem constantemente com MD01 para confirmar seu entendimento e tirar dúvidas. Esta interação ativa promove um ambiente de aprendizagem dinâmico, onde a construção do conhecimento é um processo coletivo, com os estudantes verificando e expandindo suas compreensões por meio do diálogo.

IMAGINAÇÃO

Turnos 713 - 717

A introdução ao Reino de Bohr e à busca pela Magia Atomus estabelece um cenário imaginário que transforma conceitos abstratos da Química em uma jornada épica. Este uso da imaginação permite que os estudantes visualizem e compreendam melhor as ideias científicas, ao conectá-las a uma narrativa envolvente.

Turnos 731 - 735

A explicação de que o Reino de Bohr é dividido em camadas ajuda os estudantes a entenderem a estrutura atômica de maneira mais clara. Ao imaginar o reino como um sistema organizado em camadas, os estudantes podem associar essas camadas às órbitas dos elétrons em torno do núcleo, facilitando a compreensão de conceitos complexos da Química.

Turnos 760 - 767

A descrição dos pontos luminosos e da absorção e liberação de energia pelos moradores das vilas proporciona uma metáfora visual poderosa para o processo de emissão de luz e calor nos átomos. Esta imaginação criativa ajuda os estudantes a internalizarem conceitos abstratos ao visualizar eventos físicos e químicos de maneira concreta.

Turnos 787 - 788

A descoberta da seção de livros proibidos na biblioteca desperta a curiosidade e a imaginação dos estudantes. Este elemento do jogo incentiva a exploração e a investigação, características fundamentais do pensamento científico. Ao associar a leitura de livros proibidos com a descoberta de conhecimentos novos e intrigantes, os estudantes são motivados a aprofundar sua compreensão de conceitos científicos.

IMERSÃO**Turnos 736 - 738**

A caminhada em direção à biblioteca mergulha os estudantes no ambiente do jogo, criando uma sensação de imersão que vai além da simples sala de aula. Este deslocamento físico e narrativo para um espaço de aprendizagem simbólico aumenta o engajamento dos estudantes e os prepara para uma exploração mais profunda dos conceitos.

Turnos 755 - 759

A discussão sobre o castelo de Bohr e as vilas envolve os estudantes em uma narrativa detalhada, onde cada elemento do reino tem um significado específico e relacionado aos modelos atômicos. Este nível de detalhe e coesão narrativa promove uma imersão completa, onde os estudantes não apenas aprendem conceitos científicos, mas também vivenciam esses conceitos em um contexto rico e significativo.

Turnos 768 - 775

A observação do movimento dos moradores entre as vilas e a discussão sobre as radiações emitidas reforçam a imersão dos estudantes no mundo do jogo. Esta experiência sensorial e visual permite que os estudantes entendam melhor a natureza discreta da emissão de radiação e as propriedades dos diferentes elementos químicos, tornando o aprendizado mais concreto e memorável.

Turnos 793 - 794

Ao folhearem o livro sobre a magia Atomus, os estudantes se envolvem profundamente na narrativa do jogo e nos conceitos científicos subjacentes. Este momento de descoberta e exploração ativa simboliza a integração perfeita entre o aprendizado e a aventura, onde cada página virada representa um passo a mais na compreensão do mundo atômico e das leis que o governam.

Fonte: Dados de Pesquisa (2023).

4.3.5 Autoavaliação

Ao final de todos os encontros os estudantes foram convidados a responder uma autoavaliação, visto que uma das etapas da Resolução de Problemas é obter o feedback da

abordagem. A autoavaliação ajuda os estudantes a refletirem sobre seu próprio processo de aprendizado. Ao se autoavaliarem, os estudantes aprendem a assumir a responsabilidade por seu aprendizado, tornando-se mais autônomos e motivados a buscar melhorias contínuas. A seguir, apresentamos as perguntas seguidas de algumas respostas dos estudantes:

P1: Como você avalia sua experiência na vivência da aventura?

Estudante B: *“Uma experiência diferente, mas que foi boa e inesquecível”.*

Estudante D: *“Muito boa, achei ótima me diverti e aprendi bastante”.*

Estudante G: *“Achei muito legal, e podemos aprender assim”.*

Estudante H: *“Amei a experiência, ainda mais pelo aprendizado e a diversão que se passou pelo RPG, espero que aconteça novamente”.*

Estudante J: *“Gostei da experiência, que a gente aprendeu trabalhar em equipe”.*

As respostas indicam um feedback positivo diante da vivência da Resolução de Problema atrelada ao RPG. A fala da estudante J aponta uma característica importante desse processo, a cooperação entre as equipes para chegarem à conclusão do jogo e paralelamente a resolução do problema.

P2: Quais outras estratégias você poderia utilizar para resolver o problema?

Estudante C: *“Procurar outras fontes de pesquisas além das usadas”.*

Estudante E: *“Acho que em alguns momentos mais reflexão”.*

Estudante K: *“Acho que mais discussão entre os personagens.”*

Estudante L: *“Usar a tecnologia.”*

A fala do estudante C, indica que na sua percepção buscar informações em outras fontes de pesquisa pode trazer novas perspectivas, dados adicionais e validar ou não as informações já obtidas. Enquanto o estudante E, indica a reflexão como forma de análise, visto que refletir permite uma análise mais profunda dos dados e das estratégias utilizadas, identificando possíveis falhas ou áreas de melhoria. De forma genérica, cada uma dessas estratégias citadas é válida para a resolução de problemas. A combinação dessas estratégias

pode resultar em uma abordagem mais robusta e eficaz, combinando a ampliação do conhecimento, a reflexão crítica, a colaboração entre indivíduos e o uso eficiente da tecnologia.

P3: O que você achou da interação da turma durante a vivência da aventura?

Estudante A: *“Boa, pois todo mundo se ajudando e aprendendo ficou melhor”*

Estudante D: *“Muito boa, houve muita participação da turma”.*

Estudante I: *“Muito legal, ter uma aventura dessas que envolve os estudos”.*

Estudante L: *“Bem, todos participaram”.*

A fala dos estudantes evidenciam vários aspectos positivos da interação em grupo: a colaboração, a participação ativa, a integração de elementos lúdicos no aprendizado e a inclusão. Essas observações destacam a eficácia das estratégias de ensino que promovem a interação e o engajamento entre os estudantes. Abordagens que incentivam a cooperação, a participação ativa e o uso de atividades imersivas podem levar a uma experiência de aprendizagem mais enriquecedora e eficaz.

P4: Qual sua opinião acerca da utilização dessa atividade para seu aprendizado?

Estudante B: *“Perfeita, diversão e aprendizado juntos”.*

Estudante E: *“Belíssima, quero de novo, recomendo”.*

Estudante G: *“Incrível, pois é uma forma diferente de ter esse aprendizado. Mas também de forma que aprendemos claramente”.*

Estudante H: *“Que podemos aprender dessa forma e ainda se divertir”*

A fala dos estudantes revelam uma apreciação significativa que combina diversão e aprendizado. Essas observações sugerem que estratégias de ensino que envolvem elementos lúdicos, interativos e inovadores são altamente eficazes. A integração dessas abordagens pode melhorar a motivação e a retenção de informações dos estudantes. Além disso, promover atividades que os estudantes desejam repetir pode contribuir para uma experiência educacional mais positiva e contínua. Em termos pedagógicos, essas práticas são essenciais para criar um ambiente de aprendizagem dinâmico, inclusivo e eficaz.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Resolução de Problemas associada ao Jogo de RPG apresenta-se como uma abordagem didática que apresenta potencial para a aprendizagem sobre os modelos atômicos. Além de proporcionar aos estudantes um papel ativo na construção do próprio conhecimento, ao identificar problemas, e buscar informações, nas diversas fontes apresentadas no jogo, para resolvê-lo. Adicionalmente, esta abordagem promoveu a tomada de decisões pelos estudantes nas diferentes etapas do jogo.

Com relação ao primeiro objetivo que propôs identificar as direções das pesquisas científicas publicadas em periódicos da área de ensino sobre a Resolução de Problemas no Ensino de Química, podemos concluir que a Resolução de Problemas no Ensino de Química ainda é uma temática de pesquisa pouco explorada, conforme evidenciado pelo quantitativo de seis publicações no recorte de 2018 a 2023. A revisão revelou alguns aspectos que podem representar um desafio para a sua implementação na escola: falta de habilitação do docente; o tempo didático requerido para sua aplicação; a heterogeneidade e resistência dos estudantes; lacuna de aprendizagem dos estudantes com relação aos conceitos necessários a introdução de um novo conceito; e uma maior complexidade na avaliação quando comparada com os métodos tradicionais utilizados. Diante desse cenário, pode-se pensar em superar alguns desafios por meio de processos de formação inicial e continuada dos professores de Química, a respeito da abordagem de resolução de problemas.

Com relação ao segundo objetivo que visou identificar as concepções iniciais dos estudantes sobre modelos atômicos a partir de um problema, percebemos que no primeiro encontro, por meio da análise das respostas ao problema, que alguns estudantes já tinham uma noção sobre alguns aspectos do conteúdo de modelos atômicos. Os resultados da resolução inicial do problema indicaram que os estudantes apresentam um entendimento incipiente sobre questões como: o conceito de átomo, a representação dos modelos atômicos, suas diferenças e aplicações práticas. O que pode estar relacionado com lacunas de aprendizagem e um primeiro contato breve com este conteúdo nas séries dos anos finais do ensino fundamental.

Diante das respostas dos estudantes para os questionamentos do problema, podemos inferir que em relação a Q1 aproximadamente metade dos estudantes apresentou concepções superficiais sobre o átomo, o que é esperado, dado que suas ideias iniciais

geralmente se formam durante os primeiros contatos com a Química em séries anteriores. Essas concepções superficiais indicam uma familiaridade inicial, mas não necessariamente uma compreensão profunda;

Já em relação a Q2 a capacidade dos estudantes de ilustrar o átomo refletiu sua compreensão visual e conceitual dos modelos atômicos. A ilustração é uma ferramenta importante no ensino de ciências, pois ajuda os estudantes a traduzirem conceitos abstratos em formas visuais compreensíveis. Desenhar um átomo pode revelar a extensão do entendimento dos alunos sobre a estrutura atômica.

Os resultados de Q3 apontou que avaliar as diferenças entre modelos atômicos é crucial para entender a evolução das teorias científicas. A habilidade dos estudantes em identificar e explicar essas diferenças indica um nível mais avançado de compreensão conceitual, visto que compreender as diferenças entre os modelos atômicos também envolve um entendimento da história da ciência, mostrando como o conhecimento científico evolui através de novas descobertas e teorias.

E por fim, os resultados de Q4, apontaram que relacionar o conceito de átomo com aplicações no dia a dia ajuda a tornar o aprendizado mais relevante e significativo para os estudantes. Este tipo de questionamento testa a habilidade dos alunos de aplicar conhecimentos teóricos a situações práticas, bem como mostrar como os átomos e a teoria atômica são fundamentais em tecnologias e fenômenos cotidianos podem aumentar o interesse e a motivação dos estudantes pelo estudo da Química.

A análise do problema inicial revelou que, embora muitos estudantes apresentassem uma compreensão superficial dos conceitos atômicos, houve uma base para desenvolver um entendimento mais aprofundado. Após a vivência do RPG, percebeu-se uma construção significativa do conhecimento científico químico, com os resultados se aproximando dos objetivos da pesquisa.

Após a vivência do RPG a análise de Q1 revelou um entendimento mais sólido da estrutura atômica, destacando a existência de um núcleo positivo central e elétrons ao redor, alinhando-se com os modelos de Rutherford e Bohr. Em Q2, os desenhos dos estudantes representaram características principais dos modelos atômicos e seguiram uma ordem cronológica, sugerindo uma compreensão da evolução dos modelos. Em Q3, a maioria dos estudantes identificou as características principais dos modelos de Dalton, Thomson,

Rutherford e Bohr, mas houve confusões entre os modelos de Rutherford e Bohr, principalmente na compreensão das órbitas e da quantização da energia. Para Q4, os estudantes tiveram dificuldades em associar os conceitos dos modelos atômicos com suas aplicações práticas, focando apenas na citação das aplicações sem descrever os processos envolvidos, como a excitação e liberação de energia dos elétrons nos fogos de artifício.

Com relação ao terceiro objetivo que buscou analisar aspectos da aprendizagem sobre modelos atômicos desenvolvidas pelos estudantes a partir da vivência da abordagem de Resolução de Problemas articulada ao RPG, consideramos que a intervenção permitiu que os estudantes explorassem conceitos químicos de maneira interativa e contextualizada. De certo modo, a participação, o diálogo e a interação durante o jogo permitiram que algumas expectativas de aprendizagem fossem alcançadas pelos estudantes, por exemplo: reconhecer e aplicar conceitos sobre a natureza dos átomos, identificar os diferentes modelos atômicos, as proporções fixas entre as substâncias simples e compostas que resultam em novas e diferentes substâncias.

A vivência do jogo de RPG, seus desafios e enigmas, proporcionaram aos estudantes um cenário lúdico e educativo para a busca e seleção de informações relevantes para a resolução do problema acerca do conteúdo de modelos atômicos de Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr, bem como o desenvolvimento de habilidades relativas à resolução de problemas, tais como: participação ativa, reflexão, interação entre professores e estudantes e entre estudantes e estudantes, identificação de problemas e tomada de decisão.

As interações sociais desempenharam um papel crucial no aprofundamento do conhecimento dos estudantes sobre modelos atômicos. Durante as atividades de resolução de problemas e RPG, os estudantes foram incentivados a trabalhar em grupos, compartilhando suas ideias e debatendo conceitos. Essas discussões ajudaram a esclarecer dúvidas e a construir um entendimento coletivo dos modelos atômicos, permitindo que os estudantes aprendessem uns com os outros. A interação direta com o professor também foi fundamental, pois ele atuou como mediador, orientando os estudantes em momentos de dificuldade e fornecendo feedback imediato sobre suas interpretações. Além disso, o processo de feedback entre pares, onde os estudantes revisaram e comentaram as respostas dos colegas, promoveu tanto a solidificação dos conceitos quanto o desenvolvimento de habilidades críticas. Por fim, debates e apresentações sobre os diferentes modelos atômicos proporcionaram um espaço

para a expressão de compreensões individuais e a confrontação de diferentes interpretações, resultando em um aprofundamento do conhecimento através da troca de perspectivas.

