



Universidade de Brasília

Instituto de Química

Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências

Cleberson Souza da Silva

O RPG como instrumento de coleta de dados para a Avaliação da Aprendizagem em Química
segundo a Taxionomia dos Objetivos Educacionais

Brasília – DF,

2024

Cleberson Souza da Silva

O RPG como instrumento de coleta de dados para a Avaliação da Aprendizagem em Química
segundo a Taxionomia dos Objetivos Educacionais

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências do Instituto de Química da Universidade de Brasília como uma das exigências, para obtenção do título de doutor em Educação em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Luiz Dias Cavalcanti

Brasília – DF,

2024

Dedicatória

Dedico esta tese de doutorado à Deus, Nossa Senhora Fátima, minha esposa Ludmila Santos Andrade e a meus pais Valdomiro Cardoso da Silva e Irene Serafim de Souza por sempre acreditarem em mim e me ajudarem nos melhores e piores momentos dessa longa jornada chamada doutorado.

Agradecimentos

Um doutoramento é considerado no Brasil o mais elevado grau de estudo da educação formal. Talvez por isso ele é longo (dura em média 4 anos), nos obriga a cursar pelo menos umas 4 disciplinas teóricas e difíceis sobre os mais diversos assuntos da Educação em Ciências, além disso é preciso que escrevamos no mínimo 2 trabalhos completos e os apresentemos em eventos nacionais da área, publique 1 artigo em uma revista científica qualificada pelo QUALIS CAPES e, depois disso tudo ainda é preciso que escrevamos um texto enorme que minimamente tenha condições de contribuir de alguma forma com os seus pares. Digo tudo isso, não para assustar quem um dia fará um doutorado, mas para afirmar que você não consegue passar por todo esse processo sozinho. Por isso, eu gostaria aqui de agradecer enormemente divindades, pessoas e instituições que me ajudaram muito nesse longo caminho chamado: doutorado.

Primeiramente, gostaria de agradecer à Deus e a Nossa Senhora sob os títulos de Aparecida (Brasil), Fátima (Portugal), Guadalupe (México) e Graças (França) por terem me dado saúde, disposição, ânimo, sabedoria e coragem para finalizar este doutorado.

Gostaria de agradecer ao meu orientador o prof. Dr. Eduardo Luiz Dias Cavalcanti por ser um excelente orientador que nos ensina, mostra o caminho, puxa a orelha, briga, conta histórias, nos recebe em sua própria casa, nos dá de comer e de beber (cervejas caras e chiques), nos incentiva, fica feliz e celebra conosco as nossas conquistas. Eduardo eu jamais teria um doutorado se não fosse com o seu suporte, ajuda, incentivo e parceria. Muito obrigado, e que Deus lhe pague, pois eu não tenho condições para lhe pagar pelo que fez por mim!

Quero agradecer aos meus pais Valdomiro Cardoso da Silva e Irene Serafim de Souza, irmãos: Tiago e Luciene, sogros: Sebastião e Fátima e cunhadas: Lorena e Glenya por sempre acreditarem em mim e por me ajudarem em tudo que eles podiam. A vocês tenho eterna gratidão.

Agradeço a minha dona Ludmila Santos Andrade por sempre caminhar comigo segurando em minha mão seja em momentos alegres, e nos momentos difíceis. Ela que sempre celebra e festeja comigo as conquistas, as “meias” conquistas e até as tristezas, afinal não há nada que um bom enroladinho de salsicha assado ou uma pizza caseira não seja motivo para comemorar. Meu amor obrigado por ser minha parceira e estar comigo ajudando no possível e no que não era possível durante este doutorado. Saiba que sua ajuda e companheirismo foram primordiais para que eu conseguisse finalizar esta etapa da minha vida e da minha formação.

Agradeço as minhas colegas de doutorado Michelly, Carol, Rosane e Josy por me suportarem e aguentarem durante todo o doutorado. A ajuda e as palavras de vocês foram primordiais e me deram forças para continuar.

Agradeço enormemente ao Instituto de Química, a Universidade de Brasília, ao Decanato de Pós-Graduação e a CAPES por me concederem, entre outras coisas, quinze mil reais em auxílios para o desenvolvimento da minha pesquisa que serviu para pagar correções e revisões no texto, comprar o software MaxQDA[®] que eu utilizei em minhas análises, pagar a taxa de publicação de um artigo na QNEsc, bancar minhas idas ao ENEQ em Uberlândia e ao JALEQUIM na UnB, além de pagar muitas xeroxs e muitos livros comprados.

Agradeço ao prof. Dr. Roberto Luz coordenador dos cursos de Química da UFPI por me fornecer os dados sobre aprovação e reprovação dos estudantes da licenciatura em Química e ao Departamento de Biologia e ao prof. Dr. William Matsumura coordenador do curso de Ciências Biológicas do Centro de Ciências da Natureza (CCN) da UFPI que na maior gentileza e disponibilidade me emprestaram o laboratório de ensino de Biologia para que eu pudesse montar o meu jogo de RPG.

Agradeço a profa. Dra. Patrícia Machado essa querida, amável e rígida professora que me ensinou muito na disciplina de Educação Científica com enfoque CTS e me ajudou enormemente durante a minha qualificação e defesa com dicas, sugestões e orientações. Agradeço, também, aos professores Dr. Hawbertt Costa e Dr. Thiago de Deus pelas incríveis sugestões e orientações proferidas durante a qualificação e defesa. Aos senhores não tenho palavras para agradecer a ajuda, mesmo assim agradeço: muito obrigado!

Agradeço a Universidade de Brasília por meio do Restaurante Universitário (RU) e da Biblioteca Central (BCE). Na BCE encontrei paz, silêncio, tranquilidade e água gelada para escrever boa parte desta tese. Já no RU era o lugar onde almoçava e as vezes até jantava quando estava na BCE escrevendo esta tese, não posso reclamar da comida que era boa, gostosa e em boa quantidade, sem falar da gentileza e boa vontade de todo o pessoal terceirizado que encontrei por lá.

Agradeço a Secretaria dos Programas de Pós-Graduação do Instituto de Química que na pessoa do Dhoney sempre me ajudou e esteve pronto para sanar e resolver qualquer demanda que eu tivesse. A você Dhoney e aos demais servidores desta secretaria (Sandra, Luciene, entre outros) muito obrigado e Deus lhes pague!

Não poderia deixar de agradecer aos governos da presidenta Dilma e do presidente Lula do Partido dos Trabalhadores, que por meio da expansão de vagas nos programas de pós-graduação, eu, um filho de uma empregada doméstica e de um trabalhador rural serei o primeiro da minha família inteira a concluir um doutorado.

Resumo

Esta tese de doutorado é proveniente de uma pesquisa qualitativa do tipo estudo de caso e apresenta como objeto de estudo o jogo de *Role Playing Game* (RPG) como instrumento para coleta de dados na avaliação da aprendizagem. Desse modo, para conseguirmos estudar esse objeto, elaboramos a pergunta problematizadora a seguir: Como um jogo de RPG do tipo *Live Action* pode ser utilizado como instrumento para coleta de dados para investigar o nível de desenvolvimento cognitivo de estudantes de licenciatura em Química sobre a forma e a estrutura das moléculas? Para nos ajudar a responder essa pergunta-problema, esta pesquisa teve o seguinte objetivo geral: compreender o jogo de RPG do tipo *Live Action* como instrumento avaliativo para investigar o grau de desenvolvimento cognitivo de estudantes de licenciatura em Química sobre a forma e a estrutura das moléculas. Para isso, dividimos essa tese em quatro partes. A primeira parte, composta pelo referencial teórico, que está dividido em 2 capítulos que dissertam a respeito: do jogo de RPG e de uma análise das produções acadêmicas no ensino de Química, Física e Biologia e da avaliação da aprendizagem com foco na Taxionomia dos Objetivos Educacionais. Já a segunda parte desta tese é intitulada de Percurso Metodológico e apresenta os pressupostos metodológicos que guiaram a pesquisa que deu origem a esta tese de doutoramento, bem como explicitamos como o jogo de RPG denominado de: Um Crime na *Purdue* Produtos Químicos, foi construído com base na Taxionomia dos Objetivos Educacionais, de Benjamin Bloom. A terceira parte da tese apresenta os Resultados e Discussão e contém alguns dados provenientes de gravações de áudio e vídeo que foram analisados com a ajuda da técnica de análise de conteúdo por meio de três categorias de análise, a saber: a) entendimento; b) avaliação; e c) caráter lúdico, que emergiram *a posteriori*. A quarta parte desta tese é composta pelas Considerações Finais que apontam, entre outras coisas, contribuições e implicações desta pesquisa em, pelo menos, três aspectos: atual estado das pesquisas sobre o RPG; elaboração de uma aventura de RPG como instrumento de coleta de dados para avaliação da aprendizagem; e proposição de enquadramentos dos estudantes nos domínios cognitivos básico, operacional e global. Além disso, as limitações desta tese foram elencadas como possibilidade para o desdobramento de novas pesquisas na área.

Palavras-chave: Avaliação da Aprendizagem. Taxionomia dos Objetivos Educacionais. Role Playing Game.

Abstract

This doctoral thesis comes from qualitative case study research and presents as its object of study the Role Playing Game (RPG) as an instrument for collecting data in the assessment of learning. Therefore, in order to be able to study this object, we elaborated the following problematizing question: How can a Live Action role-playing game be used as an instrument for collecting data to investigate the level of cognitive development of undergraduate Chemistry students on the form and the structure of molecules? To help us answer this problem question, this research had the following general objective: to understand the Live Action role-playing game as an evaluative instrument to investigate the degree of cognitive development of undergraduate Chemistry students regarding the form and structure of molecules. To do this, we divide this thesis into four parts. The first part, composed of the theoretical framework, which is divided into 2 chapters that discuss: the RPG game and an analysis of academic productions in the teaching of Chemistry, Physics and Biology and the assessment of learning with a focus on the Taxonomy of Objectives Educational. The second part of this thesis is entitled Methodological Path and presents the methodological assumptions that guided the research that gave rise to this doctoral thesis, as well as explaining how the RPG game called: Um Crime na Purdue Produtos Químicos, was built with based on Benjamin Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. The third part of the thesis presents the Results and Discussion and contains some data from audio and video recordings that were analyzed with the help of the content analysis technique through three categories of analysis, namely: a) understanding; b) evaluation; and c) playful character, which emerged afterwards. The fourth part of this thesis is composed of Final Considerations that point out, among other things, contributions and implications of this research in at least three aspects: current state of research on RPG; elaboration of an RPG adventure as a data collection instrument to evaluate learning; and proposing student frameworks in the basic, operational and global cognitive domains. Furthermore, the limitations of this thesis were listed as a possibility for the development of new research in the area.

Keywords: Learning Assessment. Taxonomy of Educational Objectives. Role Playing Game.

Sumário

Introdução.....	11
CAPÍTULO 1	15
1. O Jogo de RPG na Educação em Ciências: um estudo bibliográfico sobre as teses e dissertações defendidas entre 2007 e 2023	15
1.1. O Jogo de Role Playing Game.....	15
1.2. O RPG e a educação	25
1.3. O Jogo de RPG na Educação em Ciências	28
1.4. Análise das teses e dissertações que tratam do Jogo de RPG na Educação em Ciências ..	31
1.4.1. Caracterização dos trabalhos	36
1.4.2. Tipo de RPG e metodologia de pesquisa utilizada	45
1.4.3. Disciplina, conteúdos e intenções das pesquisas	52
CAPÍTULO 2	63
2. A Avaliação da Aprendizagem baseada na Taxionomia dos Objetivos Educacionais	63
2.1. Avaliação da Aprendizagem	63
2.2. Processos para o ato de avaliar a aprendizagem.....	65
2.3. Origem e Natureza da Taxionomia dos Objetivos Educacionais.....	69
2.4. Objetivos educacionais	73
2.5. Classificação dos objetivos educacionais em uma taxionomia	80
2.5.1. Conhecimento.....	82
2.5.2. Compreensão	86
2.5.3. Aplicação	89
2.5.4. Análise.....	92
2.5.5. Síntese.....	95
2.5.6. Avaliação	99
2.6. Hierarquia dos objetivos educacionais e o uso da Taxionomia de Bloom na Educação em Ciências.....	101
CAPÍTULO 3	108
3. Percurso Metodológico.....	108
3.1. A pesquisa qualitativa	108
3.2. Estudo de caso	110
3.3. O jogo de RPG.....	111
3.4. Sujeitos da pesquisa, coleta e análise dos dados	122
4. Resultados e Discussão	128
4.1. Entendimento.....	128

4.2. Avaliação	165
4.3. Caráter lúdico	182
Considerações Finais	192
Referências Bibliográficas	195
Apêndice..	202

Introdução

De acordo com Mortimer (2019), para que o estudante aprenda Química, far-se-á necessário que ele seja capaz de relacionar os aspectos da estrutura da matéria com as suas propriedades macroscópicas, de modo a compreender o seu nível representacional. Para isso, o estudante deve ter construído sua aprendizagem com o auxílio de um professor que trabalhou os conteúdos curriculares por meio da abordagem dos três níveis do conhecimento químico propostos por Johnstone (1993): fenomenológico, teórico e representacional. Além disso, Mortimer (2019) afirma que é fundamental, também, que o estudante domine a linguagem científica que envolve a Química, pois:

A aprendizagem da Química e das Ciências é inseparável da aprendizagem da linguagem científica. Essa, por sua vez, é multimodal, no sentido que, além da linguagem verbal, pressupõe o manejo de uma série de outros modos que incluem símbolos, gráficos, diagramas, esquemas, etc. Logo, a linguagem científica congela os processos, transformando-os em grupos nominais que são, então, ligados por verbos que exprimem relações entre esses processos. A linguagem científica é, portanto, predominantemente estrutural. (Mortimer, 2019, p. 158).

Assim, aprender Química envolve, entre outras coisas, dominar os três níveis do conhecimento dessa ciência, bem como dominar a linguagem científica. Desse modo, inferimos que aprender Química não é uma tarefa trivial. Contudo, Schnetzler (2019) aponta que, nos últimos 20 anos, os educadores químicos brasileiros vêm apresentando uma significativa produção de propostas de ensino na tentativa de propiciar um ensino e uma aprendizagem de Química cada vez mais eficaz. Nessa perspectiva, metodologias como, por exemplo, modelagem e argumentação, momentos pedagógicos, ilhas de racionalidade, experimentação em uma perspectiva demonstrativa, abordagem baseada em problemas, relações étnico-raciais, indígenas e para os direitos humanos, entre outras, têm sido utilizadas no ensino médio e superior em Química.