A vivência do RPG apresentou alguns desafios tanto para os mediadores quanto para estudantes. Para os mediadores, uma das maiores dificuldades foi equilibrar a diversão com os objetivos da pesquisa e manter o engajamento e imersão dos estudantes durante o jogo, também foi desafiador garantir a participação ativa de todos os estudantes. Para os estudantes, compreender regras complexas e se envolver no contexto fictício foi um pouco difícil, visto que grande parte dos participantes não conheciam o RPG. Além disso, perceber a relevância do conteúdo do RPG para o currículo de Química e lidar com conceitos complexos de maneira lúdica foram obstáculos significativos.

Desta forma, este estudo busca contribuir com pesquisas na área de ensino de Química que discutam sobre as potencialidades e desafios do desenvolvimento e validação de processos didáticos pedagógicos inovadores, voltados para o ensino e aprendizagem de conceitos e conteúdos de Química, especificamente, aquelas que promovam uma articulação entre as abordagens de resolução de problemas e os jogos educativos.

REFERÊNCIAS

- ALVES, C. T. S.; CAVALCANTI, J. G. S.; SIMÕES NETO, J. E. Uma sequência didática para abordagem do tema lixo eletrônico no ensino de química. **Educação Química em Ponto de Vista**, v. 2, n. 1, p. 125-143. 2018. Disponível em: <https://revistas.unila.edu.br/eqpv/article/view/1101>. Data de acesso: 20 abr. 2022.
- AMARAL, R. R. **O uso do RPG pedagógico para o ensino de Física**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2008.
- ARCE, A. O jogo e o desenvolvimento infantil na Teoria da Atividade e no Pensamento educacional de Friedrich Froebel. **Caderno Cedes**, 24:62, p. 9-25. 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ccedes/a/B6KxNMPyJTCD6kW7LYjN5zJ/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 15 de jul. 2022.
- ATKINS, P.; JONES, L.; LAVERMAN, L. **Princípios de química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2018.
- AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências**: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Cengage Learning, 2010. p. 166.
- BARBOZA, R. J. O. **Energeia**: um jogo pedagógico para abordagem do conceito de energia a partir da teoria dos perfis conceituais. 2020. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2020.
- BARBOZA, R. J. O.; SILVA, J. R. R. T.; SIMÕES NETO, J. E. Uma Análise das Bases Teóricas Utilizadas na Elaboração de Jogos no Ensino de Química. In: Encontro Nacional de Jogos e Atividades Lúdicas no Ensino de Química, Física e Biologia, 3, 2018, Foz do Iguaçu. **Anais [...]** Foz do Iguaçu, p. 1-9, 2018. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/jalequim2018/108711-uma-analise-das-bases-teoricas-utilizadas-na-elaboracao-de-jogos-no-ensino-de-quimica/>. Acesso em: 7 jul. 2022
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2011.
- BARREIRA, C. Duas estratégias complementares para a avaliação das aprendizagens: A avaliação formadora e a avaliação autêntica. **Revista Portuguesa de Pedagogia**, v. 35, n. 3, p. 3-33. 2001.
- BARROWS, H. S. A. **Taxonomy of Problem-Based Learning methods**. Medical Education, v. 20, 1986.
- BATINGA, V. T. S. A abordagem de resolução de problemas articulada a atividades experimental no ensino de química. **Texto didático**. Pernambuco: UFPE, 2011.
- BATINGA, V. T. S. **A abordagem de resolução de problemas por professores de Química do Ensino Médio**: Um estudo de caso sobre o conteúdo de estequiometria. 2010. 284 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2010.

BOUD, D.; FELETTI, G. Changing problem-based learning. In: Boud, D.; Feletti, G. (Eds). **The challenge of problem-based-learning**. Londres: Kogan Page, p. 1-14. 1997.

BRANDÃO, C. R. **A educação como prática de participação**. São Paulo: Cortez Editora, 1998.

BRANSFORD, J. D.; STEIN, B. S. The ideal problem solver. New York: **Freedman**, 1984.

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

BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Secretaria de Educação Média e tecnológica. Brasília: Ministério da Educação, MEC, 2006.

BRANDA, L. A. A aprendizagem baseada em problemas: O resplendor tão brilhante de outros tempos. In: ARAÚJO, U. F.; SASTRE, G. (Orgs.) **Aprendizagem baseada em problemas no ensino superior**. São Paulo: Summus, 2016.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional** (Lei 9304), 20 de dezembro de 1996.

BROUGÈRE, G. **Jogo e educação**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

CAILLOIS, R. **Os jogos e os homens**. Trad. José Garcez Palha. Lisboa: Cotovia, 1990.

CAMPOS, A. F.; BATINGA, V. T. S. (Orgs.). **Experiências de pesquisa sobre resolução de problemas no ensino das ciências: contextos de investigações**. Recife: Editora Universidade de Pernambuco, 2022. *E-book*. Disponível em: <http://rpeq.ufrpe.br/>. Acesso em: 21 jan. 2023.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: (Org.). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, p. 1-20. 2013.

CARVALHO, A. M. P. **Ciências no Ensino Fundamental: o conhecimento físico**. São Paulo: Spicione, 2009.

CAVANCANTI, E. L. D. **O lúdico e a avaliação da aprendizagem: possibilidades para o ensino e a aprendizagem de química**. 2011. 200p. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 2011.

CAVALCANTI, E. L. D. **Role Playing Game e Ensino de Química**. 1. ed. Curitiba: Appris, 2018.

CAVALCANTI, E. L. D.; SOARES, M. H. F. B. O RPG como estratégia de problematização e avaliação do conhecimento químico. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, p. 255-280. 2009. Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen8/ART14_Vol8_N1.pdf. Acesso em: 04 mai. 2022.

CHAVES, L. M. M. P. **História da Ciência no Estudo de Modelos Atômicos em livros didáticos de Química**. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Educação). Brasília, DF. 2011.

CLEOPHAS, M. G.; CAVALCANTI, E. L. D.; SOARES, M. H. F. B. Afinal de contas, é jogo educativo, didático ou pedagógico no Ensino de Química/Ciências? Colocando os pingos nos “is”. In: CLEOPHAS, M. G.; SOARES, M. H. F. B. (Org.). **Didatização lúdica no Ensino de Química/Ciências**. 1ed. São Paulo: Livraria da Física. v. 1, p. 33-43. 2018.

COSTA, H. H. S.; SALES, A. M. M.; BATINGA, V. T. S. Transformando questões sobre Soluções de Livros Didáticos de Química em Problemas do Tipo Escolar. In: XX Encontro Nacional de Ensino de Química, 2020, Recife – PE. **Anais do XX Encontro Nacional de Ensino de Química**, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/SciNat/article/view/5654>. Acesso em: 20 mai. 2022.

CRIDDLE, C; GONICK, L. **Química Geral em Quadrinhos**. 2ºed. São Paulo. Blucher, 2014.

CRUZ, M. E. B. **Sequência Didática Baseada na Resolução de Problemas para o ensino de conteúdos de Química Orgânica**: uma análise a partir da Teoria da Atividade de Leontiev. 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2016.

CRUZ, M. E. B.; BATINGA, V. T. S. Resolução de Problemas no Ensino Médio: análise de uma sequência didática a partir de aspectos da Teoria da Atividade de Leontiev. In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2017, Santa Catarina. **Anais [...]**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2017. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R2151-1.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2022.

CUNHA, M. B. Jogos no Ensino de Química: Considerações Teóricas para sua Utilização em Sala de Aula. **Revista Química Nova na Escola**. v. 34, n. 2, p. 92-98. 2012. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc34_2/07-PE-53-11.pdf. Acesso em: 22 abr. 2022.

CUNHA, M. B. Jogos de química: desenvolvendo habilidades e socializando o grupo. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, 12, 2004. **Resumos ENEQ** – 028. Goiânia, 2004.

D'AMORE, B. **Elementos de didática da matemática**. Tradução Maria Cristina Bonami. São Paulo: Editora e Livraria da Física, 2007. Tradução de Elementi di didática della matematica.

DELISLE, R. **How to use problem-based learning in the classroom**. Alexandria-USA: ASCD, 1997.

DUTRA, A. A. **O ensino de modelos atômicos por meio de metodologias ativas**. 2019. 149 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências), Instituto de Ciências Biológicas, Faculdade UnB Planaltina, Instituto de Química e Instituto de Física, Distrito Federal, 2019.

ECHEVERRÍA, M. P. P.; POZO, J. I. Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. In: POZO, J. I. **A solução de Problemas**: aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: Artmed, p.13-42. 1998.

ESCRIBANO, A. **Las voces del texto como recurso persuasivo**. Madrid: Arco/Libros, 2015.

FELÍCIO, C. M. **Do compromisso a responsabilidade lúdica: ludismo em Ensino de Química na formação básica e profissionalizante.** Tese (Doutorado em Química UFG/UFMS/UFU), Instituto de Química, Universidade Federal de Goiás, 2011.

FERNANDES, L. S.; CAMPOS, A. F. Tendências de pesquisa sobre a resolução de problemas em Química. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 16, n. 3, 2017. Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen16/REEC_16_3_3_ex1121.pdf. Acesso em: 27 out. 2022.

FERNANDES, C. G. **A metodologia de resolução de problemas como estratégia para desenvolver habilidades cognitivas de alta ordem nas aulas: o que pensam os professores de Química?** São Paulo, 2022. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo. 2022.

FERREIRA, P. F. M.; JUSTI, R. S. Modelagem e o “Fazer Ciência”. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 28, p. 32-36. 2008. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf>. Acesso em: 7 abr. 2022.

FILGUEIRAS, C. A. L. A Espectroscopia e a Química: Da descoberta de novos elementos ao limiar da teoria quântica. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 22- 25. 1996. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc03/historia.pdf>. Acesso em: 5 nov. 2022.

FIÚZA, E. M. P. F. **Papel do contexto de aprendizagem na resolução de problemas em ciência.** 2010. 358f. Tese (Didática das Ciências) – Universidade de Lisboa, Instituto de Educação, Lisboa. 2011.

FONSECA, M. R. M. **Química.** São Paulo: Ática, 2013. 320 p.

FREIRE, M. S.; SILVA, M. G. L. Como formular problemas a partir de exercícios? Argumentos dos licenciandos em Química. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n. 2. p. 191-208. 2013. Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen12/REEC_12_1_10_ex646.pdf. Acesso em: 8 mai. 2022.

FREITAS, A. P. **Percepções de Professores de Química do Nível Médio acerca do Ensino por Resolução de Problemas por meio da Divulgação Científica de pesquisas desenvolvidas nesta direção.** 2017. 210f. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2017.

FREITAS, C. C. R.; BIANCO, G. Radioatividade: o uso de roleplaying game como estratégia para o ensino de química na educação básica. **Scientia Naturalis**, v. 3, n. 3, p. 1150-1165. 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/SciNat/article/view/5741>. Acesso em 27 set. 2022.

FREZATTI, F.; SILVA, S. C. Prática versus incerteza: como gerenciar o estudante nessa tensão na implementação de disciplina sob o prisma do método PBL? **Revista Universo Contábil**, v. 10, n. 1, p. 28-46. 2014. Disponível em: <https://proxy.furb.br/ojs/index.php/universocontabil/article/view/3539>. Acesso em: 30 jul. 2022.

GARRET, R. M. Resolver problemas en la enseñanza de las ciencias. **Alambique**, v. 5, p. 6-15. 1995.

GASPARIN, J. L. **Uma didática para a pedagogia histórica-crítica**. Autores Associados: Campinas, São Paulo. 2005.

GAZIRE, E. S. **Perspectivas da Resolução de Problemas em Educação Matemática**. 1988. 207 p. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo. 1988.

GERVÁZIO, S. N. **A Heurística Matemática: uma aliada aos processos de ensino e aprendizagem**. Tese (Doutorado em Educação Científica Matemática e Tecnológica) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GILLESPIE, R. J.; ROBINSON, E. A. "Models of the Atom." Chemical Education. 2005.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63. 1995. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rae/a/wf9CgwXVjpLFVgpwNkCgmnC/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 22 jun. 2022.

GOI, M. E. J; ELLENSOHN, R. M. **(Re)fazendo ciência – significações, intervenções e relatos do PIBID** [e-book]. São Leopoldo: Oikos, 2018, 152p.

GOI, M. E. J. G.; BORBA, F. I. M. O. Metodologia de Resolução de Problemas articulada à experimentação no Ensino de Ciências: uma revisão de literatura realizada no Encontro Nacional de Ensino de Química. **Revista Ciências & Ideias**, v. 10, n. 2, p. 169-189, 2019.

GOI, M. E. J.; SANTOS, F. M. T. Implementação da Metodologia de Resolução de Problemas no Ensino de Ciências. In: **Atas do XVII Seminário de Educação do Mercosul**, 2015. Disponível em: <https://home.unicruz.edu.br/mercosul/pagina/anais/2015/1%20-%20ARTIGOS/IMPLEMENTACAO%20DA%20METODOLOGIA%20DE%20RESOLUCAO%20DE%20PROBLEMAS%20NO%20ENSINO%20DE%20CIENCIAS.PDF>. Acesso em: 16 mai. 2022.

GONÇALVES, S. M.; MOSQUERA, M. S.; SEGURA, A. F. **La resolución de problemas en ciencias naturales: un modelo de enseñanza alternativa y superador**. Buenos aires: Editorial SB, 2007.

GRANDO, R. C. **O jogo e a matemática no contexto da sala de aula**. São Paulo: Paulus, 2004.

GUZZI FILHO, N. J.; BELLO, M. E. R. B.; SANTOS, F. S.; SANTOS, L. S. B; PEIXOTO, C. A. dos S. Roleplaying Game (RPG): Um material potencialmente significativo para aprendizagem de conceitos em Ciências. In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2017, Santa Catarina. **Anais [...]**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2017. Disponível em: <https://www.abrapec.com/enpec/xi-enpec/anais/busca.htm?query=RPG>. Acesso em: 14 nov. 2022.

HUIZINGA, J. **Homo Ludens**. 4ª edição. São Paulo: Perspectiva, 2000.

IGNÁCIO, A. C. **O RPG Eletrônico No Ensino De Química: Uma Atividade Lúdica Aplicada ao Conhecimento de Tabela Periódica**. 2013. 80p. Dissertação (Mestrado em Formação Científica, Educacional e Tecnológica), Programa de Pós-graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba. 2013.

KISHIMOTO, T. M. “O brinquedo na Educação: Considerações Históricas”. In: **Idéias. O cotidiano da pré-Escola**. São Paulo: Fundação para o desenvolvimento da educação. n. 7, p.39-45, 1990.

KISHIMOTO, T. M. **O jogo e a educação infantil**. São Paulo: Pioneira, 2002.