Além disso, vários materiais didáticos estão sendo mobilizados com o intuito de possibilitar e investigar a aprendizagem em Química. Para isso, tecnologias digitais da comunicação e informação têm sido utilizadas, englobando uma diversidade de aplicativos para celulares, *softwares* para computadores, vídeos, *podcasts* etc. Jogos também fazem parte dos recursos lúdicos utilizados no ensino de Química e dentre eles encontramos: jogos de tabuleiro, cartas, baralhos, jogos digitais e eletrônicos, de realidade virtual, *short-Alternate Reality Game* (ARG), ARG, *Escape Room* e o *Role Playing Game* (RPG).

Nessa perspectiva, esta tese de doutorado originada de uma pesquisa qualitativa do tipo estudo de caso teve como objetivo geral compreender o jogo de RPG do tipo *Live Action* como

instrumento avaliativo para investigar o grau de desenvolvimento cognitivo de estudantes de licenciatura em Química sobre a forma e a estrutura das moléculas. A motivação para a escolha dessa temática foi devido a dois motivos principais. O primeiro está relacionado com esse assunto pertencer a um dos conteúdos chave para o estudo da Química: Ligação Química, e segundo pelo alto índice de reprovação de estudantes da licenciatura em Química da Universidade Federal do Piauí (UFPI) – onde o autor desta tese é professor assistente – em disciplinas que estudam esses conceitos, ou seja, Química Geral I e Química Geral II.

Para alcançarmos o objetivo geral delimitado, esta pesquisa foi guiada pela seguinte pergunta problematizadora: Como um jogo de RPG do tipo *Live Action* pode ser utilizado como instrumento para coleta de dados para investigar o nível de desenvolvimento cognitivo de estudantes de licenciatura em Química sobre a forma e a estrutura das moléculas? Para isso, listamos os seguintes objetivos específicos:

- realizar um estudo bibliográfico nas teses e dissertações sobre o RPG na Educação em Ciências defendidas entre 2007 e 2023, desvelando as suas principais particularidades;
- perceber a Taxionomia dos Objetivos Educacionais como um pressuposto teórico que classifica os objetivos de aprendizagem em níveis do domínio cognitivo;
- elaborar um jogo de RPG do tipo *Live Action* com base na Taxionomia dos Objetivos Educacionais, atuando como instrumento para coleta de dados para avaliação da aprendizagem da forma e estrutura molecular;
- aplicar o jogo de RPG elaborado para determinados estudantes do curso de licenciatura em Química da Universidade Federal do Piauí, funcionando como instrumento para coleta de dados na avaliação da aprendizagem;
- analisar a participação dos estudantes no jogo de RPG, percebendo as possíveis localizações dos estudantes em relação aos níveis: básico, operacional e global do desenvolvimento cognitivo.

Nessa perspectiva, esta tese de doutorado está organizada em quatro partes. A primeira parte é formada por dois capítulos de referencial teórico, a saber: a) capítulo 1 – *O Jogo de RPG na Educação em Ciências: um panorama das teses e dissertações*; e b) capítulo 2 – *Avaliação da aprendizagem em Química baseada na Taxionomia dos Objetivos Educacionais*. No primeiro capítulo, apresentaremos um estudo bibliográfico das teses e dissertações que envolvem o RPG na Educação em Ciências defendidas entre 2007 e 2023. Para isso, dividimos tal capítulo em 4 partes. Na primeira parte, apontamos as definições teóricas e epistemológicas a respeito do Jogo de RPG como jogo educativo formalizado, mostramos sua origem, contexto

histórico e características, bem como exemplificamos alguns dos jogos de RPG que são mais utilizados ao redor do nosso planeta. Na segunda parte desse capítulo, conceituamos e evidenciamos as vantagens do uso do RPG dentro do âmbito educacional e, ainda, listamos algumas orientações gerais, existentes na literatura, que o professor de Ciências precisa seguir a fim de elaborá-lo e utilizá-lo em sala de aula. Na terceira parte do capítulo 1, mostramos a origem da necessidade de o RPG ser utilizado na Educação em Ciências, ou seja, como material para auxiliar o processo de ensino e aprendizagem, além de ser uma ferramenta para discussão de conceitos científicos e, também, para a avaliação da aprendizagem. Apresentamos, ainda, as orientações específicas que o professor precisa ter para confeccionar o RPG para ser utilizado nas aulas de Ciências. Na última parte do segundo capítulo, realizamos uma busca no Catálogo de Teses e Dissertações da Capes para analisar tais trabalhos acadêmicos com o auxílio da técnica de Análise de Conteúdo por meio das seguintes categorias de análise que surgiram *a priori*: *i*) caracterização dos trabalhos; *ii*) tipo de RPG e metodologia de pesquisa utilizada; e *iii*) disciplina, conteúdos e intenções das pesquisas.

No capítulo 2, abordaremos a temática da *Avaliação da Aprendizagem e a Taxionomia dos Objetivos Educacionais*, por meio de 3 partes. A primeira parte apresenta a conceituação e o histórico da avaliação da aprendizagem, assim como a diferenciação entre exame escolar e avaliação da aprendizagem e os procedimentos para a sua execução na prática social. Além disso, são descritas nessa primeira parte as modalidades da avaliação propostas por Luckesi (2011a) e por Bloom, Hastings e Madaus (1983) e, ainda, algumas orientações teóricas e metodológicas quanto à elaboração dos instrumentos de coleta de dados para a avaliação. Já, na segunda parte deste segundo capítulo, abordaremos a classificação dos objetivos educacionais em uma taxionomia de domínio cognitivo, costumeiramente chamada de Taxionomia de Bloom, que vai dos objetivos menos complexos aos mais complexos (em nível cognitivo) para servir de pressuposto teórico para guiar a avaliação da aprendizagem. A última parte do capítulo 2 abordará a ordem de classificação desses objetivos que são cronologicamente organizados em: conhecimento >> compreensão >> aplicação >> análise >> síntese >> avaliação.

A segunda parte desta tese é composta pelo capítulo 3, *Percurso Metodológico*, e divide-se em 3 partes: a primeira apresenta a abordagem da pesquisa qualitativa do tipo estudo de caso a qual originou a pesquisa que deu origem a este texto. Na segunda parte, descrevemos o jogo de RPG, objeto de estudo desta tese, e na terceira parte do capítulo 3, apresentamos os sujeitos participantes da pesquisa, como ocorreram suas participações e os meios utilizados para coletar

os dados, além de delimitar a técnica de Análise de Conteúdo como instrumental metodológico para a análise e discussão dos nossos dados.

A terceira parte desta tese é composta pelo capítulo 4 que discutirá e analisará os dados provenientes das participações dos estudantes do curso de licenciatura em Química da Universidade Federal do Piauí por meio de três categorias de análise que emergiram *a posteriori* dos dados analisados, a saber: *i)* entendimento; *ii)* avaliação; e *iii)* caráter lúdico. A quarta parte é formada pelas Considerações Finais que apontam algumas contribuições, implicações e descreve as principais limitações deste trabalho de doutoramento.

CAPÍTULO 1

1. O Jogo de RPG na Educação em Ciências: um estudo bibliográfico sobre as teses e dissertações defendidas entre 2007 e 2023

No presente capítulo, apresentaremos as definições teóricas e epistemológicas que o sustenta o jogo de RPG para demonstrar a origem da necessidade de ele ser utilizado na Educação em Ciências como material para auxiliar o processo de ensino e aprendizagem, ferramenta para discussão de conceitos científicos e instrumento para coleta de dados da avaliação da aprendizagem. Finalizando este capítulo, faremos uma análise das teses e dissertações defendidas entre 2007 e 2023 envolvendo a temática do RPG na Educação em Ciências de modo a desvelar particularidades como caracterização desses trabalhos acadêmicos, tipo de RPG e pesquisa utilizada, disciplinas e conteúdos científicos mobilizados, bem como as intenções das pesquisas.

1.1.O Jogo de Role Playing Game

Para Cleophas, Cavalcanti e Soares (2018), o jogo educativo é um arremedo do jogo *stricto sensu*, ou seja, é um jogo que foi adaptado do jogo filosófico para proporcionar a aprendizagem ativa de algum conteúdo (seja curricular ou não) para alguém. Segundo Huizinga (2019), o jogo *stricto sensu* ou filosófico pode ser considerado como uma atividade mais antiga que a própria cultura, pois, em suas definições, ainda que menos pragmáticas, pressupõe-se sempre a sociedade humana como meio para realização dessa prática. Assim, segundo o autor, é possível localizar o jogo na cultura como elemento que surgiu antes mesmo da própria cultura, ou seja, acompanhando-a e marcando-a desde as mais distantes origens até a fase da civilização em que agora nos encontramos. Dessa forma, Huizinga (2019) coloca o jogo como precedente da cultura e menciona que ele está presente em toda parte, como, por exemplo, *a)* na vida dos animais que jogam e experimentam, evidentemente, um imenso prazer e divertimento; *b)* constituindo-se para o jovem como uma separação das tarefas sérias da vida cotidiana; ou, ainda, *c)* como uma qualidade de ação bem determinada e distinta da vida no dia a dia. Logo, percebemos ser impossível negar a existência do jogo dentro da sociedade cultural como a conhecemos hoje, haja vista que Huizinga (2019) afirma que:

A existência do jogo não está ligada somente a qualquer grau determinado de civilização, ou a qualquer concepção do universo. No entanto, todo ser pensante é capaz de entender que o jogo possui uma realidade autônoma, mesmo que sua língua não possua um termo geral capaz de defini-lo. A existência do jogo é inegável. É possível negar, se se quiser, quase todas as abstrações: a justiça, a beleza, a verdade, o bem, Deus. É possível negar a seriedade, mas não o jogo (HUIZINGA, 2019, p. 06).

Nessa citação, Huizinga (2019) esclarece que a existência do jogo é inegável, todavia reconhecer o jogo não é uma tarefa trivial, pois, segundo o autor, reconhecer o jogo é, forçosamente, reconhecer o próprio espírito, uma vez que o jogo como elemento da cultura não é material, seja qual for a sua essência. Além disso, o autor explicita que o jogo é anterior à cultura e, ao mesmo tempo, superior ou, pelo menos, autônomo em relação à ela. Com isso, o autor não está afirmando que o jogo se transforma em cultura, mas que suas fases mais primitivas à cultura possuem um determinado caráter lúdico, e que ela se processa de acordo com as formas e o ambiente do jogo. Neste sentido, na unidade jogo-cultura, é ao jogo, segundo o mencionado autor, que cabe a primazia, pois ele é logicamente observável, passível de definição concreta, enquanto a cultura é somente um termo que a consciência histórica atribui a determinados aspectos.

Para Huizinga (2019), a unidade jogo-cultura se torna evidente nas questões mais elevadas dos jogos sociais, em que eles consistem em uma atividade ordenada de um ou mais grupos que são opostos. Assim, os fatores básicos que sustentam a existência dos jogos individuais e/ou comunitários enquanto divertimento não procedem da cultura, pelo contrário, precedem-na, pois, de acordo com o referido autor, desde o início, os jogos se constituem como fundamento da civilização, porque eles são mais antigos e mais originais que a civilização propriamente dita. Entretanto, tal relação (jogo-cultura) não permanece imutável, uma vez que o elemento lúdico vai gradualmente passando e sendo absorvido pela dimensão do sagrado. Logo, tal dimensão está relacionada, segundo Huizinga (2019), com o espírito de competição lúdica, enquanto impulso social, ou seja, o espírito lúdico é mais antigo que a cultura, e a própria vida está toda penetrada por esse espírito, como se fosse um verdadeiro fermento no sentido de abranger todas as dimensões da vida humana.

Em vista disso, Huizinga (2019) explica que a necessidade de o jogo abranger as dimensões da vida humana é percebida ainda no Império Romano (27 a.C. - 476 d.C.), pois não é por acaso que os romanos reservavam sempre para os rituais religiosos o nome: *ludi*, que significa jogo em uma tradução livre do latim, uma vez que era exatamente desse modo que os romanos classificavam os rituais religiosos, ou seja, como jogos. Portanto, percebemos que a importância do elemento lúdico na civilização romana está presente em sua estrutura ritualística e, também, no fato de os romanos não conseguirem viver sem a presença do jogo; um exemplo disso é o grito por *panem et circenses*. Ou seja, a sociedade romana não poderia viver sem os jogos, uma vez que, segundo Huizinga (2019), estes eram necessários para a existência desse povo como o pão era necessário para o sustento do corpo físico. Assim, os romanos

consideravam o jogo como um elemento sagrado e legítimo, em que o acesso deles ao jogo deveria ser garantido por meio da literatura e da arte de Roma.

Além das relações que o jogo possui com a arte e literatura romana, Huizinga (2019) aponta as seguintes características: *i)* liberdade; *ii)* desinteressado; *iii)* temporário; *iv)* isolamento; *v)* limitação; *vi)* regrado; e *vii)* não sério. O jogo é caracterizado como não sério, de acordo com o autor, por ser oposto em sentido inteiramente diferente à seriedade, ou seja, o contraste entre jogo e seriedade não é decisivo. Dessa forma, é importante mencionar a diferença existente entre a expressão: “o jogo é a não seriedade” e “o jogo não é sério”. Isto quer dizer que o jogo pode ser praticado em situações extraordinariamente sérias, como, por exemplo, os jogos infantis de faz de contas, o futebol e o xadrez, e, mesmo assim, o jogo continua sendo divertido e prazeroso, embora encarado com seriedade e sem nenhuma tendência para o riso.

Além de ser não sério, o jogo proporciona liberdade aos jogadores, pois é uma atividade voluntária que deixará de ser jogo se houver uma inclinação forçada para a sua prática. Reiteramos que esta liberdade detalhada por Huizinga (2019) é entendida em seu sentido mais amplo, sem considerar, por sua vez, o problema filosófico do determinismo. Com base nisso, a liberdade experimentada por crianças e animais que brincam da forma e quando querem é precisamente a liberdade que reside no jogo, que, de acordo com o autor, jamais deve ser imposto pela necessidade física ou pelo dever moral, além de nunca se constituir como uma tarefa, mas ser sempre praticado nas “horas de ócio”. Outras duas características relacionadas à liberdade do jogo são o seu caráter desinteressado e a sua concepção temporária.

Ao destacar que o jogo é desinteressado, Huizinga (2019) considera que esta atividade não pertence à vida “comum”, em razão de o jogo se situar fora do mecanismo de satisfação *imediate* das necessidades e dos desejos. Outra característica, apontada pelo autor, é o jogo se insinuar como uma atividade temporária com uma finalidade autônoma que se realiza baseando-se na satisfação que consiste em jogar. Ou seja, o jogo, para Huizinga (2019), se apresenta como um intervalo momentâneo em nossa vida cotidiana.

O jogo é caracterizado, também, por ser limitação e isolamento. Para Huizinga (2019), o jogo distingue-se da vida “comum” tanto pelo lugar quanto pela duração que ele ocupa. Com relação à sua limitação no tempo, o autor destaca que, enquanto o jogo está acontecendo, tudo é movimento, mudança, alternância, sucessão, associação e separação, não percebendo o passar do tempo investido com a sua realização. Por outro lado, a limitação no espaço é ainda mais flagrante que a limitação no tempo, uma vez que, para o autor, todo jogo acontece e existe no

interior de um campo previamente delimitado, de maneira material ou imaginária, deliberada ou espontânea, de modo que, assim como não há diferença formal entre o jogo e o culto, do mesmo modo o “lugar sagrado” não deve ser formalmente separado do terreno do jogo. Mas, todos os locais onde se joga são mundos temporários, dentro de um mundo habitual, que são dedicados à prática de uma atividade especial, divertida e prazerosa.

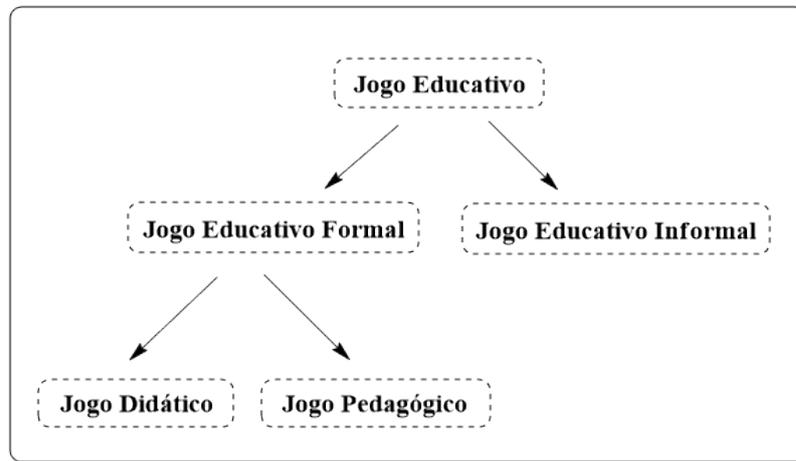
A última característica inerente ao jogo, conforme nos explica Huizinga (2019), é a presença de regras. Para o referido autor, reina dentro do jogo uma ordem especial específica e absoluta, isto é, o jogo cria ordem e é, ao mesmo tempo, ordem. Ele introduz na vida e na imperfeição do mundo uma perfeição temporária e limitada, de modo a exigir uma ordem suprema e absoluta, de modo que a menor desobediência a esta ordem encerra todo o jogo e o priva de seu caráter próprio e de todo e qualquer valor. Huizinga (2019) evidencia que as regras são um contrato que visam dar viabilidade para o jogo acontecer, tendo em vista que, apesar do desejo ardente do jogador em ganhar, este deve sempre obedecer às regras do jogo, pois todo e qualquer jogo possui as suas determinadas regras e são elas que determinam aquilo que é permitido dentro do mundo temporário e isolado que é circunscrito pelo jogo.

A partir dessas características do jogo, Huizinga (2019) apresenta a questão semântica deste conceito em diversos idiomas, mas destaca que o latim, em específico, abarca toda a compreensão acerca do jogo por meio da palavra: *ludus*, que inclui os jogos infantis, a recreação, as competições, as representações litúrgicas, teatrais e, também, os jogos de azar. Ainda segundo o autor, nas línguas europeias modernas, a palavra jogo engloba um terreno extremamente vasto, tanto nas línguas românticas como nas línguas germânicas é possível, conforme nos explica Huizinga (2019), encontrar o vocábulo “jogo” relacionado a movimento e ação. Assim, independentemente do idioma que usarmos como exemplo, sempre é possível encontrar diversos atributos que convergem para as características apresentadas ao jogo como linguagem, tensão, incerteza, ordem e livre escola, por exemplo.

Com base na significação do verbete *jogo*, Huizinga (2019) propõe uma relação entre este e: *a) direito; b) guerra; c) política; d) religião e) poesia*. Contudo, o autor esclarece que, enquanto nas formas mais complexas da vida social, a religião, o direito, a guerra e a política vão perdendo, de forma gradual, o contato com o jogo, a poesia, ao contrário, se mantém relacionada a ele, pois ela é, para Huizinga (2019), a própria função lúdica, uma vez que a poesia é exercida no interior da região lúdica. Ou seja, a poesia é vivenciada em um mundo próprio para ela criado, no qual as coisas possuem uma fisionomia inteiramente diferente da apresentada na “vida comum”.

Por outro lado, o jogo educativo segundo Cleophas, Cavalcanti e Soares (2018) pode ser classificado em jogo educativo formal (JEF) e jogo educativo informal (JEI), em que o JEF é aquele jogo que visa proporcionar a aprendizagem de algum conteúdo escolar para alguém. Por outro lado, o JEI é aquele jogo que tem como objetivo ensinar algum conteúdo a alguém, mas esse conteúdo não pertence ao rol de conteúdos escolares e/ou curriculares, um exemplo seria o jogo denominado: Banco Imobiliário, que ensina conteúdos de matemática, contudo não tem como foco os conteúdos curriculares da escola. Já o jogo educativo formal pode, segundo Cleophas, Cavalcanti e Soares (2018), ser classificado em jogo didático e jogo pedagógico, conforme nos mostra a Figura 1.

Figura 1 – Classificações do jogo educativo.



Fonte: adaptado de Cleophas, Cavalcanti e Soares (2018).

De acordo com a Figura 1 o jogo educativo pode ser classificado em didático que é aquele jogo que foi adaptado de algum jogo stricto senso para ser utilizado pelos estudantes depois de terem estudado o conteúdo presente no escopo desse jogo, e em jogo pedagógico, sendo aquele que foi criado exclusivamente para ser utilizado como introdução a um determinado conteúdo, isto é, antes mesmo de os estudantes terem tido qualquer contato com o conteúdo presente nesse jogo. De acordo com Soares (2023), quaisquer que sejam os jogos (didático ou pedagógico) eles estão sendo muito utilizados na Educação em Ciências, pois possibilitam uma aprendizagem lúdica, ativa, sem pressão, divertida e que se aproxima da realidade dos estudantes, pois de acordo com Piaget (2017) o ato de brincar é uma das formas mais significativas de aprendizagem, que vai desde a infância até a fase adulta, pois quando jogamos não temos consciência de que está havendo um aprendizado, uma assimilação de algum tipo de conhecimento ou, ainda, de subsídios ao desenvolvimento intelectual como, por exemplo, reflexo corporal e habilidades motoras manuais, já que jogamos porque é divertido e

prazeroso. Contudo, para que a utilização desses jogos proporcione tais habilidades é necessário de acordo com Cleophas, Cavalcanti e Soares (2018) que os jogos didáticos ou pedagógicos:

Sejam elaborados com rigor, ou seja, devem ser inseridos em sala de aula após um amplo planejamento, acompanhamento do processo de execução/aplicação do jogo proposto e, posteriormente, avaliação de todas as etapas que fizeram parte da estratégia didático-metodológica que foi previamente construída com base no universo plural do lúdico. Assim, esses jogos atuarão de fato como um recurso instrucional, autorregulado e com uma intenção educativa bem definida (Cleophas, Cavalcanti e Soares, 2018, p. 40).

Considerando essas orientações para a elaboração de jogos educativos a utilização de tais jogos têm sido vislumbrada por diversos autores como em Silva e Soares (2021) que criaram um jogo de tabuleiro utilizando a Teoria Computacional da Mente (TCM) para possibilitar a aprendizagem de conceitos relacionados à Geometria Molecular para estudantes da 1ª série do Ensino Fundamental. Os referidos autores relataram que tal jogo utilizado ora como pedagógico ora como didático em turmas diferentes funcionou melhor, no que diz respeito à aprendizagem, nas turmas em que foi utilizado como pedagógico, isto é, com estudantes que ainda não tinham estudado sobre Geometria Molecular. Logo, Silva e Soares (2021) inferem que os jogos de tabuleiro que consideram a TCM são melhores se utilizados como pedagógicos. Já Cuello et al. (2023) desenvolveram um jogo didático de tabuleiro sobre Microbiologia e suas relações com os seres humanos no caso de vírus e bactérias. Para esses autores, o mencionado jogo educativo possibilitou a aprendizagem de tais assuntos, uma vez que o jogo educativo é um recurso versátil, facilmente adaptável a diferentes níveis de ensino com o qual é possível abordar conceitos científicos como os microrganismos desde o Ensino Fundamental até o Ensino Superior, incluindo dentro dessa a formação do professor.

González-Robles e Vázquez-Vílchez (2022) temos a elaboração de um jogo de cartas para contribuir com a formação de estudantes de bacharelado em Biologia no que tange a problemas sociais e do meio ambiente presentes no século XXI. Segundo esses autores, o jogo apresentou um alto potencial para educar e fomentar o comportamento pró-ambiental, além disso o jogo denominado de: S.O.S. Civilizaciones, apresentou um equilíbrio entre a motivação e a aprendizagem dos estudantes. Em Rodríguez-Oroz et al. (2019) foi elaborado e criado um jogo de cartas e tabuleiro para ser utilizado como material de divulgação científica da geomorfologia do Chile. Para os autores, foi possível notar nas pessoas que participaram do jogo um maior nível de interesse e motivação pelo assunto, fomentando habilidades como a aprendizagem, criatividade, o pensamento crítico e consciência social.

Sánchez-Martín et al. (2020) criaram um jogo educativo por meio de uma sala de fuga envolvendo assuntos como Teorema de Pitágoras e de Tales, cálculo de volume de um prisma,

entre outros assuntos de Ciências. Segundo os referidos autores, participaram desse jogo estudantes de cursos de educação e engenharia com idades entre 19 e 33 anos que demonstraram emoções relacionadas à motivação e desenvolveram habilidades específicas oriundas de seus cursos e de competências transversais. Já Dinghi, Guzmán e Monti (2019) elaboraram um jogo de tabuleiro envolvendo a temática de dragões para proporcionar a aprendizagem de árvores filogenéticas para estudantes do Ensino Médio. Tais autores perceberam que esse jogo proporcionou a capacidade de os estudantes abstraírem os conceitos envolvendo a biodiversidade, além disso os jogos nas Ciências Naturais possibilitam aos jogadores/estudantes uma sensação de dever cumprido e de aprendizagem.

Soares (2023) esclarece que a utilização de diversos jogos em sala de aula de Ciências, como os exemplos anteriormente mencionados, não segue a lógica de um ensino tradicional, em que o professor parte do conteúdo para chegar ao aprendizado do estudante, mas focaliza no estudante como um indivíduo ativo que a partir do jogo chegará ao conceito científico e poderá, portanto, construir o seu aprendizado. Para que isso aconteça o professor precisa assumir uma postura lúdica em suas aulas de Ciências e lançar mão dos diversos tipos de jogos educativos existentes como, por exemplo, o Role Playing Game (RPG).

De acordo com Rodrigues (2004), o Role Playing Game, ou simplesmente RPG, é um jogo de produzir ficção em que uma aventura é proposta por um narrador principal, denominado mestre, e interpretada por um grupo de jogadores chamados de personagens principais, personagens coadjuvantes e personagens não jogáveis (NPCs). A ação vivenciada durante o jogo pode acontecer em diferentes mundos, como, por exemplo, fantasia medieval, terror, atual, futurista etc. Segundo a mencionada autora, o RPG surgiu nos Estados Unidos, no início da década de 1970, por meio da evolução dos jogos de guerra, influenciado pela literatura de John Ronald Reuel Tolkien (1892-1973), conhecido como o pai da literatura fantástica e autor de diversos livros, como *O Senhor dos Anéis*.

Nesse contexto, Cavalcanti (2018) afirma que uma empresa denominada TSR, que trabalhava, nos Estados Unidos, com o desenvolvimento de jogos, criou, a partir da inspiração, como vimos, nos jogos de guerra e na literatura de Tolkien, um suplemento para um jogo de miniaturas já existente na época, tal suplemento ficou conhecido como *Dungeons & Dragons* (D&D) e, então, surgiu o primeiro jogo de RPG naquele país. Em relação à chegada do RPG no Brasil Cavalcanti (2018) explica que ele só chegou em 1980; contudo, somente em algumas livrarias nas cidades de São Paulo e do Rio de Janeiro e em sua versão original, isto é, em língua

inglesa. Somente no início da década de 1990 é que foi possível, de acordo com Cavalcanti (2018), encontrar o D&D traduzido para a língua portuguesa em algumas livrarias brasileiras.

Em 1994, conforme Rodrigues (2004), a Escola de Comunicação e Arte da Universidade de São Paulo (USP) produziu, de forma inédita no Brasil, uma radionovela nos moldes do RPG, na qual as aventuras eram narradas e em determinados momentos os ouvintes eram convidados a participar, via ligação telefônica, opinando sobre como as situações da trama narrada deveriam ocorrer. Já em 1997, a mencionada autora conta que, inspirados em tais radionovelas, começaram a surgir, em nosso país, os jogos nacionais de RPG, bem como a especialização de ilustradores, tradutores e editores de arte em traduções dos livros de regras do RPG adequados ao mercado brasileiro. Para Rodrigues (2004), o princípio de tais livros é o de ensinar a produzir ficção em grupo de forma oral, sob a forma de jogo, uma vez que o RPG é uma mistura do faz de conta com o tradicional hábito de contar histórias, isto é, um entrelaçamento da literatura com o roteiro da televisão e do cinema, o que possibilita que milhares de crianças, jovens e adultos se mobilizem para produzir e/ou participar de aventuras que podem ser vivenciadas em dias, semanas ou meses.