KISHIMOTO, T. M. O jogo e a educação infantil. In: KISHIMOTO, Tizuko Morchida (org). **Jogo, Brinquedo, Brincadeira e a Educação**. 12ª edição. São Paulo: Cortez, 2009.

LE BOTERF, G. **Competência e Avaliação no Trabalho**. São Paulo: Senac. 1984.

LEAL, C. C. **Modelo atômico e interação da radiação com a matéria: concepções de um grupo de alunos do ensino médio**. 2006. 121p. Dissertação o (Mestrado em Ciências Naturais), Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes. 2006.

LEAL, G. M.; SILVA, J. A.; DAMACENA, D. H. L. As TIC’S no Ensino de Química e suas contribuições na visão dos alunos. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 1, p. 3733-3741. 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/6337>. Acesso em: 17 jun. 2022.

LEE, J. D. **Química Inorgânica não tão concisa**. 5. ed. São Paulo: Editora Blucher, 1999. 527 p.

LEONARDOS, A. C.; FERRAZ, E. A.; GONÇALVES, H. M. O uso do vídeo em metodologia de avaliação. **Lumina**, Juiz de Fora, v. 2, n. 1, p. 123-133, jan./jun. 1999.

LOPES, C. V. M. **Modelos Atômicos no início do século XX: da física clássica à introdução da teoria quântica**. 2009. 173 f. Tese (Doutorado em História da Ciência), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2009.

LOPES, J. B. **Resolução de Problemas em Física e Química: Modelo Para Estratégias de Ensino-Aprendizagem**. Lisboa: Texto Editora. 1994.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. 2. ed. Rio de Janeiro: E.P.U., 2018.

MAIA, J. O. **Professor de química, livros didáticos e os cadernos do Estado de São Paulo: relações complexas**. 2013. 138 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências), Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2013.

MALHEIRO, J. M. S.; DINIZ, C. W. P. Aprendizagem Baseada em Problemas no Ensino de Ciências: mudando atitudes de alunos e professores. **Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 4. p. 1-10. 2008.

MAMEDE, S. Aprendizagem Baseada em problemas: Características, Processos e Racionalidade. In: MAMEDE, S.; PENAFORTE, J. C. (Orgs). **Aprendizagem Baseada em Problemas: Anatomia de uma Nova Abordagem Educacional**. Fortaleza: Hucitec, 2001.

MARCONI, M.; LAKATOS, E. **Técnicas de Pesquisa**: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2015.

MARTINS, E. L.; FERREIRA, D. T.; RAPOSO, E. O.; FREITAS, N. M. S. Vivência em cenários reais: Contribuições do estudo de caso no ensino de ciências. **Latin American Journal of Science Education**. v. 1. p. 121. 2015.

MARQUES, D. M. **As investigações de Ernest Rutherford sobre a estrutura da matéria**: Contribuições para o ensino de Química. 2006. 182 f. Dissertação (Mestrado em Educação para A Ciência), Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2006.

MARQUES, G. Q.; CUNHA, M. B. Abordagem, metodologia, método, estratégia, técnica ou recurso de ensino: como definir a Aprendizagem Baseada em Problemas? **Revista Prática Docente**, v. 7, n. 1. 2022.

MEDEIROS, D. R.; GOI, M. E. J. A Resolução de Problemas articulada ao Ensino de Química. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 6, n. 1, p. 115-135. 2020.

MEDEIROS, G. R. S. Baralho Das Ligações Química: Momento Lúdico com os estudantes do Ensino Médio. In: IV CONGRESSO INTERNACIONAL DAS LICENCIATURAS. **Anais**: Natal, IFRN, 2017.

MEDEIROS, G. R. S. **Jogos educativos formalizados na aprendizagem dos conteúdos da físico-química**: uma revisão sistemática da literatura. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Química) – Instituto Federal de Pernambuco – Campus Vitória de Santo Antão, 2021.

MEIRIEU, P. **Aprender... Sim, mas como?** 7 ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 1998.

MELO, M. R.; LIMA NETO, E. G. Dificuldades de Ensino e Aprendizagem de Modelos Atômicos em Química. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 2, p. 112-122. 2013. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_2/08-PE-81-10.pdf. Acesso em: 27 nov. 2022.

MELZER, E. E. M; AIRES, A. J. A história do desenvolvimento da teoria atômica: um percurso de Dalton a Bohr. **Revista de Educação em Ciências e Matemática**, Amazônia, v. 11, n. 22, p. 65-77. 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/2137>. Acesso em: 4 dez. 2022.

MINAYO, M. C. S. **Pesquisa Social**: teoria, método e criatividade. Petrópolis: Vozes, 2009.

MIRANDA, A. F. S.; SOARES, M. H. F. B. Jogos educativos para o ensino de química: adultos podem aprender jogando? **Debates em Educação**, Maceió, v. 12, n. 27, p. 650-666. 2020. Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/ojs2-somente-consulta/index.php/debateseducacao/article/view/8781>. Acesso em: 20 jun. 2022.

- MORGADO, S.; LEITE, L.; DOURADO, L.; FERANANDES, C.; SILVA, E. Ensino orientando para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas e Ensino Tradicional: Um estudo de caso centrado em “transformação de matéria e energia”. **Revista Ensaio**, v. 18, n. 2. 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/hw8Mn5hLTDvcW47X7NyWjkt/?lang=pt>. Acesso em: 22 mai. 2022.
- MORTIMER, E. F. Concepções Atomistas dos Estudantes. **Química Nova na Escola**, v. 1, n. 1, p. 23-26. 1995. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc01/aluno.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2022.
- MÓL, G. S.; SILVA, R. M. G.; Souza, F. N. Dificuldades e perspectivas para a pesquisa no ensino de química no Brasil. **Indagatio Didactica**, Universidade de AVEIRO, v. 5, n. 2, p. 178-199. 2013. Disponível em: <https://proa.ua.pt/index.php/id/article/view/4344>. Acesso em: 5 dez. 2022.
- MOURA, M. O. **A construção do signo numérico em situação de ensino**. 1992. Tese, Faculdade de Educação, São Paulo, 1992.
- MUNHOZ, A. S. **ABP - Aprendizagem Baseada em Problemas**: ferramenta de apoio ao docente no processo de ensino e aprendizagem. São Paulo: Cengage Learning, 2015.
- MURRAY, J. **Hamlet no holodeck**: o futuro da narrativa no ciberespaço. São Paulo: Itaú Cultural: Unesp, 2003.
- NASCIMENTO, A. M. S. et al. Dados Pauling: Um Jogo Didático no Conteúdo de Distribuição Eletrônica no Ensino de Química. In: 12º Simpósio Brasileiro de Educação Química, 2014, Fortaleza - CE. **Atas do Simpósio Brasileiro de Educação Química**, 2014. Disponível em: <http://www.abq.org.br/simpequi/2014/trabalhos/91/3994-13092.html>. Acesso em: 6 jul. 2022.
- NISS, M. Towards a conceptual framework for identifying student difficulties with solving Real-World Problems in Physics. **Latin - American Journal of Physics Education**, v. 6, n. 1, p. 3-13, 2012. Disponível em: http://www.lajpe.org/mar12/3_LAJPE_624_Martin_Niss_preprint_corr_f.pdf. Acesso em: 11 maio. 2022
- OLIVEIRA, G. S. **História da ciência e ensino**: análise do seu uso e incentivo a utilização. 2018. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.
- OLIVEIRA, M. M. **Como fazer pesquisa qualitativa**. 7. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2016.
- OLIVEIRA, O. A.; FERNANDES, J. D. G. **Arquitetura atômica e molecular**. Natal: EDUFRN, 2006. 280 p.
- OLIVEIRA, R. J. Ensino de Química: Por Um Enfoque Epistemológico e Argumentativo. **Revista Química Nova na Escola**. v. 37, n. 4, p. 257-263. 2015. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc37_4/04-EA-15-14.pdf. Acesso em: 13 jun. 2022.
- OLIVEIRA, V.; ARAÚJO, I. S.; VEIT, E. Â. A resolução de problemas abertos no ensino de física: uma revisão da literatura. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 39, n.

3, e3402. 2017. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbef/a/wMDjDHqFwxZJZdkbRp9mfrt/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 14 jun. 2022.

PERALES PALACIOS, F. J. La resolución de problemas: una revisión estructurada.

Enseñanza de las Ciencias, v. 11, n. 2, p. 170-178. 1993. Disponível em:

<https://ensciencias.uab.cat/article/view/v11-n2-perales>. Acesso em: 16 jun. 2022.

PICQUART, M. ¿Qué podemos hacer para lograr un aprendizaje significativo de la física?

Latin American Journal of Physics Education, v. 2, n. 1, p. 29-36, 2008. Disponível em:

http://www.lajpe.org/jan08/LAJPE_120_Michel_Picquart.pdf. Acesso em: 16 set. 2022.

PINHEIRO, E. M.; KAKEHASHI, T. Y.; ANGELO, M. O uso de filmagem em pesquisas

qualitativas. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, Ribeirão Preto, v. 13, n. 5, p. 717-722, set./out. 2005. Acesso em:

<https://www.scielo.br/j/rlae/a/rTXQQvSG5QDyfnC5GpBzwvb/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 21 mai. 2022.

PINHO, L. A. **Contribuições teóricas e práticas para o uso da Aprendizagem Baseada em**

Problemas na Educação profissional técnica de nível médio. 2017. 157 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto Oswaldo Cruz (Fiocruz), Rio de Janeiro, 2017.

PIRONEL, M. **Avaliação para a aprendizagem durante a resolução de problemas na sala**

de aula de matemática. XXIII Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática. UNICSUL - Campus Anália Franco, São Paulo – SP, 2019.

Disponível em:

<http://eventos.sbem.com.br/index.php/EBRAPEM/EBRAPEM2019/paper/viewFile/558/1005>. Acesso em: 29 set. 2022.

POLYA, G. **Mathematical discovery**. John Wiley & Sons, 1962.

PORTO, M. G. C. **Jogo, TIC e ensino de química: uma proposta pedagógica**. 2015. 249 f.

Tese (Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2015.

POZNER, P. **Resolución de problemas**. IIPE- Buenos Aires. UNESCO y Ministerio de Educación de la Nación. 2000.

POZO, J. I. **A Solução de Problemas: Aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

POZO, J. I.; ANGÓN, Y. P. A solução de problemas como conteúdo procedimental da

Educação Básica. **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artmed, p. 139-165. 1998.

POZO, J. I.; CRESPO, M. Á. G. A solução de problemas nas Ciências da Natureza. **A**

solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: Artmed, p. 67-102. 1998.

REDLING, J. P. **A metodologia de Resolução de Problemas: concepções e práticas**

pedagógicas de professores de Matemática do Ensino Fundamental. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência), Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2011.

RIBEIRO, D. C. A.; PASSOS, C. G.; SALGADO, T. D. M. A metodologia de Resolução de Problemas no Ensino de Ciências: as características de um problema eficaz. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 22, e24006, p. 1-21. 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epc/a/zLKfMLPxRBPscC6qmHGFTB/?lang=pt>. Acesso em: 5 out. 2022.

RIBEIRO, L. R. C. **Aprendizagem Baseada em Problemas PBL Uma experiência no ensino superior**. Ed. UFSCar, 141 p. São Carlos, 2010.

RODRIGUES, S. **Roleplaying Game e a Pedagogia da Imaginação no Brasil**. São Paulo: Bertrand Brasil, 2004.

RODRIGUES, L. S.; SCHMITT, M. A. R.; BERTAGNOLLI, S. C. As contribuições do jogo de RPG no ensino médio: o que dizem as produções científicas brasileiras. **RENOTE**: Revista novas tecnologias na educação, Porto Alegre, v. 19, n. 2, dez. 2021. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/121188/65828>. Acesso em: 05 fev. 2023.

ROCHA, J. F. M.; MORENO, R. R. M. O átomo quântico. **Ciência Hoje**, n. 305, p. 52-53, 2013.

ROCHA, J. S.; VASCONCELOS, T. C. Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões. In: XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química, 2016, Florianópolis – SC. **Anais do XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química**, 2016. Disponível em: <https://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0145-2.pdf>. Acesso em: 24 out. 2022.

ROCHA, R. C. Narrativa da Imaginação e a Metodologia Role Playing. In: I Congresso de Inovação e Metodologias de Ensino, **Resumos...** UFMG, p. 1 -10, Belo Horizonte – MG, 2015. Disponível em: <https://silo.tips/download/titulo-narrativa-da-imaginaao-e-a-metodologia-role-playing>. Acesso em: 30 jun. 2022.

RUSSEL, J. B. **Química Geral**. 2. ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 1994.

SADALLA, A. M. F. A.; LAROCCA, P. Autoscopia: um procedimento de pesquisa e de formação. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 419-433, set./dez. 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ep/a/TxHKj8Wc4dyNCxxzQsFnMzy/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 22 mai. 2022.

SANTANNA, A.; NASCIMENTO, P. R. A história do lúdico na educação. **Revista Eletrônica de Educação Matemática**, v. 6, n. 2, p. 19–36. 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/view/1981-1322.2011v6n2p19>. Acesso em: 30 mar. 2022.

SANTOS, R. C. M. M. **Sequência Didática Investigativa para uma abordagem sobre Reação Química no Ensino Médio**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Mestrado Profissional em Química (PROFQUI), Recife, 2021.

SCHMIT, W. L. **RPG e Educação**: alguns apontamentos teóricos. 2008. 268 f. Dissertação (Mestrado em Educação), Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2008.

SHIN, N.; JONASSEN, D.; MCGEE, S. Predictors of well-structured and ill-structured problem solving in an astronomy simulation. **Journal of Research in Science Teaching**, v.

40, n. 1, p. 6-33, 2003. Disponível em:
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/tea.10058>. Acesso em: 13 jul. 2022.

SILVA, E. G. **Sequência de Ensino Investigativa: a evolução dos modelos atômicos**. 2017. 60 f. (Mestrado) – Instituto Federal de Goiás, Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática, Jataí. 2017.

SILVA, A. C. R., LACERDA, P. L., CLEOPHAS, M. G. Jogar e compreender a Química: ressignificando um jogo tradicional em didático. **Amazônia - Revista de Educação em Ciências e Matemática**, v. 13, n. 28, p. 132-150. 2017. Disponível em:
<https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/4340>. Acesso em: 15 ago. 2022.

SILVA, F. C. V.; CAMPOS, A. F.; ALMEIDA, M. A. V. Concepções Alternativas de Licenciandos em Química Sobre Radioatividade. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 8, n. 1, p. 87-97. 2013.