Rodrigues (2004) destaca, ainda, que o RPG, assim como todo jogo, possui regras, que são as da narrativa. Os detalhamentos do cenário e do enredo são encontrados nas verbalizações orais dos jogadores de RPG, mas foram, antes, colocados em cena por autores dos mais diferentes gêneros. Esses autores são, de acordo com Rodrigues (2004), ao mesmo tempo, os jogadores e os roteiristas da ficção produzida no grupo que participa da aventura de RPG; por isso, o RPG é um jogo onde não há vencedores e perdedores entre os que jogam, e quando existem, são uma necessidade para a construção da história que se passa na aventura de RPG. Isso é positivo para o RPG enquanto jogo educativo formal, pois ele assumirá a característica da não competitividade focada no vencer pelo vencer, tendo, portanto, um fim em si mesmo. Soares (2023), afirma que quanto menos um jogo educativo formalizado possibilitar a não competitividade em sala de aula maior será a possibilidade de este jogo atuar como cooperativo por meio das relações sociais entre os que jogam, despertando o interesse para a aprendizagem do conteúdo presente no escopo do jogo.

No jogo de RPG, os jogadores assumem, segundo Rodrigues (2004), a identidade de uma personagem e a interpreta durante todo o desenvolvimento da aventura. Tal personagem é construída por cada jogador por meio de uma ficha em que os atributos, as personalidades, os poderes, as vantagens e as desvantagens da personagem são delimitados. De acordo com a autora, essas fichas são decisivas para o desenrolar da narrativa e, portanto, as personagens não

podem ser construídas de forma maniqueísta, ao contrário, as personagens devem apresentar principalmente desvantagens, pois este item afina, de maneira especial, o jogo, tornando-o mais complexo para permitir que se explore minuciosamente o conjunto de características de uma determinada personagem.

Além dos jogadores, no RPG existe a presença do mestre que é, de acordo com Rodrigues (2004), o narrador principal e o diretor de cada cena, ou seja, o mestre do jogo é alguém que lê os livros de regras, pesquisa o cenário em que a aventura vai se desenvolver, as personagens, os possíveis antagonistas ou aliados, bem como os caminhos que a narrativa pode seguir no cenário e nas condições propostas. Ainda de acordo com a autora, o mestre é quem inicia o jogo descrevendo o lugar onde a aventura ocorre, as características das personagens, levando a história até o ponto onde os jogadores começam a atuar e coloca dificuldades e surpresas para que os jogadores possam resolvê-las.

O RPG, enquanto um jogo que produz uma ficção, possui, conforme explica Rodrigues (2004), seus antepassados no terreno da narrativa da epopeia, no mito, nas lendas, no folhetim e no conto maravilhoso,¹ visto que o RPG apresenta:

- a) um enredo de uma aventura;
- b) enredo imbricado em cenários ou elementos da fantasia;
- c) protagonistas que possuem atributos fora do comum, atuando, em muitas das narrativas, fora dos limites do cotidiano; e
- d) desenvolvimento do enredo a partir de um pacto ficcional entre os produtores/jogadores e os assistentes/leitores, que elimina o estranhamento diante dos elementos não realistas do mundo em questão.

Rodrigues (2004) acrescenta a esses aspectos do RPG as particularidades do sincretismo religioso, uma vez que, na ficção, existe, também, a presença de elementos da vida real, como, por exemplo, a religião e diversas outras crenças, bem como a cultura local e as emoções humanas. Atualmente, há diversos tipos de jogos de RPG que, cada vez mais, embora transcorram em um mundo ficcional, perpassam pela localidade e atualidade dos jogadores.

Os principais tipos de RPG são: *i) RPG digital; ii) RPG Live Action; e iii) RPG de mesa.* As aventuras de RPG digital são produzidas e ocorrem, segundo Cariello et al. (2022), em *softwares* de computadores específicos, como os jogos digitais: *League of Legend, World of*

¹ Conto maravilhoso é toda narrativa que, partindo de uma carência ou dano e passando por um desenvolvimento intermediário, termina com casamento, recompensa, obtenção do objeto procurado, reparação ou salvamento de uma perseguição.

Warcraft, *The Witcher* e *RPG Maker*, que podem ou não precisar de conexão à internet. Já o *RPG Live Action* é, de acordo com Cavalcanti e Weber (2021), aquela aventura em que os próprios jogadores interpretam as suas personagens e vivenciam, como em um teatro e/ou novela, a narrativa contada pelo mestre e, finalmente, o RPG de mesa refere-se, segundo Cavalcanti e Weber (2021), àqueles jogos de RPG tradicionais que são vivenciados somente com o auxílio da imaginação, dados e/ou cartas e podem ser jogados, geralmente, em uma mesa, mas nada impede que seja em um parque, no pátio da escola ou até mesmo no chão de um determinado lugar.

Existe uma grande diversidade de jogos de RPG de mesa em todo o mundo, como nos mostra Cavalcanti (2018), que apresenta alguns dos jogos de RPG de mesa mais lidos e jogados em todo o planeta, a saber: *Advanced Dungeons & Dragons*; *Vampiro: a Máscara*; e *Generic Universal Role-Play System*. A seguir, descreveremos esses jogos.

1. *Advanced Dungeons & Dragons (AD&D)*

Segundo Cavalcanti (2018), esse jogo é uma evolução do primeiro RPG denominado *Dungeons & Dragons (D&D)*. Assim, o AD&D possui três livros: do jogador, do mestre e dos monstros. A ambientação sugerida neste RPG é a Idade Média europeia com elementos da cultura celta inspirados nos livros de Tolkien. Tais ambientes, bem como os componentes mágicos do cenário, estão subordinados à criação de personagens e ao detalhamento das regras que dizem respeito a combates, armas e equipamentos, perícias com armas e magias que ocupam a maior parte das páginas dos livros do jogador e do mestre. A função principal do AD&D é, de acordo com Cavalcanti (2018), o combate, ou seja, a luta por poder, riqueza, glória e fama, de modo que os jogadores irão se deparar sempre com monstros, dragões e guerreiros rivais para duelar no intuito de vencer o duelo e acumular tesouros, armas e itens mágicos, melhorando, portanto, sua personagem para as próximas aventuras.

Como vimos, Cavalcanti (2018) esclarece que o *Advanced Dungeons & Dragons* é uma evolução do jogo de RPG denominado *Dungeons & Dragons*. Contudo, em 2014, depois de quatro anos sem fazer novos lançamentos, esse jogo foi relançado apresentando uma nova edição (5ª edição) que vem batendo recordes de vendas pela internet e em lojas físicas. Além disso, em março de 2023, houve uma adaptação desse jogo para o cinema por meio do filme: *Dungeons & Dragons: honra entre rebeldes*, com direção de Jonathan Goldstein e John Francis Daley, produzido pela *Entertainment One* e *Sweetpea Entertainment*, com distribuição pela *Paramount Pictures* no Brasil. Além desse tipo de RPG, outro jogo bem famoso é o *Vampiro: a Máscara*.

2. Vampiro: a máscara

Esse jogo de RPG ocorre em um cenário de horror e fantasia urbana baseado, conforme afirma Cavalcanti (2018), em um sistema de regras diferente dos demais jogos de RPG, já que neste os jogadores são todos vampiros que habitam um mundo de fantasia sombrio. A expressão presente no título, “a máscara”, pode ser entendida de duas formas possíveis: a primeira se refere à tentativa dos seres imortais de esconderem sua própria sociedade vampírica da humanidade, de seus governantes e da mídia; já a segunda é usada para se referir aos esforços dos vampiros em convencer a si mesmos de que ainda possuem resquícios dos seres humanos e, portanto, não são seres frios guiados somente pela natureza vampírica. O último exemplo de jogo de RPG de mesa comumente utilizado ao redor do mundo é o GURPS.

3. Generic Universal Role-Play System (GURPS)

O GURPS é, segundo Cavalcanti (2018), um sistema alternativo ou genérico de se jogar RPG, não no que se diz respeito à interpretação de personagens, mas referente ao sistema de regras, principalmente à base de cálculos, uma vez que o mestre e os jogadores precisam calcular jogadas bem-sucedidas, além de acertos e erros de seus personagens em uma determinada ação. De acordo com o referido autor, este RPG tem, assim como o AD&D, elementos da cultura medieval e de lendas europeias, mas possui, diferentemente do AD&D, apenas um livro como suporte e não é necessária sua total leitura para conseguir jogar. Cavalcanti (2018) explica que, no sistema GURPS, há aventuras voltadas para fins educacionais, como, por exemplo, aventuras sobre o descobrimento do Brasil, que retratam a exploração dos portugueses ao chegarem ao nosso país e seus conflitos com os povos originários. Nesse sentido, em seguida explicitaremos como o RPG pode ser utilizado na educação.

1.2. O RPG e a educação

De acordo com Cavalcanti e Soares (2009), o RPG vem sendo adotado como uma ferramenta de apoio no processo de ensino e aprendizagem, mesmo que ainda de forma isolada e experimental, uma vez que todo esse incentivo para a inclusão de novos materiais didáticos na educação, desde o movimento Escola Nova, está comprovando, de forma evidente, que os jogos, além de serem uma atividade lúdica para crianças, adolescentes e até adultos, possuem, também, potencial educativo que pode propiciar uma aprendizagem eficaz, além de aulas mais empolgantes e prazerosas que as ditas tradicionais.

Corroborando com essa ideia, Zanini (2004) destaca que, em um mundo em acelerada transformação, a escola enquanto microcosmo da sociedade não pode se manter refratária ao

que acontece na sociedade nem, portanto, seria possível. Desse modo, a escola, segundo o referido autor, deve atualizar seus métodos e materiais de ensino, adequando-se à transmissão de cultura acumulada pela humanidade a novas maneiras de perceber e de sentir dos nossos estudantes. Nessa perspectiva, Amaral e Bastos (2011) afirmam que, em uma sociedade em que as crianças procuram respostas prontas e não se sentem estimuladas a pensar, o RPG atrelado à educação, ao requerer de seus jogadores um raciocínio lógico, articulado e explicitado por meio de falas dirigidas a diversos participantes, se constitui como uma atividade de grande importância para o desenvolvimento social e intelectual dos nossos educandos. Entretanto, conforme Zanini (2004), para que o RPG possa ser utilizado com fins educacionais, exige-se a definição de objetivos educacionais claros e concisos que devem perpassar a missão da escola, bem como o ato pedagógico do professor.

Logo, em relação ao uso do RPG no contexto educacional, Marcondes (2004) descreve as seguintes vantagens:

- a) a expressão oral, que é exercida em todo o desenrolar do jogo, já que os personagens descrevem suas ações continuamente;
- b) a expressão corporal, que é usada para melhorar a interpretação das ações dos personagens durante o jogo;
- c) as pistas contidas na aventura, que são, na verdade, trechos de textos para leitura e determinação de atitudes, bem como resolução de problemas;
- d) o privilégio das ações em grupos, já que para vencer é preciso que o outro jogador também vença, a partir de soluções coletivas; e
- e) o conteúdo disciplinar ou interdisciplinar que é desenvolvido no decorrer do jogo, rompendo as dificuldades e resistências do estudante em aprender, ao mesmo tempo que estimula o raciocínio rápido, a capacidade de interpretação, a escrita e a capacidade de tomada de decisões.

Para que o estudante desenvolva todas estas vantagens, é preciso, segundo Cavalcanti (2018), que o professor:

Ao elaborar uma aventura de RPG de cunho pedagógico terá de tomar alguns cuidados com a história e os obstáculos que irão aparecer durante o desenrolar do jogo. Se na aventura existir batalhas ou aparecem inimigos para que os jogadores os enfrentem, logicamente esses confrontos não podem eximir do jogo os participantes, pois ninguém gosta de ficar só perdendo em um jogo, seja ele qual for. Como o objetivo é unir um conteúdo específico a um jogo, o professor não poderá criar aventuras, nas quais personagens morrem a todo tempo, pois ele necessita da máxima participação de seus estudantes para discutirem o conteúdo inserido dentro da história (Cavalcanti, 2018, p. 27).

Desse modo, é ideal que o professor, de acordo com Cavalcanti (2018), saiba dosar a quantidade de batalhas, confrontos e lutas com possíveis inimigos para tornar a aventura empolgante, divertida e prazerosa para os educandos, que irão conquistando pouco a pouco os seus confrontos. Deve-se lembrar, ainda, que a aventura de RPG educativa não poderá premiar excessivamente os jogadores com tesouros, armas e coisas do tipo, pois corre-se o risco de o jogo ficar fácil demais e, conseqüentemente, desinteressar os estudantes que estão jogando.

Por isso, quando o professor for elaborar uma aventura de RPG para ser disponibilizada em sala de aula, ele deve, conforme explica Cavalcanti (2018), ficar atento para aliar a função lúdica e educativa, primando pelo equilíbrio de tais funções. Além disso, o jogo é livre em sua essência, portanto, em sala de aula, o ideal é que os estudantes fiquem à vontade para decidir se vão ou não participar da atividade, bem como quais personagens irão interpretar.

Outro critério para um trabalho mais eficiente com RPG em sala de aula é disponibilizar a experiência para toda a turma e não somente para alguns grupos de estudantes. Para isso, recomenda-se que o professor tenha alguma experiência em contação de histórias e/ou em narrar aventuras de RPG. Zanini (2004) reitera que, se a turma tiver uma grande quantidade de estudantes, a regra para utilização do mencionado material didático deve ser a simplificação. Isto é, devemos optar, segundo o referido autor, pela simplificação acerca da criação de regras e de características pormenorizadas de personagens, de modo que é possível ter um jogo de RPG interessante, divertido e com potencial educativo sem diversos fatores que, em uma turma com muitos estudantes, complicariam a execução, como, por exemplo, diversos dados de inúmeras faces, infinitas regras e excessivas perícias e características de personagens.

Ao concordarem com Zanini (2004), no que diz respeito a turmas superlotadas, Cavalcanti e Soares (2009) sugerem como uma possibilidade a divisão da turma em grupos menores. No entanto, antes disso, o professor deve analisar os seguintes aspectos: *i)* a experiência do mestre, no caso, o próprio professor; *ii)* se os estudantes já tiveram algum contato com o RPG antes; e *iii)* se a atividade já é uma prática corriqueira para os estudantes e professor. Se pelo menos dois dos aspectos acima forem positivos, o professor poderá dividir a turma em grupos para a realização da aventura de RPG, entendendo que, conforme explicam Cavalcanti e Soares (2009), a realização de qualquer atividade lúdica no contexto educacional requer planejamento e empenho por parte do professor, logo, quanto mais experiente ele for no assunto, maior será a sua possibilidade de sucesso com a atividade.

Esse planejamento da aventura de RPG para o contexto educativo pode, segundo Cavalcanti (2018), ser muito difícil à primeira vista, pois o professor terá de escolher um enredo

fictício ou não que faça sentido para a sua turma, com o objetivo de estimular a curiosidade deles por meio do tema escolhido, fazendo com que os estudantes gostem do enredo e, portanto, façam parte da história. A escolha do conteúdo a ser utilizado na aventura de RPG a ser elaborada tem papel de destaque, visto que o jogo deverá ter um caráter educacional.

Assim, os conteúdos devem, segundo Cavalcanti (2018), aparecer normalmente durante a aventura, não de forma explícita, mas por meio de uma situação-problema, na qual ele estará inserido no contexto relacionado com o enredo que está sendo narrado. O autor reitera que a aventura a ser narrada é um jogo e como tal prima, em uma de suas faces, pela diversão, portanto, espera-se que os conteúdos delimitados para estarem na aventura estejam acompanhados de um contexto que faça sentido para os jogadores e que a situação-problema que perpassa o referido conteúdo não seja impossível de resolver, de modo a desestimular os jogadores. Cavalcanti (2018) destaca, ainda, que o RPG aliado à educação tem grande potencial para funcionar como instrumento avaliativo e, ainda, propiciar a aprendizagem de conceitos científicos presentes na Educação em Ciências, por exemplo.

1.3. O Jogo de RPG na Educação em Ciências

A aprendizagem de conceitos científicos parece ser uma questão problemática tanto na Educação Básica quanto no Ensino Superior, sendo discutidos desde trabalhos antigos, como o de Mortimer e Miranda (1995) e Justi e Ruas (1997), até trabalhos mais recentes, como o de Silva e Soares (2021) e Gama e Alves (2022). Tais trabalhos têm demonstrado a dificuldade que os estudantes apresentam em aprender determinados conceitos científicos e isso pode ser explicado, segundo Mendonça e Ibraim (2019), pelo fato de tais conceitos envolverem uma ciência que trabalha com entidades abstratas que são intangíveis à percepção dos estudantes por uma experiência concreta. Ou seja, aprender Ciências requer, no mínimo, que o estudante conheça a estrutura da matéria, que é abstrata, e a relação com suas propriedades macroscópicas. Além disso, outras habilidades são necessárias para se aprender Ciências de modo geral. Para Mortimer (2019), para que o estudante aprenda Ciências, é necessário que ele seja capaz de relacionar, como dito, a estrutura da matéria com suas propriedades macroscópicas e, ainda, conhecer a linguagem científica utilizada na Ciência. Assim, aprender Ciências não é uma tarefa trivial e, se esse aprender não é fácil em um contexto de normalidade, Cariello et al. (2022) pontuam que a pandemia de covid-19 ocasionada pelo vírus Sars-CoV-2 agravou ainda mais tal dificuldade, devido, entre outros fatores, ao distanciamento dos estudantes em relação às escolas, onde o processo de ensino e aprendizagem tende a ocorrer de forma presencial e sistemática. Nesse sentido, novas metodologias e materiais didáticos para

auxiliar o processo de ensinar Ciências têm aparecido como uma tentativa de propiciar a aprendizagem, como, por exemplo, experimentação investigativa, argumentação e modelagem, aprendizagem baseada em problemas, jogos educativos do tipo RPG, que é o foco desta tese, entre outros.

Assim, o RPG, segundo Amaral e Bastos (2011), é de grande valia na Educação em Ciências, pois:

[...] o jogo de RPG uma atividade social, na qual os elementos participantes contribuem para a construção, em comum, de uma narrativa de aventura, observamos no cotidiano dessa prática, diversos momentos de interação do saber, seja ele científico ou não. Essa interação normalmente acontece a partir da intervenção de jogadores sobre a fala ou a ação dos companheiros de jogo, podendo ser na tentativa de considerar melhor as possíveis consequências de uma fala mal colocada ou uma ação tomada sem a devida atenção pelos seus personagens, ou ainda buscando explicar o contexto de uma cena narrada pelo mestre do jogo, entre tantas outras possibilidades (Amaral e Bastos, 2011, p. 111).

Essa atividade social do RPG possibilita um caráter inteiramente cooperativo, uma vez que os jogadores só vão atingir o objetivo de determinado jogo se permanecerem unidos e se ajudando de forma mútua. Além disso, os referidos autores destacam que a potencialidade observada no jogo de RPG em atender, simultaneamente, às diferentes demandas encontradas na sala de aula de Ciências é grande, uma vez que é possível realizar a aventura de RPG, que pode ou não abarcar diferentes conteúdos, com vários grupos de estudantes, que se articulam para possibilitar o sucesso do jogo conduzindo-os, portanto, a uma possível aprendizagem.

O RPG na Educação em Ciências possibilita, também, que o estudante, de acordo com Cavalcanti e Soares (2009), discuta amplamente diversos conceitos científicos durante a realização do jogo, de modo que o conceito que, muitas vezes, não está claro para o estudante começa a ter um significado quando ele o discute com os outros jogadores, além das várias intervenções do mestre, aprofundando as discussões e levando o estudante a um melhor aproveitamento do referido conceito e a sua consequente compreensão. Por isso, é importante que os mestres da aventura a ser utilizada nas aulas de Ciências sejam os professores de Ciências e que eles dominem bem o conteúdo a ser trabalhado no jogo para suprir os possíveis erros e/ou enganos conceituais durante as partidas de RPG.

Assim sendo, é necessário que o próprio professor, que, como vimos, deverá ser o mestre da aventura, crie o seu próprio jogo de RPG e, também, os enigmas, as charadas, os desafios, os cenários, bem como todos os personagens que serão personificados pelos estudantes. Cavalcanti e Soares (2009) explicam que os obstáculos, desafios e/ou charadas a serem apresentados aos estudantes no momento da realização da aventura de RPG devem ser

estudados, elaborados e testados antes de serem colocados na aventura. Assim, os autores afirmam que o professor criador da aventura deve sempre estudar adequadamente os conceitos teóricos relacionados a cada obstáculo da aventura para que seja capaz de responder adequadamente as intervenções e ações dos jogadores, além de mediar a discussão advinda desses aspectos. Para isso, Cavalcanti e Weber (2021) afirmam que a descrição feita pelo mestre, que deverá ser o professor, precisa ser pormenorizada de todos os ambientes, objetos, materiais e símbolos existentes na aventura, para que os estudantes possam discutir todos os aspectos conceituais presentes na aventura de modo a não haver dúvida e/ou dupla interpretação.

Seguindo todas as recomendações expostas até aqui, Cavalcanti e Soares (2009) acreditam que o RPG pode ser utilizado como um instrumento avaliativo diagnóstico, formativo e/ou processual, bem como para propiciar o ensino e a aprendizagem eficazes de temas relacionados a ciências, como pode ser visto em diferentes pesquisas, por exemplo, a de Cruz et al. (2016), que criaram uma aventura de RPG do tipo *Live Action* aliada à Química Forense, em que estudantes de 3 turmas do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola de Fortaleza – CE deveriam investigar, sendo os próprios estudantes os investigadores, um crime fictício visando à aprendizagem de conceitos relacionados às reações químicas.

Em Cavalcanti et al. (2017), os autores exploraram a criação, o desenvolvimento e a aplicação, em uma turma do 6º período do curso de Licenciatura em Química da Universidade de Brasília-DF, de uma aventura de RPG, na qual a história contada era um atentado contra um deputado brasileiro que alegava ter sido vítima de uma emboscada, sofrendo uma tentativa de homicídio. Para descobrir o que, de fato, havia acontecido com a vítima, os estudantes deveriam fazer o uso de algumas técnicas de análises físico-químicas e analíticas estudadas durante o curso de graduação em Química, assim o jogo funcionou como um instrumento avaliativo em relação ao que os mencionados educandos sabiam acerca das referidas análises.

Oliveira et al. (2017) construíram um jogo de RPG do tipo eletrônico no *software* RPG Maker VX com o título de: *Um Passeio na Indústria de Laticínios*, para ser jogado pelos estudantes da disciplina de Química do curso técnico em alimentos na cidade de Currais Novos – RN. Nessa aventura de RPG, os estudantes interpretaram um jovem rico, filho de um dono de uma pequena indústria de laticínios, que é forçado a assumir a presidência da fábrica, após a morte de seu pai, e percebe que este não dava atenção para a situação ambiental e, por isso, se depara com alguns problemas relacionados à poluição do meio ambiente, problema este que já era percebido pelos pescadores e agricultores locais, que pediam soluções para acabar

com a poluição causada pelos efluentes da fábrica descartados diretamente no rio sem nenhum tratamento; e à poluição do ar, causada pela queima de madeira utilizada nas caldeiras da fábrica, que gerava chuvas ácidas que destruíam as plantações dos agricultores locais. Considerando essa aventura, Oliveira et al. (2017) utilizaram esse RPG para revisar conceitos de Química, como a chuva ácida e a poluição ambiental, no entanto, os referidos autores afirmam que a aventura de RPG pode, também, ser utilizada para fortalecer a aprendizagem dos mencionados conceitos em turmas que ainda não os estudaram.

Em relação ao uso do RPG na Educação em Ciências, outro exemplo é dado por Cavalcanti e Weber (2021), os quais, desde 2014, vêm desenvolvendo, na Universidade de Brasília, um projeto de extensão intitulado: Jogos e Atividades Lúdicas no Contexto da Química Forense, que visa possibilitar a discussão e o consequente aprendizado eficaz de conceitos de Química. Para isso, os citados autores elaboraram e confeccionaram os seguintes jogos de RPG: *i) A próxima pista; ii) Evidências; iii) 3 Verdades e 1 Mentira; e iv) Roubo ao Banco*. Em todos esses jogos, segundo Cavalcanti e Weber (2021), houve a narração detalhada de uma situação-problema, em que os estudantes do curso de Licenciatura em Química da mencionada universidade deveriam utilizar os seus conhecimentos sobre os mais diversos temas relacionados à essa área para resolver a determinada situação.

Logo, podemos afirmar que, além destes, há na literatura muitos outros exemplos de jogos de RPG que costumeiramente são utilizados tanto no ensino médio quanto no ensino superior para as mais diversas finalidades, sendo o destaque, como explicitado por Silva e Soares (2022), o fortalecimento do processo de ensino e aprendizagem e, também, o uso como instrumento avaliativo da aprendizagem. Entretanto, para desvelar as particularidades mais importantes em torno do RPG na Educação em Ciências, analisaremos, na próxima seção, as teses e dissertações acerca desta temática.

1.4. Análise das teses e dissertações que tratam do Jogo de RPG na Educação em Ciências

Com o intuito de verificar as nuances e particularidades em torno das produções que envolvem a temática do RPG na Educação em Ciências, utilizamos a metodologia da Análise de Conteúdo que, segundo Bardin (2016) é:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter por procedimentos sistemáticos e objetivos a descrição do conteúdo das mensagens que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção destas mensagens. Consistem na explicitação e sistematização do conteúdo das mensagens e da expressão deste conteúdo, com o contributo de índices passíveis ou não de quantificação, a partir de um conjunto de técnicas, que embora parciais, são complementares (Bardin, 2016, p. 42).

Assim, de acordo com essa autora, a análise de conteúdo pode ser entendida como um conjunto de operações visando apresentar o conteúdo de um ou mais documentos a fim de facilitar a sua consulta e referência para dar forma conveniente e desvelar a informação contida nos documentos analisados, por intermédio de procedimentos de transformação, tendo como propósito o armazenamento e a facilitação do acesso ao observador de tal modo que este obtenha o máximo de informações com o máximo de pertinência possível. A escolha dessa técnica de análise se justifica, portanto, por analisar um determinado documento de forma sistemática e rigorosa, bem como ser capaz de apresentar diferentes e inúmeras informações que são do interesse do pesquisador, especialmente as que estão mais implícitas nos documentos.

Segundo Bardin (2016), a Análise de Conteúdo se organiza em três polos cronológicos: *i)* pré-análise; *ii)* exploração do material; e *iii)* tratamento dos resultados por meio da inferência e interpretação. Seguindo esses polos cronológicos, primeiramente definimos o nosso *corpus* de análise, para isso, utilizamos o Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal e Nível Superior (Capes) por meio do seguinte *sítio* eletrônico: <https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#!/>. A nossa busca no referido endereço eletrônico levou em consideração a digitação das seguintes palavras-chave: RPG e/ou Role Playing Game e/ou Roleplaying Game e/ou Role-Playing Game, no espaço destinado à busca no já mencionado *link* para acesso ao catálogo.

Assim, encontramos um total de 375 resultados, sendo 57 teses e 318 dissertações. Contudo, este universo corresponde a trabalhos de todas as áreas do conhecimento, logo, para afunilar a nossa busca por trabalhos acadêmicos da área da Educação em Ciências, analisamos o título, as palavras-chave e resumo de todos os 375 trabalhos e selecionamos os 49 trabalhos que versavam exclusivamente sobre o RPG na Educação em Ciências, o que incluiu dissertações e teses provenientes de programas de pós-graduação de Química, Física, Biologia e Ciências. Tais trabalhos estão listados, em ordem cronológica de defesa, no Quadro 1.