SILVA, E. M. S. **O lúdico como elemento significativo e prazeroso no Contexto pedagógico da educação infantil**. Pós-Graduação “Lato Sensu” em Psicopedagogia, Universidade Candido Mendes. Rio de Janeiro, 2004.

SILVA, E. R. A.; GOI, M. E. J. Articulação entre Resolução de Problemas e a temática drogas como proposta metodológica para o Ensino de Química. **Revista Contexto & Educação**, v. 34, n. 107, p. 104-125, 2019. Disponível em:
<https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoeducacao/article/view/7263>. Acesso em: 15 set. 2022.

SILVA, E. T.; SÁ, R. A.; BATINGA, V. T. S. A resolução de problemas no ensino de ciências baseada em uma abordagem investigativa. **ACTIO**, Curitiba, v. 4, n. 2, p. 169-188, mai./ago. 2019. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/9535>. Acesso em: 17 jan. 2023.

SILVA, É. R. A. **Articulação entre Resolução de Problemas e a temática drogas como proposta metodológica para o Ensino de Química**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Ciências Exatas) - Universidade Federal do Pampa, Caçapava do Sul, 2017.

SILVA, É. R. A. **Intervenções teórico-práticas com licenciados em Química por meio de problemas temáticos**. 2020. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) - Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2020.

SILVA, L. C. S. **Resolução de Problemas na Licenciatura em Química: análise de uma Sequência Didática sobre biogás a partir da Teoria da Assimilação das ações por etapas de Galperin**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2019.

SILVA, N. F. L. **Uma abordagem para o ensino de modelos atômicos e radioatividade a partir da história da ciência**. 2019. 203 f. Dissertação. (Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional), Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba. 2019.

SILVA, S. F.; NÚÑEZ, I. B. O ensino por problemas e trabalho experimental dos estudantes-reflexões teórico-metodológicas. **Química Nova**, v. 25, n. 6, p. 1197- 1203. 2002. Disponível em: http://quimicanova.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=5423. Acesso em: 16 out. 2022.

SILVA, S. V. P. **Ideias/significados da multiplicação e divisão: o processo de aprendizagem via resolução, exploração e proposição de problemas por alunos do 5º ano do ensino fundamental**. 2016. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Campina Grande, 2016.

SIMÕES NETO, J. E.; CAMPOS, A. F.; MARCELINO-JR., C. A. C. Abordando a Isomeria em Compostos Orgânicos e Inorgânicos: Uma Atividade Fundamentada no Uso de Situações-Problema na Formação Inicial de Professores de Química. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 19, n. 2, p. 327-346. 2013.

SOARES, M. H. F. B. **Jogos e Atividades Lúdicas no Ensino de Química**. Kelps: Goiânia, 2013.

SOARES, M. H. F. B. **O lúdico em Química: jogos e atividades aplicados ao Ensino de Química**. 2004. 203 f. Tese (Doutorado em Ciências) - CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, SP, 2004.

SOARES, M. H. F. B.; MESQUITA, N. A. S.; Jogos no Ensino de Química: discutindo a presença/ausência do Paradoxo do Jogo Educativo. **Livro de Resumos da 39ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química** - Goiânia - GO, 2016.

SOUZA, D. G.; MIRANDA, J. C.; SOUZA, F. S. Aspectos históricos da educação e do ensino de Ciências no Brasil: do século XVI ao século XX. **Revista Educação Pública**, v. 18, n. 22. 2018. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/18/22/aspectos-historicos-da-educacao-e-do-ensino-de-ciencias-no-brasil-do-sculo-xvi-ao-sculo-xx>. Acesso em: 23 jan. 2023.

TRANCOSO, M. D. **A História das Ciências colaborando no estudo da estrutura atômica e dos Modelos Atômicos no Ensino Médio**. 2016. 202 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Química), Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2016.

USBERCO, J.; SALVADOR, E. **Conecte Química**. São Paulo: Saraiva, 2014. 304 p.

VASQUES, R. C. **As Potencialidades do RPG (Role Playing Game) na Educação Escolar**. Araraquara, 2008. 180 f. Dissertação (Mestrado em Educação Escolar), Universidade Estadual Paulista, Araraquara – SP. 2008.

VIANA, H. E. B. **A Construção da Teoria Atômica de Dalton como estudo de caso: e algumas reflexões para o ensino de química**. 2007. 98 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências), Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2007.

VIEIRA, D. M. **Interpretando a física: o Role Playing Game (RPG) como forma de explorar problemas abertos**. 2019. 87 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, São Paulo. 2019.

VIEIRA JÚNIOR, J. J.; COURA, M. I. M. C.; SILVA, F. A. R.; MOREIRA, L. M. RPG na Educação: relato de experiência durante o uso em um clube de ciências. In: Encontro Regional de Ensino de Biologia, III, 2015, Juiz de Fora. **Anais** do III ENEBIO, 2015.

YIN, R. K. **Pesquisa Qualitativa do início ao fim**. Tradução de Daniel Bueno. 2. ed. Porto Alegre: Penso, 2016. 313 p.

APÊNDICES

APÊNDICE A – CARTA DE ANUÊNCIA



ESTADO DE PERNAMBUCO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO E CULTURA
ESCOLA DE REFERÊNCIA EM ENSINO MÉDIO Dr. SEBASTIÃO DE VASCONCELOS GALVÃO
Rua Profª. Rivaldália B. de Paula, 83 – José Fernandes Salsa
Limoeiro – Pernambuco

CARTA DE ANUÊNCIA

Declaramos para os devidos fins, que aceitamos a pesquisadora **Gabriela Rejane Silva de Medeiros**, para desenvolver seu projeto de pesquisa intitulado **A abordagem de Resolução de Problemas articulada ao Role Playing Game (RPG) para o estudo de Modelos Atômicos no Ensino Médio**, e que está sob orientação da **Prof.ª Verônica Tavares Santos Batinga** cujo objetivo é analisar as possíveis contribuições da Resolução de Problemas articulada ao RPG para o estudo de Modelos Atômicos na **Escola de Referência em Ensino Médio Dr. Sebastião de Vasconcelos Galvão**. Essa autorização está condicionada ao cumprimento da pesquisadora aos requisitos da Resolução de ética na pesquisa com seres humanos 510/2016 e suas complementares, comprometendo-se a utilizar os dados pessoais dos sujeitos da pesquisa exclusivamente para os fins científicos, mantendo o sigilo e garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades.

Antes de iniciar a coleta de dados a pesquisadora deverá apresentar a esta Instituição o Parecer Consubstanciado devidamente aprovado, emitido por Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos, credenciado ao Sistema CEP/CONEP.

Limoeiro, 27 / 03 / 2023.

Responsável pela Instituição

Rinaldo Umberto Frutuoso
Assis. de Gestão - AGE
Matr: 191.513-4

APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIMENTO



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO - PRPG PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS – PPGE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS)

Convidamos você (**nome do participante**), após autorização dos seus pais [ou dos responsáveis legais] para participar como voluntário (a) da pesquisa: ABORDAGEM DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS ARTICULADA AO ROLE PLAYING GAME (RPG) PARA O ESTUDO DE MODELOS ATÔMICOS NO ENSINO MÉDIO, que está sob a responsabilidade da pesquisadora GABRIELA REJANE SILVA DE MEDEIROS, residente à Rua [REDACTED] nº 168, bairro [REDACTED] Limoeiro, PE, CEP: 55700-000; com fone: [REDACTED] e e-mail: [REDACTED]

Também participa desta pesquisa como orientadora a profª VERÔNICA TAVARES SANTOS BATINGA. Telefone: [REDACTED] e-mail: [REDACTED]

Todas as suas dúvidas podem ser esclarecidas com a responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável. Você estará livre para decidir participar ou recusar-se.

Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Descrição da pesquisa e esclarecimento da participação: Essa pesquisa tem como objetivo analisar as possíveis contribuições da Resolução de Problemas articulada ao RPG para o estudo de Modelos Atômicos com estudantes do Ensino Médio de uma escola de referência da rede estadual de ensino, no município de Limoeiro-PE.

Você será avaliado dentro de práticas docentes para posterior análise, por meio da coleta de dados pelos instrumentos de questionários, gravações de áudios, diário de bordo, fotos, anotações etc. Estes dados serão coletados durante as atividades, não sendo necessário nenhum desconforto à priori ou à posteriori.

Esclarecimento do período de participação do voluntário na pesquisa, início, término e número de visitas para a pesquisa: A coleta de dados será realizada no segundo bimestre letivo do ano de 2023, na instituição de ensino, sendo previstas.

RISCOS diretos para o voluntário: Os dados serão obtidos por meio de resoluções de questionários e problemas, gravações de áudio das aulas realizadas e diários de bordo. É importante salientar que não haverá nenhuma outra forma de comprometimento neste estudo. Em caso de riscos como: cansaço ao responder os questionários, constrangimento ao se expor durante a realização das atividades, desconforto, constrangimento ou alterações de comportamento durante gravações do vídeo, você não precisa realizá-lo, sendo a sua participação completamente voluntária e, dessa forma, você tem o direito a recusar esse convite ou, posteriormente, se necessário, se retirar do estudo a qualquer momento. A tipologia da pesquisa, quando comparada às anteriores, apresenta riscos mínimos para os participantes, possíveis constrangimentos serão amenizados da melhor forma possível, sendo passível o pagamento de indenização por danos eventuais, cobertura material para reparação a dano, causado pela pesquisa ao participante da pesquisa, ou ressarcimento de despesas, pagos pelo pesquisador.

BENEFÍCIOS diretos e indiretos para os voluntários: Você presenciará o desenvolvimento de abordagens de ensino diferenciadas, bem como contribuir para ampliar reflexões acerca da vivência de um jogo pedagógico articulado a resolução de problemas, buscando melhorar o processo de ensino e aprendizagem de Química e isso resultará na discussão de conteúdos científicos e suas aplicações. A participação possibilitará a presença em um ambiente de ensino e aprendizagem possibilitando maiores discussões relacionadas à ciência.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa (questionários, gravações de áudio, fotos, anotações etc.), ficarão armazenados em pastas de arquivo no computador e no Google Drive pessoais, sob a responsabilidade da pesquisadora GABRIELA REJANE SILVA DE MEDEIROS, no endereço acima informado, pelo período mínimo 5 anos, de acordo com a Resolução CNS nº 466 de 2012, item III.2.i, prevendo procedimentos que asseguram a confidencialidade e a privacidade, a proteção da imagem e a não estigmatização dos participantes da pesquisa, garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou do grupo, inclusive em termos de autoestima, de prestígio e/ou de aspectos econômico-financeiros.

Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação), assim como será oferecida assistência integral, imediata e gratuita, pelo tempo que for necessário em caso de danos decorrentes desta pesquisa.

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/UFRPE no endereço: **Rua Manoel de Medeiros, S/N Dois Irmãos – CEP: 52171-900 Telefone: (81) 3320.6638 / e-mail: cep@ufrpe.br (1º andar do Prédio Central da Reitoria da UFRPE, ao lado da Secretaria Geral dos Conselhos Superiores).** Site: www.cep.ufrpe.br.

(Assinatura da pesquisadora)

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, **(nome do participante)**, CPF **(CPF do participante)**, abaixo assinado pela pessoa por mim designada, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo ABORDAGEM DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS ARTICULADA AO ROLE PLAYING GAME (RPG) PARA O ESTUDO DE MODELOS ATÔMICOS NO ENSINO MÉDIO, como voluntário(a). Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pelo pesquisador sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

Local e data: _____

Assinatura do participante

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar (02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

APÊNDICE C – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIMENTO



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências – PPGE

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO **(PARA MENORES DE 7 a 18 ANOS)**

OBS: *Este Termo de Assentimento para o menor de 7 a 18 anos não elimina a necessidade da elaboração de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido que deve ser assinado pelo responsável ou representante legal do menor.*

Convidamos você _____, após autorização dos seus pais [ou dos responsáveis legais] para participar como voluntário (a) da pesquisa: ABORDAGEM DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS ARTICULADA AO ROLE PLAYING GAME (RPG) PARA O ESTUDO DE MODELOS ATÔMICOS NO ENSINO MÉDIO, que está sob a responsabilidade da pesquisadora GABRIELA REJANE SILVA DE MEDEIROS, residente à Rua _____ nº 168, bairro _____ – Limoeiro, PE, CEP: 55700-000; com fone: _____ e e-mail: _____.

Também participa desta pesquisa como orientadora a profª VERÔNICA TAVARES SANTOS BATINGA. Telefone: _____ e-mail: _____.

Todas as suas dúvidas podem ser esclarecidas com a responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável. Você estará livre para decidir participar ou recusar-se.

Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Descrição da pesquisa e esclarecimento da participação: Essa pesquisa tem como objetivo analisar as possíveis contribuições da Resolução de Problemas articulada ao RPG para o estudo de Modelos Atômicos com estudantes do Ensino Médio de uma escola de referência da rede estadual de ensino, no município de Limoeiro-PE.

Você será avaliado dentro de práticas docentes para posterior análise, por meio da coleta de dados pelos instrumentos de questionários, gravações de áudios, diário de bordo, fotos, anotações etc. Estes dados serão coletados durante as atividades, não sendo necessário nenhum desconforto à priori ou à posteriori.

Esclarecimento do período de participação do voluntário na pesquisa, início, término e número de visitas para a pesquisa: A coleta de dados será realizada no segundo bimestre letivo do ano de 2023, na instituição de ensino, sendo previstas.

RISCOS diretos para o voluntário: Os dados serão obtidos por meio de resoluções de questionários e problemas, gravações de áudio das aulas realizadas e diários de bordo. É importante salientar que não haverá nenhuma outra forma de comprometimento neste estudo. Em caso de riscos como: cansaço ao responder os questionários, constrangimento ao se expor durante a realização das atividades, desconforto, constrangimento ou alterações de comportamento durante gravações do vídeo, você não precisa realizá-lo, sendo a sua participação completamente voluntária e, dessa forma, você tem o direito a recusar esse convite ou, posteriormente, se necessário, se retirar do estudo a qualquer momento. A tipologia da pesquisa, quando comparada às anteriores,

apresenta riscos mínimos para os participantes, possíveis constrangimentos serão amenizados da melhor forma possível, sendo passível o pagamento de indenização por danos eventuais, cobertura material para reparação a dano, causado pela pesquisa ao participante da pesquisa, ou ressarcimento de despesas, pagos pelo pesquisador.