Quadro 1 – Teses e dissertações que discutem o RPG na Educação em Ciências

Código	Título	Autor	Ano da Defesa
D1	O Uso do RPG no Ensino de Química	Eduardo L. D. Cavalcanti	2007
D2	Uso do RPG Pedagógico para o Ensino de Física	Ricardo R. do Amaral	2008
D3	Um Estudo sobre a Argumentação no RPG nas Aulas de Biologia	Roberto S. Fujii	2010

D4	O RPG Eletrônico no Ensino de Química: uma Atividade Lúdica Aplicada ao Conhecimento de Tabela Periódica	Andréia C. Ignácio	2013
D5	O Role Playing Game (RPG) como Estratégia para Repensar a Prática Docente em Ciências	Tafarel F. T. de Melo	2014
D6	O Uso de Jogos Digitais como Ferramenta de Auxílio para o Ensino de Conceitos de Física	Denise Felber	2015
D7	Na Trilha da Aventura: Contribuições do Role Playing Game (RPG) como um Guia Didático para o Ensino de Química	Jeferson L. Zanin	2015
D8	Jogo Educacional para o Ensino Básico de Relatividade Galileana	Otávio F. de Almeida	2016
D9	A Elaboração do jogo “Locus: uma Aventura Real” como Recurso Pedagógico para uma Educação Ambiental Cidadã	Tatiana V. Francisco	2016
D10	O Role-playing Game (RPG) como Ferramenta para o Ensino de Física	Paulo Henrique de S. Silva	2016
D11	Uma Abordagem CTS das Máquinas Térmicas na Revolução Industrial Utilizando o RPG como Recurso Didático	Diego R. Sabka	2016
D12	Produção e Uso de Jogo Digital RPG na Formação Inicial de Professores de Biologia no Contexto da Aprendizagem Baseada em Jogos Digitais: Possibilidades e Desafios	Douglas C. de Amorim	2017
D13	O Uso do Role-Playing Game (RPG) no Ensino de Ciências: uma Atividade Voluntária e Complementar às Aulas no Ensino Fundamental II	Eleasar S. Marins	2017
D14	O Uso do Role Playing Game (RPG) como Ferramenta Didática no Ensino de Ciências	Ingrid M. de A. Coelho	2017
D15	O Jogo Digital como Material Potencialmente Significativo para a Aprendizagem de Conceitos de Cinemática	Celso A. C. da Silva	2017
D16	Desenvolvimento e Aplicação de um Sistema de RPG para o Ensino de Física para Alunos do Ensino Médio	Clayton D. de Sá	2017
D17	Promoção da Alfabetização Científica em Sentido Estendido por meio do Desenvolvimento de um Role-Playing Game (RPG)	Vânia de O. Alves	2018
D18	RPG e Educação Ambiental: a Complexidade dos Jogos e suas Contribuições para o Ensino Formal de Educação Ambiental	Alexandre S. da Silva	2018
D19	O RPG Eletrônico: uma Atividade Lúdica Voltada para o Ensino de Cinética Química no Ensino Médio	Giovana C. Melatti	2018

D20	O Ensino das Interações Gravitacional e Eletromagnética por meio de um Jogo de RPG	Gustavo da S. Ferreira	2019
D21	Sistema de RPG para o Ensino de Física	André G. Macena-Júnior	2019
D22	Contribuições do Role Playing Game como Recurso Didático para o Ensino de Ecologia	Renato C. A. da Silva	2019
D23	Interpretando a Física: o Role Playing Game (RPG) como forma de explorar Problemas Abertos	Daniilo M. Vieira	2019
T1	O Uso do RPG (Role-Playing Game) como Estratégia Didático-Metodológica para o Ensino de Ciências e de Genética	Henrique J. P. Gomes	2019
D24	Role-Playing Game no Ensino de Física: Explorando a Evolução do Conceito de Inércia por meio da Imaginação e Interpretação	Miguel R. de O. Centurion	2020
D25	Alfabetização Científica por meio da Criação de Jogos Digitais do Tipo RPG	Dandara N. S. Gomes	2020
D26	O Role-Playing Game – RPG na Educação STEAM: Inovando na Aprendizagem de Ciências na Amazônia	Thiago P. Barros	2021
D27	Marte: Sistema de RPG Pedagógico Baseado em Inteligências Múltiplas para o Ensino de Ciências	Pablo Henrique E. Bezerra	2021
D28	Do Jogo Role-Playing Game ao Ensino em Saúde: uma Abordagem Transdisciplinar para o Enfrentamento da Obesidade e Sobrepeso	Bruno da L. Eltchechem	2021
D29	O RPG como uma Abordagem Investigativa para o Ensino de Física Moderna e Contemporânea ao Longo do Ensino Médio	Fábio Buffon	2021
D30	RPG no Ensino de Física: um Estudo Exploratório sobre a sua Utilização no Ensino Médio	Theo M. da R. Pires	2021
D31	O Jogo de RPG em Astronomia no Ensino Fundamental 2	Muary D. Quintanilha	2021
D32	A Proposta de um Jogo de Role Playing Game de Mesa para a Aprendizagem de Evolução Biológica	João M. A. Macedo	2021
D33	O Uso do Role Playing Game (RPG) como Estratégia para a Rememoração de conceitos de Química e Física em alunos do 9º ano do Ensino Fundamental	Vanessa N. de Souza	2021
D34	RPG no Ensino de Ciências: uma Proposta Lúdica para a Aprendizagem do Sistema Endócrino	Thais B. C. Silva	2021
D35	Energizando: um Jogo de Role-Playing Game (RPG) para a Abordagem do Tema Energia nos Anos Finais do Ensino Fundamental	Raquel G. de Sousa	2021

D36	Uma Proposta de Ensino de Astronomia por Meio de um Jogo em RPG Maker	William de S. Melo	2021
D37	Manual Básico de Regras: o Uso do <i>Role Playing Game</i> (RPG) como uma Ferramenta Didática no Ensino de Dinâmica na Física na Educação Básica	Diego de O. Gomes	2022
D38	Doando Sangue Sem Mistério: Um jogo de RPG Educativo para o Ensino de Ciências e Saúde na Perspectiva CTS	Wallace G. Pereira	2022
D39	Utilização de Jogo RPG para Compreensão da Gestão de Resíduos Sólidos	Amanda O. G. de Figueiredo	2022
D40	Uso de RPG como Ferramenta Pedagógica no Ensino de Biologia nas Aulas de Evolução Biológica	Kátia L. Pinheiro	2022
T2	RPG Karapaña: uma Proposta Educativa para a Prevenção e Controle do <i>Aedes Aegypti</i> a partir da Concepção da Educação Popular em Saúde	Andréia G. Pimentel	2022
D41	Taxonomia de Bloom Aplicada à Construção de um Jogo Educacional para o Ensino de Física: um Estudo de Caso no Ensino do Efeito Fotoelétrico	Camila B. Silva	2022
D42	RPG Pedagógico como Metodologia Ativa para o Ensino de Física	Nádja C. da Silva	2022
D43	O RPG (<i>Role Playing Game</i>) como Ferramenta Didática no Ensino Superior de Química Orgânica: Contribuições e Estudos do Jogo “ <i>Last Chance of Earth</i> ”	Flávio V. V. de Holanda	2022
D44	Caverna do Alquimista: um RPG Pedagógico para o Ensino de Química no Nível Médio, com base na Teoria das Inteligências Múltiplas	Robert P. Santos	2023
D45	RPG e Ensino de Química: Proposta de um Recurso Didático para a Abordagem do Modelo Atômico de Thomson	Jadson B. de Oliveira	2023
D46	Role-Playing Game (RPG) em Aulas de Física: Promovendo Qualidade Motivacional e Aprendizagens	Renta B. Schneider	2023
D47	Planos Além do Espaço-Tempo: uma Proposta de Jogo Digital para o Ensino de Evolução Estelar e Buracos Negros	Dionattan R. dos Santos	2023

Fonte: autoria própria.

Os trabalhos listados no Quadro 1 formaram o *corpus* desta pesquisa e foram nomeados de D1 até D47, em que D significa: dissertação, e T se refere a: tese. Depois os mencionados trabalhos acadêmicos foram impressos e procedemos com a leitura integral de todos eles. Após essa escolha dos documentos a serem analisados, bem como a leitura, partimos para o segundo polo cronológico, proposto por Bardin (2016), que é a exploração do material. Desse modo,

fizemos a codificação e decomposição das unidades de registro e de contextos de significados presentes nos textos lidos e, por último, realizamos o tratamento de tais contextos de modo a serem significativos e válidos para a nossa análise. Essa análise se baseou em três categorias de análise que foram postuladas *a priori* e estão listadas no Quadro 2.

Quadro 2 – Categorias de análise que conduziram *a priori* a leitura das dissertações e teses.

Categoria	Definição
Caracterização dos trabalhos	Explicita de forma geral as informações presentes nos trabalhos como origem, ano de defesa, universidade e programa de pós-graduação onde foram construídos e defendidos.
Tipo de RPG e metodologia de pesquisa utilizada	Mostra o tipo de aventura de RPG utilizada nas pesquisas, além de revelar o tipo de metodologia de pesquisa utilizada.
Disciplina, conteúdos e intenções da pesquisa	Descreve as disciplinas e os conteúdos abordados e as intenções para as quais as pesquisas de mestrado e doutorado foram desenvolvidas.

Fonte: autoria própria.

Inferimos que a delimitação dessas categorias de análise se faz importante, pois assim será possível, por meio da leitura dos trabalhos acadêmicos listados, apresentar um panorama do que a comunidade de Educação em Ciências entende e percebe a respeito do uso do jogo de RPG na sala de aula de Ciências. Além disso, as categorias de análise listadas no Quadro 2 se justificam, uma vez que, a partir delas, será possível apresentar um amplo espectro das produções envolvendo o RPG na Educação em Ciências no que diz respeito a origem, ano de defesa, universidade e programa de pós-graduação onde as dissertações e teses foram construídas e defendidas. Será possível, ainda, notar as abordagens metodológicas utilizadas e seus respectivos tipos, as disciplinas e os conteúdos abordados, as intenções para as quais as pesquisas de mestrado e doutorado foram desenvolvidas e, também, os tipos de RPG utilizados nos respectivos trabalhos acadêmicos. Para isso, a seguir, apresentaremos a discussão de cada uma das categorias de análise separadamente.

1.4.1. Caracterização dos trabalhos

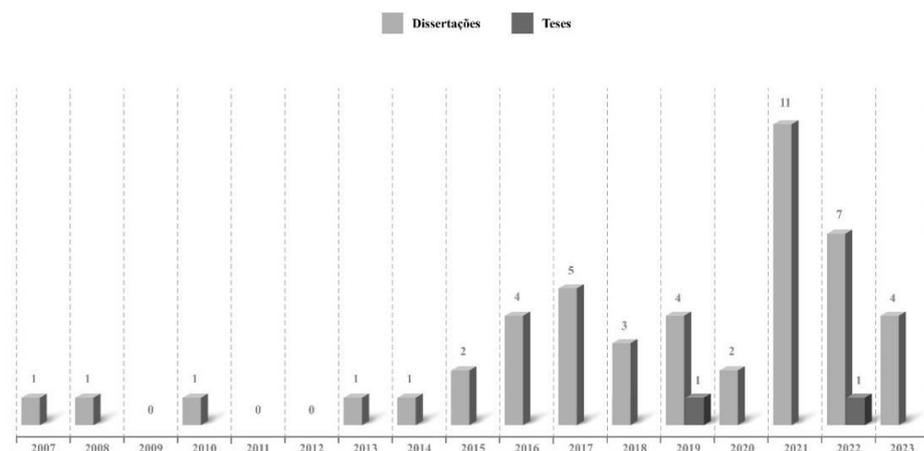
Essa categoria de análise, a qual denominamos *Caracterização dos Trabalhos*, visa apresentar uma ideia geral do nosso *corpus* de análise relativamente ao programa de pós-graduação no qual o trabalho foi realizado, ao ano de defesa das dissertações e da tese, bem como ao local e à universidade onde os trabalhos foram produzidos.

Inicialmente, foram encontrados, como vimos, 47 dissertações de mestrado e 2 teses de doutorado que abarcavam o RPG como objeto e a Educação em Ciências como área de pesquisa.

Entretanto, essas produções que trataram do RPG, em específico, demoraram, pelo menos, 20 anos para começarem a aparecer, haja vista que a primeira dissertação envolvendo a temática do lúdico, conforme nos explicam Garcez e Soares (2017) em sua revisão sobre o estado da arte do lúdico no Brasil, só foi defendida em 1988.

A primeira dissertação (o trabalho que denominados de D1) que apresentou o RPG como objeto de pesquisa foi defendida em 2007 por Eduardo Luiz Dias Cavalcanti na Universidade Federal de Goiás (UFG), orientada por Márlon Herbert Flora Barbosa Soares, que, segundo Cunha (2012), defendeu, em 2004, a primeira tese de doutorado abordando os jogos no ensino de Química no Brasil. Após este caminho precursor aberto por Cavalcanti (2007) por meio do trabalho D1, foram surgindo, aos poucos, mais dissertações e duas teses acerca do assunto, conforme nos mostra a Figura 2.

Figura 2 – Quantidade de dissertações e teses sobre RPG defendidas ao longo dos anos.



Fonte: autoria própria.

A partir da Figura 2, é possível perceber que, nos anos 2009, 2011 e 2012, nenhum trabalho do tipo dissertação ou tese envolvendo o RPG fora defendido e que, nos anos 2008, 2010, 2013 e 2014, só foram produzidos os trabalhos D2, D3, D4 e D5, respectivamente, ou seja, apenas um trabalho por ano em todo o Brasil. Inferimos que isso tenha ocorrido por dois prováveis motivos: primeiro porque a linha de pesquisa abarcando os jogos na Educação em Ciências era recente em nosso país, haja vista que, de acordo com Cunha (2012), a primeira tese sobre o assunto só foi defendida em 2004, ou seja, ainda era recente as contribuições para esta linha de pesquisa. O segundo motivo para essa pequena quantidade de trabalhos sobre o RPG pode ser devido à baixa quantidade de cursos de pós-graduação de Educação em Ciências nas universidades brasileiras e, conseqüentemente, poucas matrículas de discentes nos poucos cursos que existiam.