BENEFÍCIOS diretos e indiretos para os voluntários: Você presenciará o desenvolvimento de abordagens de ensino diferenciadas, bem como contribuir para ampliar reflexões acerca da vivência de um jogo pedagógico articulado a resolução de problemas, buscando melhorar o processo de ensino e aprendizagem de Química e isso resultará na discussão de conteúdos científicos e suas aplicações. A participação possibilitará a presença em um ambiente de ensino e aprendizagem possibilitando maiores discussões relacionadas à ciência.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa (questionários, gravações de áudio, fotos, anotações etc.), ficarão armazenados em pastas de arquivo no computador e no Google Drive pessoais, sob a responsabilidade da pesquisadora GABRIELA REJANE SILVA DE MEDEIROS, no endereço acima informado, pelo período mínimo 5 anos, de acordo com a Resolução CNS nº 466 de 2012, item III.2.i, prevendo procedimentos que asseguram a confidencialidade e a privacidade, a proteção da imagem e a não estigmatização dos participantes da pesquisa, garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou do grupo, inclusive em termos de autoestima, de prestígio e/ou de aspectos econômico-financeiros.

Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação), assim como será oferecida assistência integral, imediata e gratuita, pelo tempo que for necessário em caso de danos decorrentes desta pesquisa.

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/UFRPE no endereço: **Rua Manoel de Medeiros, S/N Dois Irmãos – CEP: 52171-900 Telefone: (81) 3320.6638 / e-mail: cep@ufrpe.br (1º andar do Prédio Central da Reitoria da UFRPE, ao lado da Secretaria Geral dos Conselhos Superiores).** Site: www.cep.ufrpe.br.

(Assinatura da pesquisadora)

ASSENTIMENTO DO(A) MENOR DE IDADE EM PARTICIPAR COMO VOLUNTÁRIO(A)

Eu, _____, portador (a) do documento de Identidade _____, abaixo assinado, concordo em participar do estudo ABORDAGEM DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS ARTICULADA AO ROLE PLAYING GAME (RPG) PARA O ESTUDO DE MODELOS ATÔMICOS NO ENSINO MÉDIO, como voluntário(a). Fui informado(a) e esclarecido(a) pela pesquisadora sobre a pesquisa, o que vai ser feito, assim como os possíveis riscos e benefícios que podem acontecer com a minha participação. Foi-me garantido que posso desistir de participar a qualquer momento, sem que eu ou meus pais precise pagar nada.

Local e data: _____

Assinatura do(a) menor

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar. (02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

APÊNDICE D – TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE COLETA DE DADOS



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO - PRPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS – PPGE

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE COLETA DE DADOS

Eu, _____, li o texto acima e compreendi a natureza e objetivo do estudo que fui convidado a participar. A explicação que recebi menciona a justificativa, objetivo, a forma de obtenção dos dados e os riscos e benefícios do estudo. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação no estudo a qualquer momento sem justificar minha decisão. **Eu concordo voluntariamente em participar deste estudo.**

Assinatura do Participante ou responsável

Data: ____/____/____

Assinatura do Responsável pela realização de coleta de dados

Data: ____/____/____

APÊNDICE E – TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO - PRPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS – PPGE

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM

Eu _____, CPF _____, RG _____, depois de conhecer e entender os objetivos, procedimentos metodológicos, riscos e benefícios da pesquisa, bem como de estar ciente da necessidade do uso de minha imagem, especificados no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), AUTORIZO, através do presente termo, a pesquisadora **Gabriela Rejane Silva de Medeiros**, e está sob orientação de: **Profª. Drª. Verônica Tavares Santos Batinga**, do projeto de pesquisa intitulado **A abordagem de Resolução de Problemas articulada ao Role Playing Game (RPG) para o estudo de modelos atômicos no ensino médio** a realizar as fotos/filmagem que se façam necessárias e/ou a colher meu depoimento sem quaisquer ônus financeiros a nenhuma das partes.

Ao mesmo tempo, libero a utilização destas fotos/imagens (seus respectivos negativos) em favor dos pesquisadores da pesquisa, acima especificados, obedecendo ao que está previsto nas Leis que resguardam os direitos das crianças e adolescentes (Estatuto da Criança e do Adolescente – ECA, Lei N.º 8.069/ 1990).

Limoeiro, em ____/ ____/ 2023.

Participante

Responsável Legal CPF e RG (Caso o participante seja menor - incapaz)

Pesquisador responsável

APÊNDICE F – TERMO DE COMPROMISSO E CONFIDENCIALIDADE



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO - PRPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS – PPGE

TERMO DE COMPROMISSO E CONFIDENCIALIDADE

Título do projeto: A abordagem de Resolução de Problemas articulada ao Role Playing Game (RPG) para o estudo de Modelos Atômicos no Ensino Médio

Nome Pesquisadora responsável: Gabriela Rejane Silva de Medeiros

Instituição/Departamento de origem do pesquisador: Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

Endereço completo do responsável: Rua [REDACTED]

Telefone para contato: [REDACTED] **E-mail:** [REDACTED]

Orientadora/fone contato/e-mail: Verônica Tavares Santos Batinga, [REDACTED], e-mail: [REDACTED]

A pesquisadora do projeto acima identificado assume o compromisso de:

- Garantir que a pesquisa só será iniciada após a avaliação e aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Federal Rural de Pernambuco – CEP/UFRPE e que os dados coletados serão armazenados pelo período mínimo de 5 anos após o término da pesquisa;
- Preservar o sigilo e a privacidade dos voluntários cujos dados serão estudados e divulgados apenas em eventos ou publicações científicas, de forma anônima, não sendo usadas iniciais ou quaisquer outras indicações que possam identificá-los;
- Garantir o sigilo relativo às propriedades intelectuais e patentes industriais, além do devido respeito à dignidade humana;
- Garantir que os benefícios resultantes do projeto retornem aos participantes da pesquisa, seja em termos de retorno social, acesso aos procedimentos, produtos ou agentes da pesquisa;
- Assegurar que os resultados da pesquisa serão anexados na Plataforma Brasil, sob a forma de Relatório Final da pesquisa;

Os dados coletados nesta pesquisa (aplicação de questionário, videografia, observação e registro de todo o processo), ficarão armazenados em uma pasta de arquivo do computador pessoal, sob a responsabilidade da pesquisadora responsável no endereço acima informado, pelo período de mínimo 5 anos após o término da pesquisa.

Limoeiro, ____ de _____ de 2023.

Assinatura Pesquisador Responsável

APÊNDICE G – ENREDO DO JOGO

EM BUSCA DA MAGIA PERDIDA DO MAGO DALTON: ATOMUS

INÍCIO DO ENCONTRO II

Inicialmente foi apresentado o cenário da aventura e o quê os jogadores estavam em busca (reino perdido de Bohr). Eles iniciaram dentro de uma floresta mágica nas proximidades da primeira cidade (Gryford), pois foi nesse local que a mágica teve início. Os jogadores estavam de posse de um mapa (figura 20) que mostrava como era a cidade e quais locais eles podiam ir em busca de pistas sobre o que era essa magia. Dentro da cidade existiam três possíveis locais com pistas – igreja, moinho e celeiro.

Figura 20: Mapa de Gryford.



Fonte: Elaborada pela autora (2023) (<https://inkarnate.com/>).

A aventura teve início com o mestre:

Mestre: Os aventureiros adentram a floresta mágica e chegam nos limites de Gryford. Ao chegarem na cidade, eles percebem que é uma cidade bem pacata e seus moradores ficam assustados com a sua presença. Logo os moradores os cercam para saber o que eles desejam.

AÇÃO DOS JOGADORES

Mestre: Ao conversarem com os moradores eles foram em busca de possíveis pistas. Ao adentrarem na igreja eles vão em busca de livros antigos, manuscritos, pergaminhos... Eles percebem que existem um manuscrito com uma linguagem diferente. Eles observam que são círculos desenhados de várias formas.

AÇÃO DOS JOGADORES

Mestre: Eles não conseguem decifrar o que é e vão em busca de mais locais. Aqui eles vasculham os locais e devem ir para a o moinho e descobrem uma passagem secreta ao pisarem em uma tábua em falso. De repente eles se deparam com um local cheio de vidrarias, poções e mais livros antigos. Também encontram um protótipo de uma bola, mas essa bola não tem nada. Próximo a esse protótipo tem um livro. Ao abrirem um livro eles observam o seguinte enigma:

Não posso ser criado nem destruído
Sou minúsculo e indivisível
Posso ser igual ou diferente
Quando mais de mim se junta algo formamos
O que sou?

AÇÃO DOS JOGADORES

Mestre: Os aventureiros nesse momento foram em busca de mais pistas. Ao irem para o celeiro abandonado eles percebem que ali habita um feiticeiro que não gosta de ser incomodado. Ao se aproximarem do vidente, os jogadores decidem pedir ajuda.

AÇÃO DOS JOGADORES

Mestre – Feiticeiro: Tem uma visão do que eles estão perguntando e fala:

Embaixo de mim, a magia morreu. Em mim, ela renasceu.

AÇÃO DOS JOGADORES

Mestre: Ao entenderem que a visão se referia à cidade que Thomson viveu eles devem ir em direção à próxima cidade.

FINAL DO ENCONTRO II

O final desse encontro, os estudantes estavam de posse de duas informações, a primeira se refere as representações dos átomos de Dalton e o segundo um enigma com postulados do modelo atômico de Dalton.

INÍCIO DO ENCONTRO III

Esse encontro foi dividido em dois momentos a primeira aula foi destinada para a vivência da aventura e a segunda aula foi um momento investigativo. De posse das informações do encontro II e do encontro III (primeira parte), os estudantes buscaram

solucionar os enigmas. Foi levado para sala recortes de texto sobre os modelos atômicos vistos (Dalton e Thomson), imagens e o livro didático dos estudantes.

Neste momento, a aventura retomou com o mestre:

Mestre: Os aventureiros começaram na floresta em busca da cidade de Linsmedar, em busca de respostas para os enigmas. Aqui eles percebem que estavam sendo seguidos por um bruxo e logo em seguida caem em uma armadilha. Os jogadores são roubados e ficaram presos na floresta em uma rede. Nessa cena eles tentam rastrear o bruxo, para isso rolaram dados de habilidades, dados de furtividade e intimidador.

AÇÃO DOS JOGADORES

Mestre: Após conseguirem sair da floresta, os jogadores chegaram em Linsmedar, eles devem ir atrás das pistas roubadas e novas pistas sobre a magia Atomus. Ao chegarem na cidade percebem que é uma cidade mais desenvolvida e possui mais moradores. Os aventureiros se dirigem para uma taverna em busca de pistas. Aqui eles rolaram dados de furtividade, carisma e sabedoria para conseguirem um mapa da cidade.

AÇÃO DOS JOGADORES

Mestre: Ao conseguirem um mapa eles foram em direção a um templo. No templo eles procuram por livros antigos, mas não conseguem encontrar nada. E foram na busca do feiticeiro.

Figura 21: Mapa de Linsmedar.



Fonte: Elaborada pela autora (2023).

AÇÃO DOS JOGADORES

Mestre: Os aventureiros fizeram uma busca em torno da cidade e observaram que uma sombra estava passando perto deles e decidem seguir. Eles encontram o feiticeiro em um prédio nos arredores da cidade e decidem confrontá-lo. Aqui eles rolaram dados de furtividade, investigação, intuição. Ao entrarem no prédio eles percebem que se trata da antiga fortaleza do feiticeiro Thomson!

AÇÃO DOS JOGADORES

Mestre: Os aventureiros enganam o feiticeiro e adentraram para o antigo laboratório de Thomson.

AÇÃO DOS JOGADORES

Mestre: Ao procurarem as pistas roubadas eles percebem que elas estão próximas de um diário.

AÇÃO DOS JOGADORES

Mestre: Os aventureiros abrem o diário e percebem que era o antigo diário do feiticeiro Thomson!!!

AÇÃO DOS JOGADORES

Mestre: Os aventureiros descobrem que existem muitas informações sobre a Magia Atomus e que provavelmente o feiticeiro que roubou as pistas deles estava querendo também encontrar o Reino de Bohr. Ao folhearem o diário eles se deparam com vários desenhos sobre a magia Atomus de Thomson, e muitas informações parecida com as pistas da magia Atomus de Dalton.

AÇÃO DOS JOGADORES

Mestre: Eles encontram uma página contendo a explicação dos postulados de Dalton. Uma página explicando sobre a formação dos compostos e uma explicação sobre o modelo atômico de Thomson. De posse das informações os jogadores buscaram desvendar os enigmas da magia de Dalton e o que muda para Thomson.

AÇÃO DOS JOGADORES

Mestre: Os aventureiros escutaram um barulho vindo em direção ao laboratório e percebem que o feiticeiro está de volta. As pressas os jogadores procuraram alguma outra saída ou

passagem secreta. Mas antes eles pegam um protótipo da magia Atomus de Thomson que o feiticeiro estava estudando.

AÇÃO DOS JOGADORES

Mestre: Ao passarem a mão por uma das estantes percebem que é uma passagem e entram. Tudo está muito empoeirado e sujo, os aventureiros adentram ainda mais o local até chegarem na antiga biblioteca subterrânea de Thomson.

É nesse momento que a parte II do encontro iniciou. Os estudantes possuíam as informações do Mago Dalton e dos escritos do feiticeiro Thomson. Desta forma eles investigaram na vida real em: livros, recortes de textos, esquemas dos modelos atômicos visto até o momento da vivência. Os estudantes fizeram inferências sobre os enigmas, sugeriram algumas possíveis soluções para o que pode ter acontecido com o átomo e observaram a evolução que o átomo teve entre o modelo sugerido por Dalton e por Thomson.

FINAL DO ENCONTRO III

Ao final da aula, eles enceram em busca de uma saída da biblioteca. Independente do caminho que tomarem na biblioteca, todos irão terminar na entrada de uma caverna que é o final da passagem subterrânea. Assim que saírem, estarão ao lado de uma cidade Araúna.

INÍCIO DO ENCONTRO IV

Os estudantes retomam na entrada da cidade onde bruxo Rutherford estudou a magia Atomus. Eles iniciam em frente a uma fonte mágica e percebem que existe alguma coisa nela, mas não dão muita atenção e decidem ir em busca de pistas novamente em uma taverna.

Neste momento a aventura retorna com o mestre:

Mestre: Ao se encaminharem para uma taverna, os aventureiros percebem que um velho sábio está vindo em sua direção.

Mestre – Velho Sábio: Que satisfação em poder conhecer vocês! Sou um velho sábio e reconheço que vocês vieram de muito longe e estão em busca da magia Atomus!

AÇÃO DOS JOGADORES

Mestre – Velho Sábio: Eu logo reconheci que vocês não seriam daqui. Ninguém anda muito perto do poço mágico. Também percebo que vocês buscam algo! Então me digam, vocês vieram da biblioteca subterrânea do feiticeiro Thomson?