Segundo Brasil (2021), só foi possível observar um crescimento, ainda que de forma lenta, da pós-graduação brasileira e, portanto, de discentes matriculados e titulados entre os anos 2012 e 2020 por meio de políticas públicas, como o Plano Nacional de Pós-Graduação que, na época de sua criação, objetivava definir diretrizes, estratégias e metas para criar e avançar nas propostas para uma política de incentivo à pós-graduação e à pesquisa no Brasil. Assim, o referido autor explica que, nos anos mencionados, houve um aumento de 34% nos cursos de mestrado e 49% nos cursos de doutorado. Inferimos que este aumento nos cursos de pós-graduação no Brasil pode ter contribuído para que as produções que envolvem o RPG na Educação em Ciências aumentassem consideravelmente, principalmente entre os anos de 2015 e 2020, pois como, demonstra a Figura 2, foram defendidas, neste período, 20 dissertações e 1 tese, ou seja, em 2015 foram 2 dissertações (D6 e D7), em 2016 foram 4 (D8, D9, D10 e D11), em 2017 foram defendidas 5 dissertações (D12, D13, D14, D15 e D16), em 2018 foram 3 (D17, D18 e D19), já em 2019 foram 4 dissertações e a primeira tese sobre o assunto (D20, D21, D22, D23 e T1) e em 2020 foram 2 (D24 e D25).

Destaca-se, também, na Figura 2 a grande quantidade de trabalhos acadêmicos defendidos em 2021 e em 2022, ou seja, 11 dissertações (D26, D27, D28, D29, D30, D31, D32, D33, D34, D35 e D36) defendidas em 2021 e 8 trabalhos (D37, D38, D39, D40, D41, D42, D43 e T2) depositados em 2022. Inferimos que este aumento possa ser um reflexo do incremento das produções acadêmicas sobre o lúdico de forma geral no Brasil em três frentes: *i*) trabalhos em eventos científicos; *ii*) artigos publicados em periódicos; e *iii*) defesa de teses e dissertações. De acordo com Soares (2016), desde 2013 vem se observando uma grande profusão em produções, que abrangem as três mencionadas frentes, no que diz respeito à linha de pesquisa relacionada ao lúdico, principalmente em relação à defesa de teses e dissertações.

Outro aspecto que inferimos que possa contribuir para o aumento das defesas de dissertações, principalmente a partir de 2016, é a contribuição dada pela modalidade: mestrado profissional, haja vista que um número significativo das dissertações defendidas, entre 2016 e 2023, foram provenientes do mestrado profissional, ou seja, foram 24 dissertações oriundas do mestrado acadêmico (51%) e 23 de mestrados profissionais (49%). Destas 17, 3 foram defendidas em 2016 (D8, D10 e D11), 3 em 2017 (D13, D14 e D16), 03 em 2019 (D20, D21 e D22), 1 em 2020 (D24), 7 em 2021 (D29, D30, D31, D33, D34, D35 e D36), 5 em 2022 (D37, D39, D40, D41 e D42) e 1 em 2023 (D47). De acordo com Brasil (2021), embora o mestrado acadêmico tenha sido regulamentado no Brasil por meio da portaria normativa da Capes n.º 17 de 2009, foi no decênio 2011-2020 que foi criada a maioria destes cursos. Segundo Brasil (2009;

2017a), o mestrado profissional é uma modalidade de pós-graduação *stricto sensu* voltada para a capacitação de profissionais, nas diversas áreas do conhecimento, mediante o estudo de técnicas, processos ou temáticas que atendam alguma demanda do mundo do trabalho. Por outro lado, o mestrado acadêmico é, de acordo com Brasil (2021), um curso de pós-graduação *stricto sensu* que visa, primordialmente, o preparo de profissionais para atuação na docência superior e na pesquisa acadêmica.

É importante esclarecer que, quando comparamos as modalidades de mestrado, não estamos realizando uma depreciação dos mestrados profissionais em detrimento dos acadêmicos. Conforme Neres, Nogueira e Brito (2014), o mestrado profissional no âmbito educacional é frequentemente cursado por professores em exercício na Educação Básica como um meio para formação continuada e, por sua vez, o trabalho de conclusão deste curso de pós-graduação deve, em sua maioria, ser um produto educacional, o que muitas vezes não contribui diretamente com a pesquisa propriamente dita, haja vista que não haverá, necessariamente, uma contribuição teórica e/ou epistemológica para a respectiva linha de pesquisa em estudo. Entretanto, esta modalidade de mestrado pode proporcionar uma melhora na qualidade do ensino, com vistas ao sucesso do aprendizado na Educação Básica.

Outra característica importante a ser desvelada, nesta primeira categoria de análise, são os programas de pós-graduação de origem das 47 dissertações e 02 teses encontradas para essa pesquisa, no catálogo de teses e dissertações da CAPES, conforme nos mostra o Quadro 3.

Quadro 3 – Lista dos programas de pós-graduação, quantidade de trabalhos acadêmicos e instituições.

Programa de Pós-Graduação (PPG)	Quantidade de Trabalhos Acadêmicos Produzidos	Instituição
PPG em Química	01	Universidade Federal de Goiás (UFG)
PPG em Ensino das Ciências	01	Universidade Federal Rural do Pernambuco (UFRPE)
PPG em Educação	01	Universidade Federal do Paraná (UFPR)
PPG em Formação Científica, Educacional e Tecnológica	02	Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)
PPG em Ensino de Ciências e Educação	01	Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)
PPG em Ensino Científico e Tecnológico	01	Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI)

PPG em Ensino de Ciências Naturais	01	Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT)
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física	12	Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Universidade Federal do ABC Paulista (UFABC), Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRS), Universidade Federal Fluminense (UFF), Universidade Federal do Piauí (UFPI), Instituto Federal do Ceará (IFC), Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF) e Instituto Federal do Espírito Santo (IFES).
Mestrado Profissional em Ensino de Biologia	02	Universidade Estadual do Rio Grande do Norte (UERN) e Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)
PPG em Ensino de Química	01	UFRJ
PPG em Ensino de Física	01	UFRS
PPG em Educação	01	Universidade Federal do Alagoas (UFAL)
PPG em Projetos Educacionais de Ciências	02	Universidade de São Paulo (USP)
PPG em Educação e Docência	02	Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)
PPG em Educação em Ciências e Matemática	01	Universidade Federal do Paraná (UFPR)
PPG em Educação em Ciências e Matemática	01	Universidade Federal do Pernambuco (UFPE)
PPG em Educação Ambiental	01	Universidade Federal do Rio Grande (UFRG)
PPG em Ensino de Biologia	01	Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
PPG Interunidades em Ensino de Ciências	01	USP
PPG em Educação Científica e Matemática	01	Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS)
PPG em Ensino de Ciências e Matemática	01	Universidade Federal do Maranhão (UFMA)
PPG em Educação em Ensino de Ciências	01	Universidade do Estado do Amazonas (UEA)
PPG em Ensino de Ciências Naturais e Matemática	03	Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)
PPG em Ensino de Ciências Naturais e Matemática	01	Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO)

PPG em Ensino de Ciências e Matemática	01	Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)
PPG em Ensino de Ciências e Matemática	01	Universidade Anhanguera
PPG em Ensino de Ciências	01	Universidade de Brasília (UnB)
PPG em Prática de Educação Básica	01	Colégio Pedro II
PPG em Ciências Biológicas	01	UFPR
PPG em Educação em Ciências e Saúde	01	UFRJ
PPG em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias	01	Universidade Estadual de Santa Catarina (UDESC)
PPG em Ciências e Biotecnologia	01	Universidade Federal Fluminense (UFF)

Fonte: autoria própria.

Assim, podemos perceber, no Quadro 3, que diversos foram os Programas de Pós-Graduação (PPG) em que as dissertações e a tese foram defendidas, sendo 12 dissertações produzidas no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (D8, D10, D16, D20, D21, D29, D31, D36, D37, D41, D42 e D47), 2 dissertações provenientes do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (D39 e D40), 9 dissertações e 1 tese em programas específicos para o ensino de Ciências (D2, D5, D7, D13, D17, D23, D26, D33, D38 e T2), 11 dissertações em programas de pós-graduação que englobavam o ensino de Ciências e de Matemática (D15, D24, D25, D27, D28, D30, D32, D43, D44, D45 e D46), 5 dissertações foram produzidas em programas de pós-graduação em Educação (D3, D12, D14, D34 e D35), 4 dissertações foram defendidas em PPG de disciplinas específicas, como, por exemplo, Química (D1), Biologia (D22), Educação Ambiental (D18) e Física (D11), além da tese (T1) ter sido defendida em um PPG específico de Ciências Biológicas. Além disso, 1 dissertação foi defendida em um programa especialista em ensino de Química (D9) e 3 em programas que visavam o desenvolvimento científico e tecnológico do ensino de Ciências (D4, D19 e D6). Portanto, notamos que a maioria das dissertações foram produzidas e defendidas em programas específicos da área de Educação em Ciências, que, por sua vez, engloba as áreas específicas de Química, Física, Ciências Biológicas e/ou Biologia, Educação Ambiental.

Logo, inferimos que esta realidade é positiva, haja vista que trabalhos acadêmicos produzidos em programas de pós-graduação de Educação em Ciências terão, por sua vez, orientações de doutores especialistas específicos no que tange aos aspectos teóricos, metodológicos e epistemológicos, o que pode levar, portanto, a uma produção científico-acadêmica que, de fato, contribua para a área mencionada e, especialmente para a linha de pesquisa do lúdico, bem como para a melhoria da qualidade do ensino tanto na Educação Básica

quanto na Educação Superior, devido à elaboração de produtos educacionais que podem ser utilizados como novos materiais didáticos no ensino. Entendemos que essa contribuição é pertinente, pois vai ao encontro da necessidade apresentada por Soares (2016) e por Rezende e Soares (2019), os quais afirmaram que a elaboração de trabalhos acerca do lúdico precisa ser acompanhada de uma produção significativa de conhecimento, pois a simples utilização de jogos na Educação em Ciências, a exemplo do RPG, sem conhecimento teórico e epistemológico, em nada contribui, seja para a referida área de conhecimento ou para o fortalecimento do processo de ensino e aprendizagem.

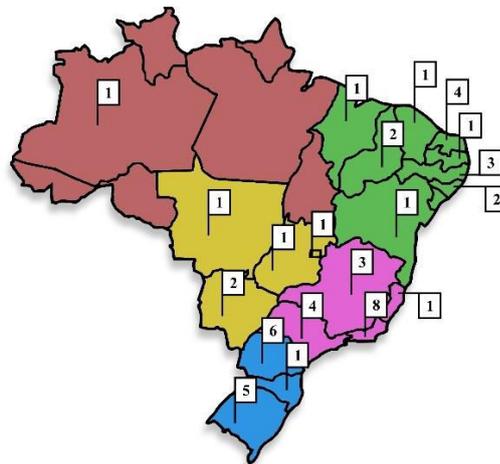
Foram 32 as instituições de Ensino Superior em que as dissertações e a tese foram produzidas, sendo deste total 23 instituições públicas de âmbito federal (72%), 8 universidades públicas estaduais (UDESC, UERN, UNICENTRO, UEPB, USP, URI, UEMS e UEA), o que corresponde a 25% do total de 32 instituições e apenas 1 universidade particular (Universidade Anhanguera), o que equivale a 3% do total das instituições que concederam os títulos de mestre e doutor aos titulados. Inferimos que essa prevalência de mais de 96% (31 instituições de um total de 32) das universidades públicas ofertarem os programas de pós-graduação em que os trabalhos aqui estão sendo analisados mostra que as universidades públicas brasileiras têm grande potencial, relevância e *modus operandi* no âmbito da pesquisa científica, ou seja, além das outras dimensões do tripé acadêmico (ensino e extensão), as universidades públicas — a despeito de cortes e contingenciamentos em seu orçamento, diminuição de editais de fomento à pesquisa e de bolsas de mestrado, doutorado, pós-doutorado e de produtividade em pesquisa — conseguem e continuam realizando pesquisas de qualidade, o que contribui diretamente com a produção do conhecimento científico, seja, como comentamos, para alargar o cabedal teórico e epistemológico da linha de pesquisa do lúdico, seja para contribuir com produtos educacionais nas escolas, o que pode, portanto, proporcionar uma melhor qualidade da educação.

Em relação à distribuição geográfica, na região Norte, há apenas 1 dissertação oriunda do estado do Amazonas (D26) e nenhuma outra dissertação ou tese proveniente dos outros estados da referida região. Na região Nordeste, há dissertações oriundas de oito dos nove estados da região, a saber: 1 dissertação defendida no Maranhão (D25), 1 na Paraíba (D5), 2 no Piauí (D36 e D37), 1 no Ceará (D41), 1 na Bahia (D42), 4 no Rio Grande do Norte (D27, D40, D44 e D45), 2 em Alagoas (D12 e D21) e 3 no Pernambuco (D2, D22 e D43), não havendo, portanto, nenhuma produção deste tipo no estado de Sergipe.

Já, na região Sul, foram defendidas 12 dissertações que abordavam o RPG na Educação em Ciências, sendo 5 do estado do Rio Grande do Sul (D6, D11, D18, D29 e D30), 5 do Paraná

(D3, D4, D15, D19 e D28), 1 em Santa Catarina (D46), além da tese encontrada em nossa pesquisa ter sido defendida, também, no estado do Paraná (T1). Já a região Sudeste possui 16 trabalhos acadêmicos sobre o RPG, das quais 4 foram produzidas no estado de São Paulo (D13, D16, D17 e D23), 8 no Rio de Janeiro (D8, D9, D10, D31, D34, D38, D39 e T2), 1 no Espírito Santo (D47) e 3 em Minas Gerais (D14, D20 e D35). Por último, a região Centro-Oeste teve 1 dissertação oriunda de Goiás (D1), 1 em Mato Grosso (D7), 2 em Mato Grosso do Sul (D24 e D32) e 1 no Distrito Federal (D33). Por último, a região Centro-Oeste contou com trabalhos defendidos em todos os seus três estados e no Distrito Federal, no entanto, a quantidade (5 dissertações: D1, D7, D24, D32 e D33).

Figura 3 – Mapa do Brasil com a quantidade de trabalhos acadêmicos defendidos em cada estado.



Fonte: autoria própria.