AÇÃO DOS JOGADORES

Mestre – Velho Sábio: Quando eu era jovem também tentei encontrar o Reino perdido, mas nunca fui honrado para isso. Mas posso ajudar vocês.

AÇÃO DOS JOGADORES

Mestre – Velho Sábio: A antiga fortaleza do bruxo Rutherford é o lugar que vocês devem visitar. Mas vocês devem ter muito cuidado! Essa cidade pode ser muito enigmática.

AÇÃO DOS JOGADORES

Mestre: Nesse momento o velho sábio some como uma sombra. Os aventureiros vão em busca da fortaleza de Rutherford, mas existe um problema, não existe um mapa que possam os guiar. Eles podem ir atrás de mais informações em tavernas ou decidir irem para um morro mais alto e ver de onde possivelmente fica a fortaleza. Se eles escolherem a taverna, não descobrirão nada e se forem para o morro irão se topar com um mago que irá mostrar a direção da fortaleza.

AÇÃO DOS JOGADORES

Mestre: Caso consigam se encontrar com o mago eles vão em direção a um bosque. Após andarem por um período eles chegam em frente à fortaleza!

AÇÃO DOS JOGADORES

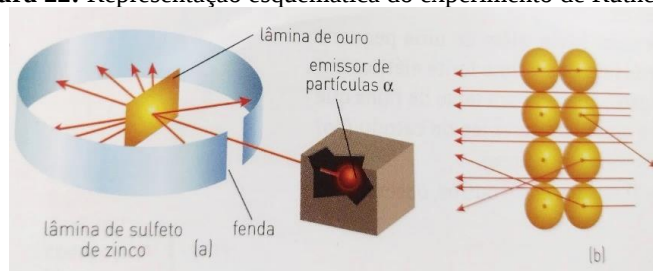
Mestre: Dentro da fortaleza eles buscam o laboratório e a biblioteca em busca de pista. Ao chegarem no laboratório eles se deparam com o experimento de Rutherford (figura 22), porém sem nenhuma emissão.

AÇÃO DOS JOGADORES

Mestre: Os aventureiros devem procurar pelas anotações de como o experimento funciona.

AÇÃO DOS JOGADORES

Figura 22: Representação esquemática do experimento de Rutherford.

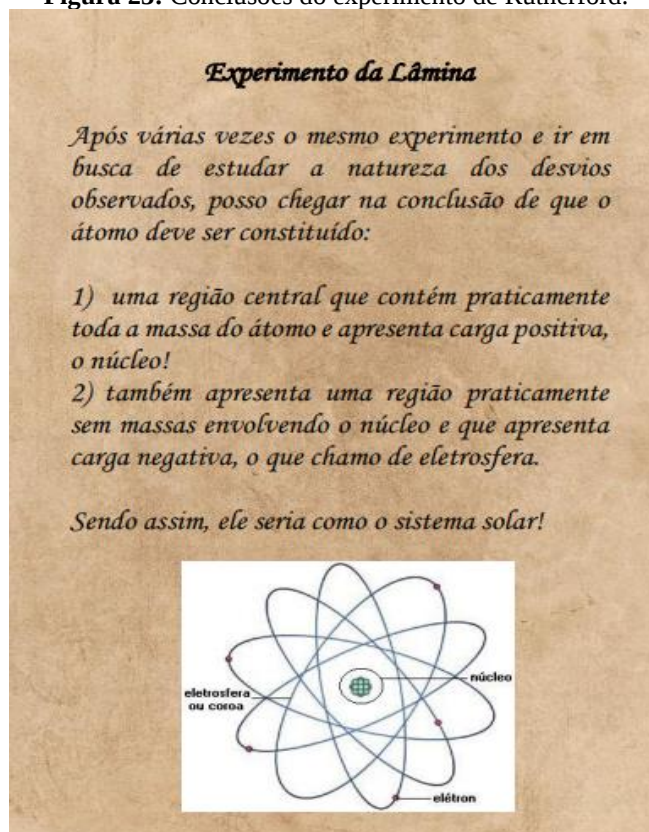


Fonte: Usberco e Salvador (2014).

Mestre: Após analisarem o experimento que pôde explicar um pouco sobre qual era a essência da magia Atomus, os aventureiros devem encontrar um protótipo de como a magia Atomus de Rutherford era e um envelope que estava em um fundo falso de uma gaveta. Os aventureiros abrem o envelope e se deparam com as conclusões sobre a Magia Atomus.

AÇÃO DOS JOGADORES

Figura 23: Conclusões do experimento de Rutherford.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Mestre: Os aventureiros agora possuem três protótipos da evolução da magia Atomus e muitas informações sobre a magia. Nesse momento eles precisam encontrar o que falta para completar a magia. Ainda dentro da fortaleza eles procuram alguma informação oculta e encontram um enigma:

Aos aventureiros que aqui ousaram pisar,
digo-lhes que, apenas um desafio poderá daqui os tirar.

Às vezes sou pequeno e maciço,
às vezes carregado e oco,
mas não se engane, sou real!

O que eu sou?

AÇÃO DOS JOGADORES

Mestre: Ao conseguirem responder um livro cai da prateleira e se abre em uma página que mostra um portal. Esse portal fica dentro da fonte, onde começaram inicialmente a busca! Os aventureiros se dirigem até o local.

AÇÃO DOS JOGADORES

Mestre: ao chegarem na fonte, os aventureiros não sabem como abrir o portal e examinam a fonte. Ao olhar toda a fonte eles encontram uma inscrição:

Aqueles que buscam a fonte da magia, deixem seus medos aqui e entrem ou entrem com seus medos e surpreendam-se.

FINAL DO ENCONTRO IV

INÍCIO DO ENCONTRO V

Inicialmente a aventura é retomada com o mestre:

Mestre: Os aventureiros iniciam sua última parte da jornada em frente a um mago!

Mestre – Mago: Saudações, aventureiros. Vocês conseguiram! São os primeiros a chegarem ao Reino de Bohr desde o último acontecimentos. Aqui existe um vasto conhecimento pesquisado por muitos antes de nós existirmos! O que vocês buscavam em sua jornada?

AÇÃO DOS JOGADORES

Figura 24: Representação do Reino de Bohr.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Mestre – Mago: Ah! Vocês estão em busca da poderosa Magia Atomus! Mas infelizmente não posso ajudar vocês a encontrar ela! Mas posso dizer informar onde vocês podem encontrar informações! Vocês já têm um lugar específico para visitar?

AÇÃO DOS JOGADORES

Mestre – Mago: Bom, vocês podem começar na biblioteca de nossa vila M, pois ela fica mais próxima ao castelo que Bohr morava.

Mestre: Ao chegarem na biblioteca o Mago se despede e deseja boa sorte!

Mestre – Mago: Boa Sorte aventureiros! Que vocês consigam desvendar todos os mistérios!

AÇÃO DOS JOGADORES

Mestre: Os aventureiros pedem ajuda a um sacerdote que está dentro da biblioteca.

AÇÃO DOS JOGADORES

Mestre: O sacerdote ajuda os aventureiros chegarem na seção correta e fala para tomar cuidado.

Mestre – Sacerdote: Cuidado bravos aventureiros, nem tudo o que é esquecido precisa ser lembrado. E vai embora

AÇÃO DOS JOGADORES

Mestre: Os aventureiros buscam encontrar alguma informação que complementem os protótipos que eles já possuem. Os aventureiros precisam lembrar que no início da aventura foi dito que os que viajam para longe do núcleo absorvem pontos luminosos (os “quantum” mágicos) e os que viajam para perto do núcleo liberam os mesmos pontos em forma de luz.

AÇÃO DOS JOGADORES

Mestre: Os aventureiros decidem observar se esses pontos luminosos realmente existiam e que cores seriam. Os aventureiros devem se dirigir para perto de uma janela e observar.

AÇÃO DOS JOGADORES

Mestre: Os aventureiros observam por alguns minutos e percebem que só eram emitidas radiações de certos tamanhos ou de certas frequências bem determinadas, e não de quaisquer valores, perceberam também que as cores variavam, assim como acontecia nos fogos de artifícios.

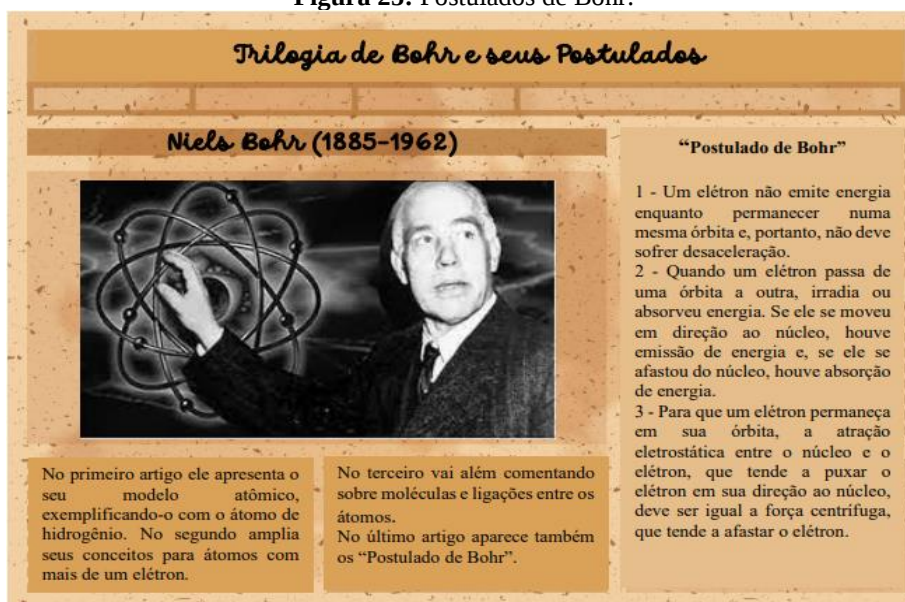
AÇÃO DOS JOGADORES

Mestre: Em busca de mais informações os aventureiros procuram em mais seções de livros e descobrem a seção de livros proibidos. A capa de um desses livros lembra muito a magia Atomus de Rutherford, mas com algumas diferenças.

AÇÃO DOS JOGADORES

Mestre: Os aventureiros devem pegar esse livro e observar os esquemas e ilustrações. Ao folhearem o livro cai algumas folhas, que na verdade é um texto com o título: Trilogia de Bohr e seus Postulados. Esse texto resume no final as informações mais importantes do modelo de Bohr.

Figura 25: Postulados de Bohr.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

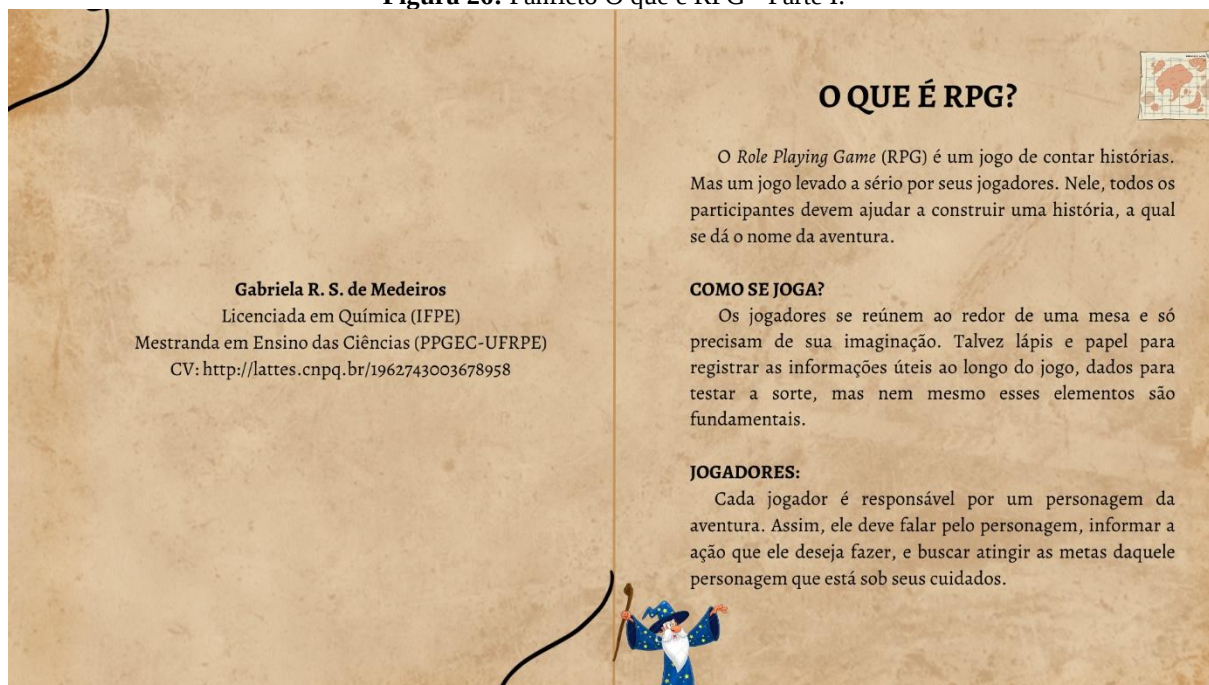
AÇÃO DOS JOGADORES

Mestre: Os aventureiros devem começar a entender o que acontece quando se passa de um nível para o outro e que na verdade a magia não estava desaparecida. Ao perceber que muitas pessoas mal-intencionada poderiam usar a magia Atomus para fazer o mal, Bohr decidiu falar para todos do reino que a magia havia desaparecido.

Ao final da aventura os aventureiros decidem ficar no Reino de Bohr e estudar aperfeiçoar a Magia Atomus.

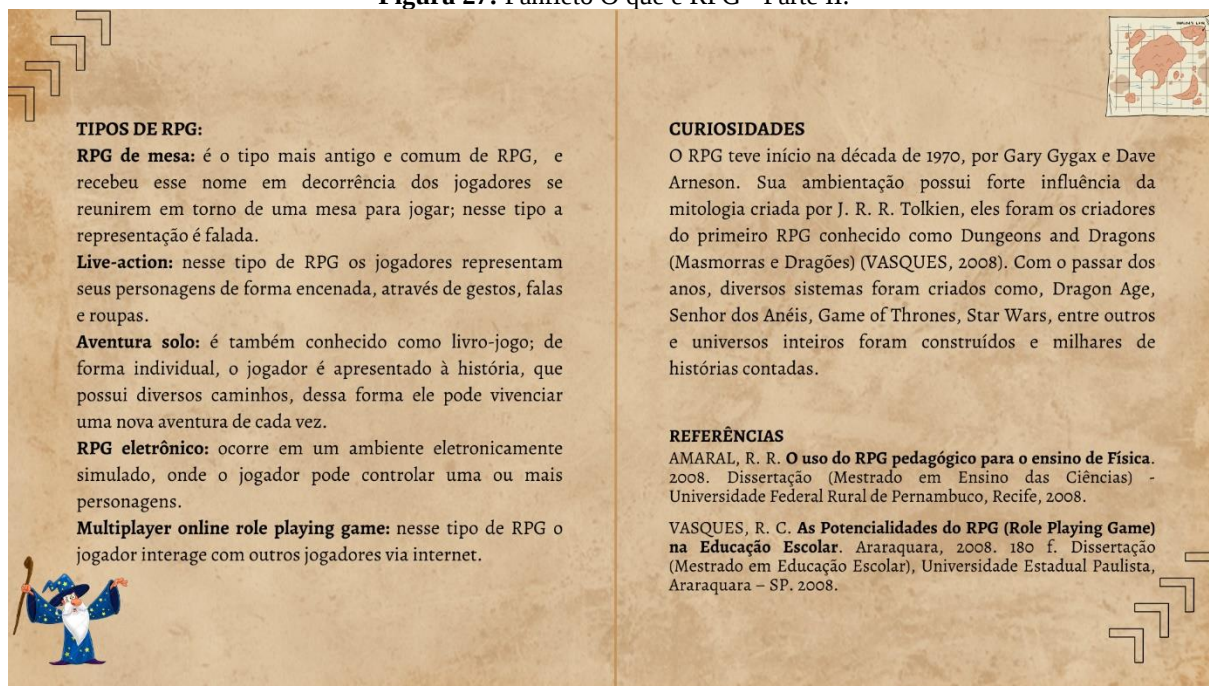
APÊNDICE H – FICHA DO PROBLEMA/O QUE É RPG

Figura 26: Panfleto O que é RPG - Parte I.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Figura 27: Panfleto O que é RPG - Parte II.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

APÊNDICE I – FICHA DO PROBLEMA

Figura 28: Ficha do problema proposto

The image is a worksheet for a chemistry problem. At the top, there are four logos: UFRPE, PPGE, CAPES, and NUPEABRP. Below these logos, the text reads: "UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO", "PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO - PRPG", and "PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS - PPGE". The main text of the problem is: "Ao longo dos anos, as propriedades, características e a natureza do átomo foram sendo desvendadas pelos cientistas por meio de investigações científicas, e com a ajuda de aparatos tecnológicos. Foi um processo de pesquisa no qual as evidências de estudos já realizados anteriormente não poderiam ser desprezadas. Baseado nas diferentes ideias a respeito do átomo, como você o descreveria? Você pode usar desenhos para fazer a descrição. Quais as diferenças entre os quatro modelos propostos para o átomo, que até hoje são descritos nas pesquisas e nos livros didáticos de Química? Descreva algumas aplicações do conceito de modelos atômicos. Justifique suas respostas." The page is decorated with a map of Brazil on the left, a wizard on the right, and a sword at the bottom left. The writing area is filled with horizontal dashed lines.

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

APÊNDICE J – FICHA DE PERSONAGEM

Figura 29: Ficha de Personagem.

Nome do Personagem

Profissão

FICHA DE PERSONAGEM

Habilidades

Equipamentos

Armamento

Proteção

Traços de Personalidade

Perícias

Acrobacia

Atletismo

Blefar

Furtividade

Intuição

Investigação

Percepção

Persuasão

Sobrevivência

Sabedoria

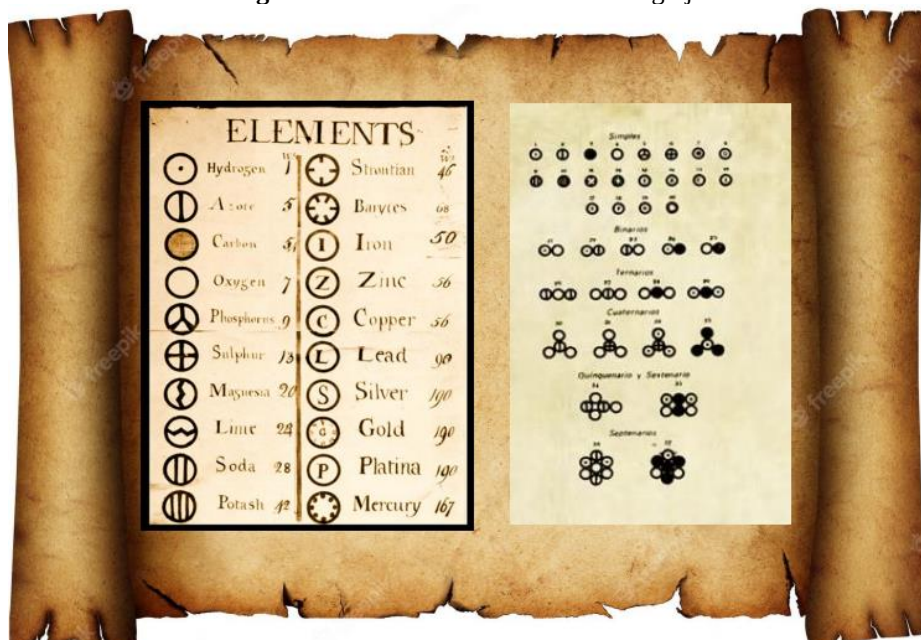
Destreza

Carisma

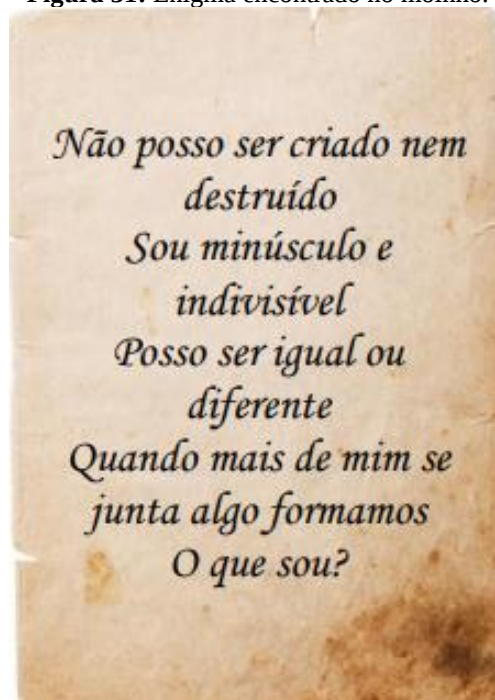
Inteligência

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

APÊNDICE K – ENIGMAS, DICAS PARA O MODELO ATÔMICO DE DALTON

Figura 30: Manuscrito encontrado na igreja.

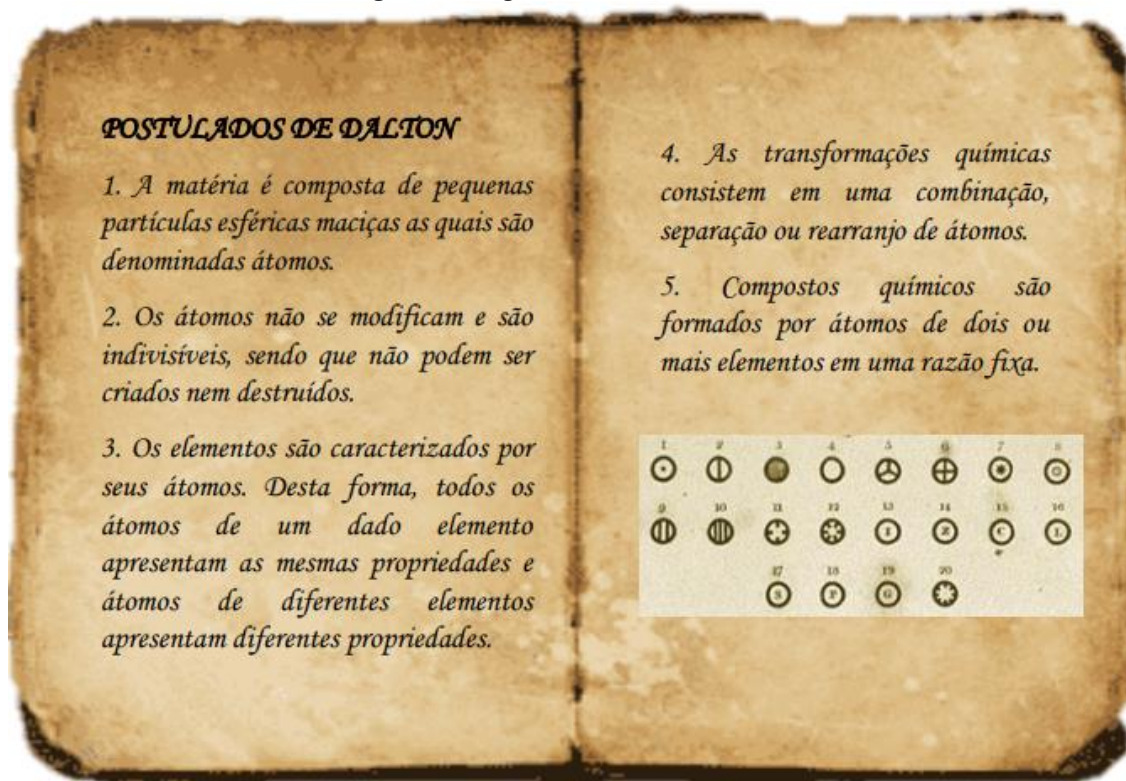
Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Figura 31: Enigma encontrado no moinho.

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

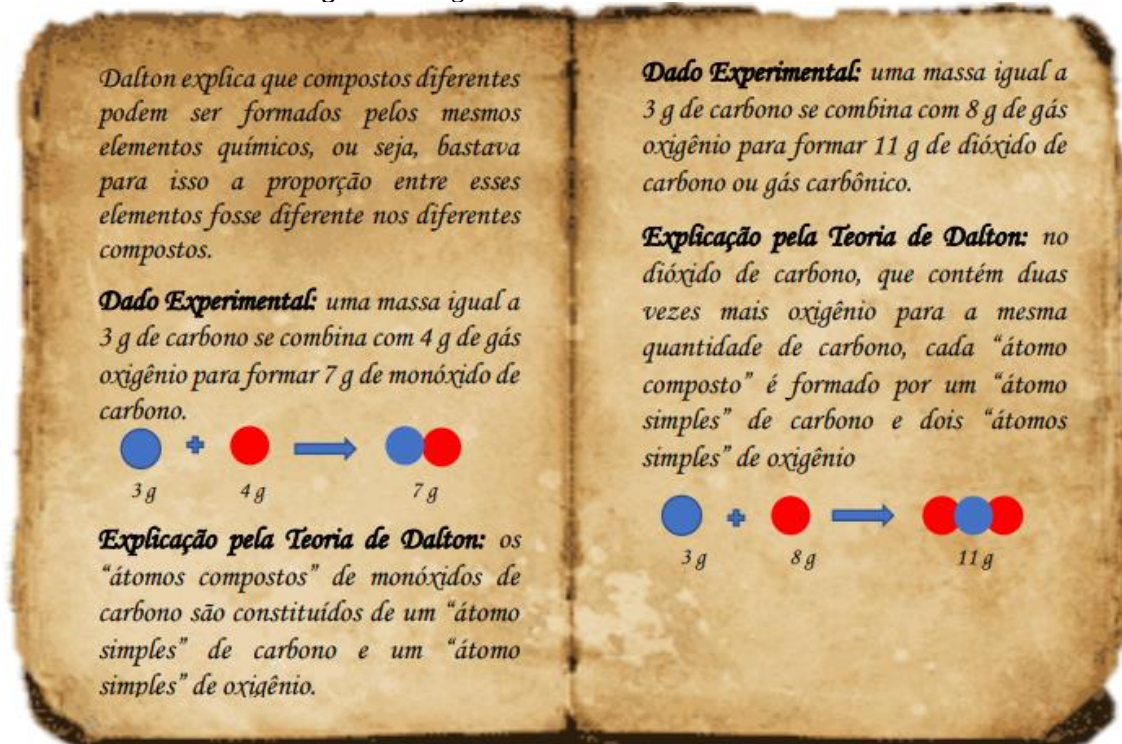
APÊNDICE L - ENIGMAS, DICAS PARA O MODELO ATÔMICO DE THOMSON

Figura 32: Páginas do diário de Thomson



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Figura 33: Páginas do diário de Thomson - Parte II



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Figura 34: Páginas do diário de Thomson - Parte III



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

APÊNDICE M – FICHA DE REGISTRO 01

Figura 35: Ficha de Registro 01 - Encontro II.



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO - PRPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS - PPGE

Código do Estudante: _____
Data da Aplicação: _____

Desvendando o Atomus
Ficha 01

Com base nos seus conhecimentos acerca da temática, o que você acha que é a magia Atomus?

Descreva as características da magia Atomus de Dalton vistas no encontro de hoje.

Qual foi sua experiência no encontro de hoje?

O que você achou do tempo do encontro de hoje para o jogo?

Comentários adicionais. Fique a vontade para escrever o que você achar pertinente a respeito da vivência.

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

APÊNDICE N – FICHA DE REGISTRO 02

Figura 36: Ficha de Registro 02 - Encontro III.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO - PRPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS - PPGE

Código do Estudante: _____
Data da Aplicação: _____

**Desvendando o Atomus
Ficha 02**

Descreva as características da magia Atomus de Tomson vistas no encontro de hoje.

Qual foi sua experiência no encontro de hoje?

Com base na vivência da aventura hoje, qual seria as possíveis soluções para resolver o problema proposto?

O que você achou do tempo do encontro de hoje para o jogo?

Comentários adicionais. Fique a vontade para escrever o que você achar pertinente a respeito da vivência.

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

APÊNDICE O – FICHA DE REGISTRO 03

Figura 37: Ficha de Registro 03 - Encontro IV.






UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO - PRPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS - PPGE

Código do Estudante: _____
Data da Aplicação: _____



**Desvendando o Atomus
Ficha 03**

Descreva as características da magia Atomus de Rutherford vistas no encontro de hoje.

Qual foi sua experiência no encontro de hoje?

Com base na vivência da aventura hoje, qual seria as possíveis soluções para resolver o problema proposto?

A vivência da aventura ajudou no entendimento do conteúdo?

O que você achou do tempo do encontro de hoje para o jogo?

Comentários adicionais. Fique a vontade para escrever o que você achar pertinente a respeito da vivência.

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

APÊNDICE P – FICHA DE REGISTRO 04

Figura 38: Ficha de Registro 04 - Encontro V.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO - PRPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS - PPGE

Código do Estudante: _____
Data da Aplicação: _____

**Desvendando o Atomus
Ficha 04**

Descreva as características da magia Atomus de Bohr .

Qual foi sua experiência na vivência da aventura completa?

A vivência da aventura ajudou no entendimento do conteúdo?

O que você achou do tempo utilizado?

Comentários adicionais. Fique a vontade para escrever o que você achar pertinente a respeito da vivência.

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

APÊNDICE Q – FICHA DE AUTOAVALIAÇÃO

Figura 39: Ficha de Autoavaliação.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO - PRPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS - PPGE

Código do Estudante: _____
Data da Aplicação: _____



Autoavaliação

Como você avalia sua experiência na vivência da aventura?

Quais outras estratégias você poderia utilizar para resolver o problema?

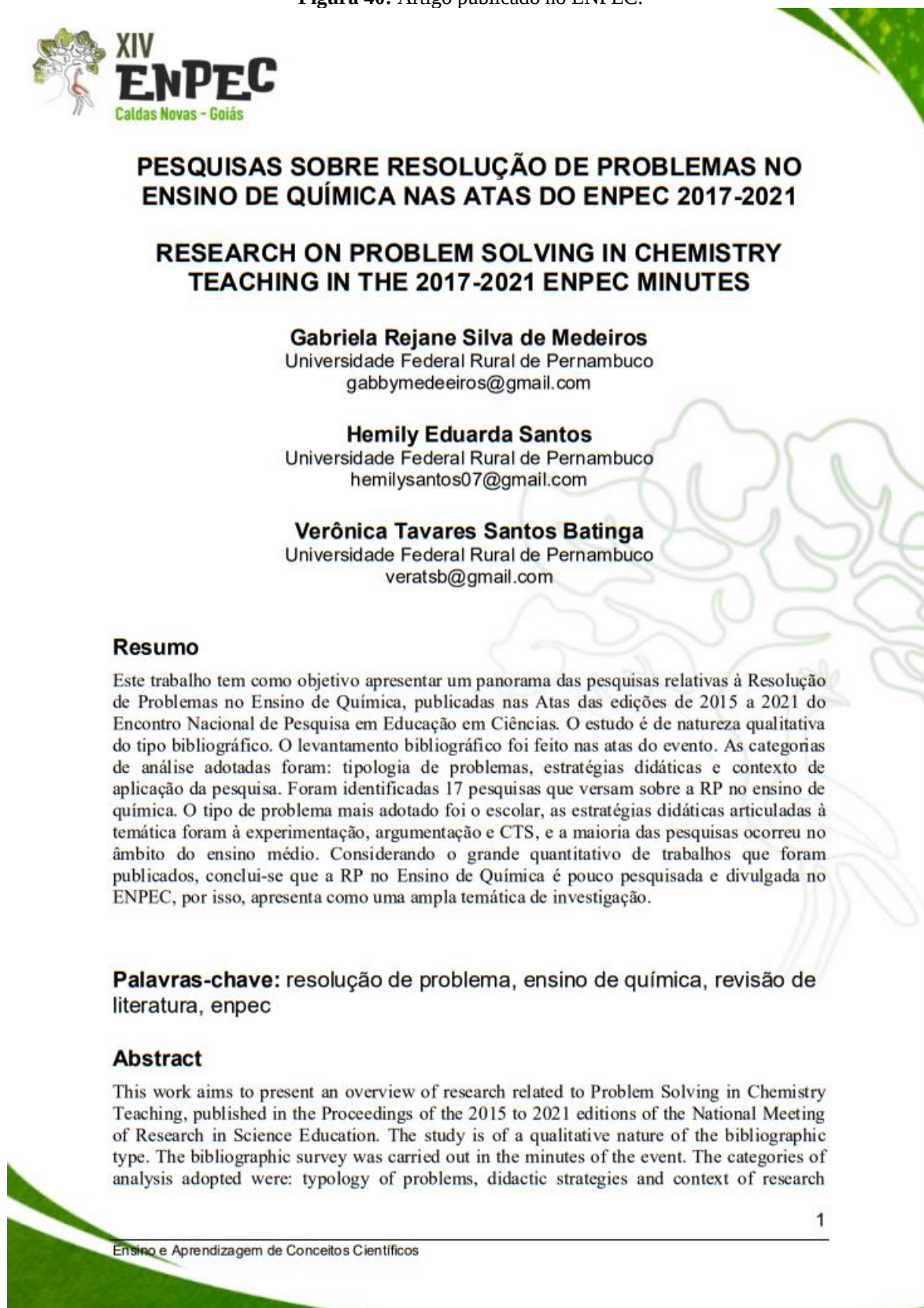
O que você achou da interação da turma durante a vivência da aventura?

Qual sua opinião acerca da utilização dessa atividade para seu aprendizado?

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

ANEXO R – TRABALHOS PUBLICADOS EM EVENTOS

Figura 40: Artigo publicado no ENPEC.



Fonte: Dados de Pesquisa (2023).

Figura 41: Artigo publicado no JALEQUIM.



Inovações e Tendências Relacionadas ao Lúdico na Educação Científica - InterLEC

O RPG NO ENSINO DE QUÍMICA: UMA REVISÃO DA LITERATURA

Gabriela R. S. de Medeiros^{1*} (PG), Maria R. V. Freitas² (PG), Verônica T. S. Batinga³ (PQ)

gabbymedeiros@gmail.com

¹ Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

² Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

³ Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

Palavras-Chave: RPG, Ensino de Química, levantamento.

RESUMO:

Este trabalho tem como objetivo apresentar um panorama das pesquisas relativas ao Role Playing Game no Ensino de Química, publicadas na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações de 2000 a 2023. O estudo é de natureza qualitativa do tipo bibliográfico. O levantamento bibliográfico foi feito no site da BDTD. As categorias de análise adotadas foram: informações bibliográficas, nível de ensino e áreas da Química. Foram identificadas 11 pesquisas que versam sobre o RPG no Ensino de Química. Identificou-se que a maioria das dissertações são de origem de mestrados acadêmicos, tendo o ensino médio com a maior prevalência do campo de pesquisa e com predomínio dos conteúdos de Química Geral, já os conceitos mais discutidos são relacionados à tabela periódica e os modelos atômicos. Considerando o grande quantitativo de trabalhos que tratam sobre jogos, conclui-se que o RPG no Ensino de Química é pouco pesquisado, por isso, apresenta como uma ampla temática de investigação.

INTRODUÇÃO

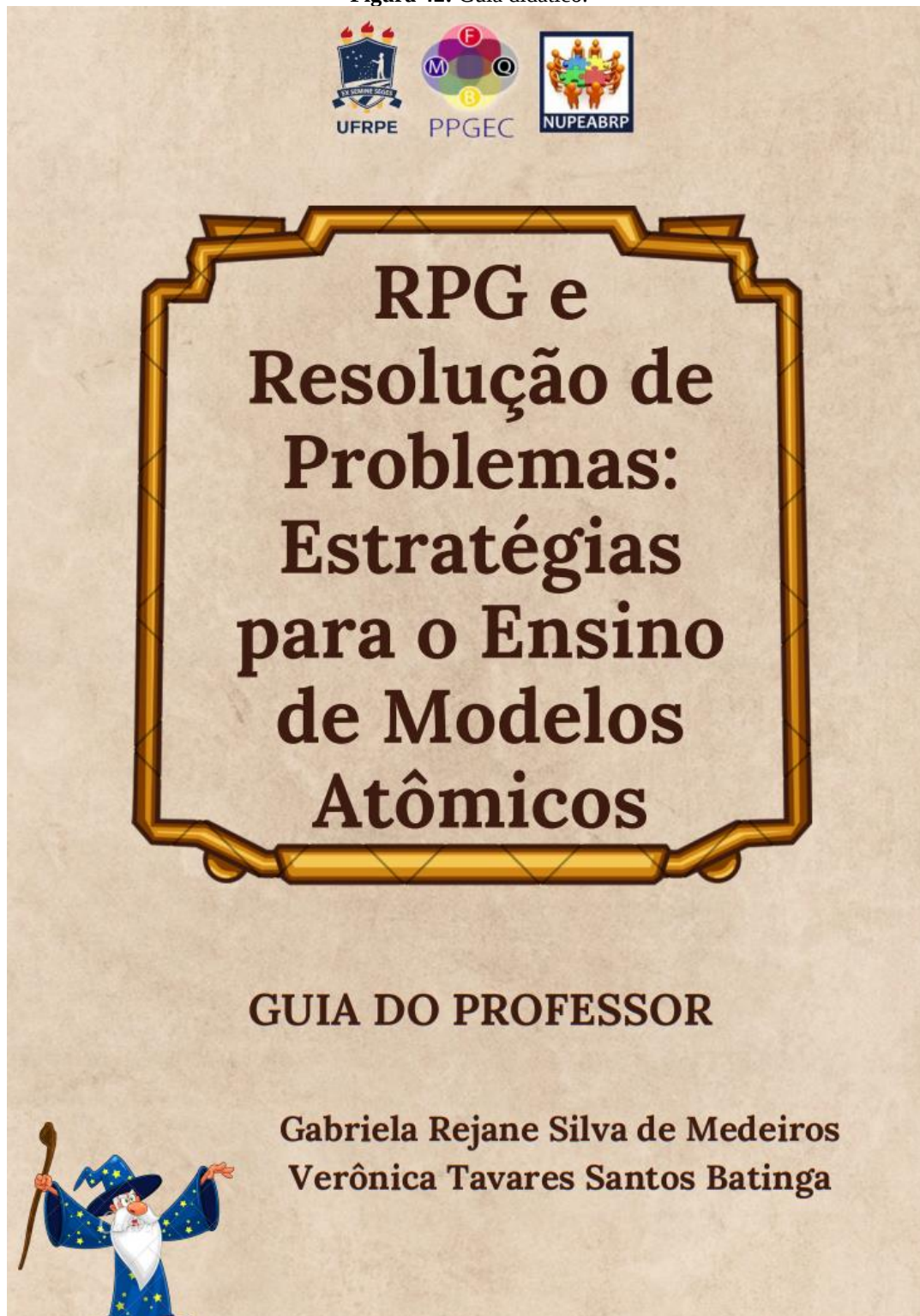
A Química é uma ciência fundamental para a vida, pois como sugere Russel (1994) ela estuda a natureza da matéria, suas transformações e a energia envolvida nesses processos. Nessa direção, o estudo e a compreensão dessa área do conhecimento se tornam relevante para os indivíduos. Concomitantemente, segundo Silva (2018) o ensino e aprendizagem desta disciplina podem possibilitar aos estudantes a compreensão de processos químicos e sua inter-relação com as aplicações tecnológicas e implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas.

Entretanto, muitos conteúdos químicos apresentados para os estudantes são de caráter abstrato, por isso, algumas vezes torna-se difícil de estabelecer uma relação destes conteúdos com o cotidiano e aspectos sócio científicos. E isto, pode influenciar nas dificuldades dos estudantes em compreender os conteúdos de Química e na deficiência de contextualização no ensino destes. De acordo com Saraiva (2017), tais aspectos podem levar os estudantes a não se interessar pelo conhecimento da Química e também apresentar insatisfação e aversão por esta disciplina.

Diante disso, a abordagem didática adotada pelos professores em sala de aula pode ser considerada como um dos fatores que influencia no processo de ensino e aprendizagem (DUARTE et al., 2010). É nessa perspectiva que o uso dos jogos didáticos pode contribuir para a compreensão do conhecimento químico de forma lúdica e contextualizada.

APÊNDICE S – GUIA DIDÁTICO

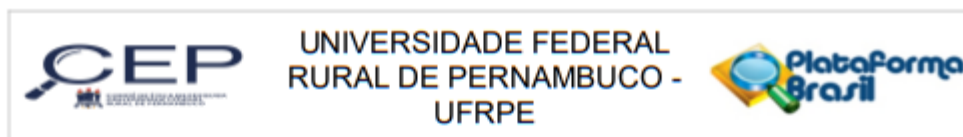
Figura 42: Guia didático.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

ANEXOS

ANEXO A- PARECER DO CEP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: A ABORDAGEM DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS ARTICULADA AO ROLE PLAYING GAME (RPG) PARA O ESTUDO DE MODELOS ATÔMICOS NO ENSINO

Pesquisador: GABRIELA REJANE SILVA DE MEDEIROS

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 68570923.6.0000.9547

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO- UFRPE

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.024.192

Apresentação do Projeto:

As informações aqui descritas foram extraídas do arquivo: "PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2112229.pdf", submetido em 30/03/2023 08:38:24, postado pela pesquisadora na Plataforma Brasil

O Ensino de Química (EQ) no Brasil tem ganhado espaço nas últimas décadas e vem se constituindo em um campo rico de investigação, dentre as inúmeras metodologias que surgiram ao decorrer dos tempos, tem-se a Resolução de Problema. A utilização da Resolução de Problemas no ambiente escolar, pode vir a contribuir para a compreensão dos processos científicos e da natureza da ciência possibilitando ao estudante a promoção de conhecimentos. Na Resolução de Problema, o professor passa a ser o mediador do conhecimento fazendo perguntas e intermediando o caminho percorrido até que o estudante encontre a solução para o problema proposto. A Resolução de Problema também pode estar atrelado aos diversos recursos didáticos, dentre eles, os jogos. Dentre o vasto campo de gêneros de jogos presente na literatura, o Role Playing Game (RPG) é o que mais possui características idênticas com a Resolução de Problema. Neste jogo, os jogadores interpretam personagens, criados pelos próprios

Endereço: Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n Dois Irmãos, 1º andar do Prédio Central da Reitoria da UFRPE
Bairro: Recife **CEP:** 52.171-900
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)3320-6638 **E-mail:** cep@ufrpe.br



UNIVERSIDADE FEDERAL
RURAL DE PERNAMBUCO -
UFRPE



Continuação do Parecer: 6.024.192

Outros	pdf	08:32:32	SILVA DE	Aceito
Outros	CARTEANUENCIAASSINADO.pdf	30/03/2023 08:29:36	GABRIELA REJANE SILVA DE	Aceito
Folha de Rosto	folhaderostoassinada.pdf	30/03/2023 08:12:48	GABRIELA REJANE SILVA DE	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RECIFE, 26 de Abril de 2023

Assinado por:
ANNA CAROLINA SOARES ALMEIDA
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n Dois Irmãos, 1º andar do Prédio Central da Reitoria da UFRPE
Bairro: Recife **CEP:** 52.171-900
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81) 3320-6638 **E-mail:** cep@ufrpe.br