De acordo com a Figura 3, percebemos que todas as regiões do Brasil foram contempladas com trabalhos que abordavam o RPG na Educação em Ciências, contudo a região Norte foi a que menos apresentou trabalhos nesta temática, isto é, de 2007 até atualmente só foi defendida 1 dissertação no estado do Amazonas (D26). Por outro lado, a região Centro-Oeste contou com trabalhos defendidos em todos os seus três estados e no Distrito Federal, no entanto, a quantidade (5 dissertações) se mostrou pequena em relação às regiões Sul e Sudeste do país, onde foi possível observar a defesa de 27 dissertações e de 2 teses de doutorado, seguida da região Nordeste, que depositou 15 dissertações nos repositórios das suas respectivas universidades. Em síntese, foram 16 trabalhos acadêmicos defendidos na região Sudeste, 15 no Nordeste, 13 na região Sul, 5 no Centro-Oeste e 1 na região Norte do país. Inferimos que essa alta quantidade de trabalhos nas regiões Sudeste, Nordeste e Sul do Brasil e baixa produção de dissertações e teses nas regiões Centro-Oeste e, principalmente, Norte pode ter ocorrido devido

a três fatores principais: a) tempo de fundação da universidade e tradição do PPG; b) interiorização de novos *campi* universitários; e c) mestrado profissional nacional em ensino de Física.

O primeiro fator que inferimos para esta grande produção acadêmica nas regiões Sul e Sudeste do país é a idade de fundação das universidades em que tais trabalhos foram desenvolvidos, ou seja, universidades que são mais antigas, como a Universidade de São Paulo, fundada em 1934); a Universidade Federal do Rio de Janeiro, criada em 1920; e a Universidade Federal do Paraná, que iniciou suas atividades em 1912, tiveram uma maior produção de trabalhos acadêmicos sobre o RPG na Educação em Ciências, o que pode ter relação com o maior tempo de atuação, tradição e consolidação dos respectivos programas de pós-graduação enquanto espaços que oferecem cursos de formação, como a pós-graduação *stricto sensu*, que leva, conseqüentemente, à produção de produtos acadêmicos, como as dissertações e a tese aqui analisadas.

O segundo fator que inferimos justificar a distribuição geográfica das dissertações observada na Figura 3 é a interiorização dos novos *campi* universitários em diversas cidades do Brasil motivada por políticas públicas, como o Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais, criado por meio do Decreto n.º 6.096, de abril de 2007, pelo governo Lula, que possibilitou que a Universidade Federal do Pernambuco, por exemplo, se reestruturasse e criasse, na cidade de Vitória de Santo Antão, um programa de pós-graduação em ensino de Biologia em 2014, que originou uma dissertação (D22) sobre a temática aqui estudada. Além disso, entendemos que a instituição da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, por meio da Lei n.º 11.892, de 2008, durante o governo do presidente Lula, que criou os institutos federais em inúmeras cidades do interior do país, onde tivemos a defesa de 2 dissertações (D41 e D47), bem como o Colégio Pedro II, no Rio de Janeiro, onde tivemos a produção de 1 dissertação (D34), e a Universidade Tecnológica Federal do Paraná em Curitiba, que originou as dissertações D4 e D19, provenientes do programa de pós-graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica, criado em agosto de 2011.

O terceiro fator que inferimos contribuir para uma grande produção de dissertações sobre o RPG na Educação em Ciências no Brasil como um todo é o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, que, de acordo com Nascimento (2013), iniciou suas atividades em 2013 como o resultado de uma parceria entre a Sociedade Brasileira de Física e a Capes. Segundo a autora, o programa tem como objetivo capacitar professores de Física da Educação Básica quanto às habilidades da referida disciplina e de técnicas atuais de ensino para

aplicação em sala de aula, como, por exemplo, as estratégias que utilizam materiais didáticos e metodologias diferenciadas, bem como de tecnologias da informação e comunicação para motivar e informar o estudante por meio do ensino da Física.

Por conseguinte, a abrangência desse programa é nacional e, portanto, está presente, desde sua criação em 2013, em diversas universidades espalhadas pelo país produzindo conhecimentos que tendem a auxiliar o ensino de Física, como o RPG, por exemplo. Tal material didático com foco no ensino de Física foi tema de 12 dissertações, produzidas nos respectivos polos do curso, a saber: D8 - UFRJ, D10 - UFRJ, D16 - UFABC, D20 - UFJF, D21 - UFAL, D29 - UFRGS, D31 – UFF, D36 e D37 – UFPI, D41 – IFC, D42 – UNIVASF e D47 - IFES. Portanto, entendemos que este mestrado profissional tem grande parte na produção de teses e dissertações sobre a temática do RPG, uma vez que foram 8 dissertações, de um total de 36, oriundas somente deste programa.

A seguir, apresentaremos uma discussão relacionada ao tipo de RPG planejado e elaborado, à abordagem metodológica utilizada, bem como aos seus respectivos tipos presentes nas dissertações teses aqui analisadas.

1.4.2. Tipo de RPG e metodologia de pesquisa utilizada

Nesta seção, trataremos a respeito da segunda categoria de análise que aborda estes dois aspectos observados nas 47 dissertações e 2 teses publicadas, tendo como objeto de pesquisa o RPG e a Educação em Ciências. Isto posto, inicialmente, abordaremos os tipos de RPG encontrados nas produções analisadas.

Ao ponderarmos sobre cada uma das dissertações e a tese, percebemos que houve a elaboração de 34 jogos de RPG do tipo mesa. Tais jogos foram observados nos trabalhos D1, D2, D3, D7, D9, D10, D11, D13, D14, D16, D17, D20, D21, D22, D23, T1, D24, D26, D27, D28, D31, D32, D33, D34, D35, D37, D38, D39, T2, D41, D42, D43, D44 e D46. De acordo com Cavalcanti e Weber (2021), os jogos de RPG de mesa caracterizam-se por serem um tipo de jogo de interpretações de papéis, no qual existe um mestre que narra toda a aventura e os jogadores que participam desta aventura narrada estão interagindo com a história criada. Este tipo de jogo é chamado de “RPG de mesa”, pois, apesar de toda a tecnologia que nos cerca atualmente, para jogar uma aventura de RPG nesses moldes, necessitamos apenas de papel, caneta e um determinado lugar com um espaço para que os jogadores escutem o mestre e participem do jogo, seja anotando informações importantes e/ou interpretando dados ditos por ele. Segundo Cavalcanti e Weber (2021), esse espaço geralmente é uma mesa, propriamente

dita, mas, como vimos, pode ser um local reservado em um parque, no pátio da escola ou até mesmo no chão.

Por outro lado, os jogos de RPG classificados como digitais produziram um total de 13 aventuras e foram encontrados nos seguintes trabalhos: D4, D6, D8, D12, D15, D19, D25, D29, D30, D36, D40, D45 e D47. Para Cariello et al. (2022), os jogos de RPG digitais são, frequentemente, criados em um *software* chamado: *RPG Maker*, que é uma plataforma que permite a criação de jogos deste tipo, na qual o jogador atua como uma personagem em uma determinada narrativa. Ainda segundo os referidos autores, esse programa que cria os jogos de RPG digitais foi lançado em 1995 nos Estados Unidos e é um *software* gratuito que tem tradução para a língua portuguesa e, ao longo da sua história de criação, já teve diversas versões, como *RPG Maker 95*, *RPG Maker 2000*, *RPG Maker 2003*, *RPG Maker XP*, *RPG Maker VX*, *RPG Maker VX Ace* e *RPG Maker MV*, por exemplo.

Outro tipo de jogo de RPG é o *Live Action* que, de acordo com Cavalcanti e Weber (2021), é um jogo de RPG que difere do digital e do de mesa, pois neste estilo há ação livre dos jogadores que, além de interpretar uma personagem, atuam como se fossem as próprias personagens, a exemplo de um ator de teatro ou de novela que interpreta uma cena qualquer. Esse tipo de RPG pode ou não ter a figura do mestre, isto é, de um narrador conduzindo a história, contudo, haverá personagens que precisarão ser direcionadas enquanto a aventura se desenvolve. Assim, encontramos apenas 1 dissertação (D18) que trazia uma aventura do tipo *Live Action* e 1 trabalho (D5) que não, necessariamente, elaborou um jogo de RPG independentemente do tipo.

Em resumo, foram 34 aventuras de RPG do tipo mesa (D1, D2, D3, D7, D9, D10, D11, D13, D14, D16, D17, D20, D21, D22, D23, T1, D24, D26, D27, D28, D31, D32, D33, D34, D35, D37, D38, D39, T2, D41, D42, D43, D44 e D46), 13 aventuras classificadas como: digital (D4, D6, D8, D12, D15, D19, D25, D29, D30, D36, D40, D45 e D47), 1 do tipo *Live Action* (D18) e 1 dissertação que não elaborou um jogo de RPG propriamente dito (D5). Desse modo, inferimos que os jogos de RPG do tipo mesa foram preferíveis em detrimento dos jogos digitais e *Live Action* devido à facilidade e praticidade que aquele jogo apresenta em relação a estes dois, no que diz respeito ao espaço físico do RPG de mesa poder ser somente o próprio espaço da sala de aula, enquanto o digital necessita de tecnologias da informação e comunicação que nem sempre estarão disponíveis a todos os educandos da escola devido a situações de vulnerabilidade social deles ou porque a escola, ainda, não está devidamente equipada com tais tecnologias por falta de investimentos públicos, por exemplo.

Além disso, inferimos que os jogos de RPG de mesa foram a maioria, também, em razão da facilidade e do baixo tempo investido para que tais jogos possam ser elaborados pelos professores, ou seja, não é necessário um conhecimento de um determinado *software* para elaborar a aventura, como seria necessário para elaborar um jogo do tipo digital na plataforma *RPG Maker*, por exemplo. Isso economiza tempo de um profissional que, segundo Pimenta e Lima (2017), já não dispõe de muito tempo disponível para investir em elaborações demoradas de novos materiais didáticos e/ou metodologias novas. Em relação aos jogos de RPG digitais, principalmente os criados por meio do programa *RPG Maker*, acreditamos que eles devem ser utilizados, quando possível, contudo, eles não são tão interessantes do ponto de vista da dinamicidade, pois costumam trazer um funcionamento com base em perguntas e respostas objetivas que acaba se tornando mecânico.

Ao contrário, o RPG do tipo *Live Action* apresenta grande potencial no que diz respeito à dinamicidade e à inovação, pois com ele não há apenas um mundo fechado e circunscrito por uma mesa ou um *software*, mas um mundo aberto que nos faz abrir a imaginação para irmos a diversos locais que se transformam em verdadeiros cenários vivos e itinerantes. No entanto, a grande dificuldade — que pode até justificar, como vimos, a baixa produção de jogos deste tipo (apenas a dissertação D18) — para esta prática pedagógica é a questão do espaço que, muitas vezes, a escola não possui ou não está disposta a cedê-lo para tal tipo de prática. Outra dificuldade que inferimos em relação ao uso desse jogo é a rigidez que o sistema educacional brasileiro ainda está imerso, principalmente em se tratando de práticas pedagógicas que objetivam retirar os estudantes da dinâmica tradicional, vista ainda hoje em sala de aula.

Outro aspecto que merece destaque nas dissertações analisadas é a abordagem de pesquisa utilizada. Foram 24 dissertações (D1, D2, D5, D6, D7, D12, D13, D17, D19, D21, D22, D23, D26, D28, D30, D32, D33, D37, D38, D41, D42, D43 e D44) e 1 tese (T1) que utilizaram a abordagem qualitativa para as suas pesquisas. De acordo com Bogdan e Biklen (2013), a pesquisa qualitativa é uma abordagem que agrupa diversas estratégias de investigação que partilham determinadas características e dados ricos em pormenores descritivos relacionados a pessoas, documentos, locais e conversas, de complexo tratamento e análise. Assim, Lüdke e André (2018) explicam que as questões a se investigar na pesquisa qualitativa são analisadas de forma cuidadosa e não objetiva responder a questões prévias ou testar hipóteses, mas compreender, essencialmente, os motivos pelos quais os indivíduos se comportam de uma determinada forma e/ou como um documento mostra tal informação. Por isso, Bogdan e Biklen (2013) afirmam que far-se-á necessárias diversas classificações e/ou tipos

de enfoques na abordagem qualitativa para entender as nuances, particularidades e especificidades de cada situação de pesquisa dentro da abordagem qualitativa.

Dessa forma, a abordagem qualitativa possui diferentes tipos, em que poderíamos destacar os mais utilizados no dia a dia do pesquisador, a saber: pesquisa-ação, pesquisa participante, pesquisa ensino, estudo de caso, bibliográfica, entre outros. Dentro desta abordagem, foi possível perceber que 8 dissertações (D1, D2, D7, D13, D17, D30, D33 e D43) e 1 tese (T1) foram classificadas como estudo de caso. De acordo com Yin (2015), o estudo de caso é um inquérito empírico que investiga um fenômeno contemporâneo dentro do conceito de vida real, especialmente quando as fronteiras entre fenômeno e contextos não são claramente evidentes, além disso colabora com a situação tecnicamente distintiva, na qual haverá muito mais variáveis de interesse que dados, e como resultado depende de múltiplas fontes de provas, com os dados a necessitarem convergir num modo triangular das proposições teóricas para guiar a coleta e, posteriormente, a análise de dados.

Nesse sentido, grande parte dos trabalhos dentro da abordagem qualitativa são do tipo estudo de caso (9 trabalhos), pois são trabalhos realizados no ambiente escolar e, conseqüentemente, na sala de aula. Além disso, os trabalhos que envolvem a participação de estudantes em jogos têm seus resultados bem apresentados e explorados quando se faz um estudo de caso, pois, como vimos em Yin (2015), esse tipo de pesquisa possibilita a análise de um determinado caso, que, em nosso exemplo, são as partidas de determinado jogo, em todas as suas dimensões e complexidades, desvelando, portanto, as limitações e as possibilidades de tal recurso didático enquanto tal ou quando entendido como campo teórico.

Foram três dissertações (D6, D23 e D26) classificadas, dentro da abordagem qualitativa, como bibliográfica. Para Sousa, Oliveira e Alves (2021), a pesquisa bibliográfica é o levantamento de obras, impressas ou digitais, publicadas sobre aspectos teóricos que irá conduzir o trabalho científico, além disso tal tipo de pesquisa tem como objetivo reunir e analisar textos publicados para apoiar o trabalho científico. Assim, inferimos que a baixa quantidade de dissertações que realizaram a pesquisa do tipo bibliográfica pode ser explicada devido a esse tipo de pesquisa ser dual, ou seja, ela é difícil e fácil, ao mesmo tempo, de se realizar. É considerada fácil, tendo em vista que, para a sua realização, é necessário selecionar, recolher e analisar dados e/ou informações contidos em documentos impressos ou digitais, artigos, dissertações, livros publicados, entre outras fontes que, em grande parte, estão ao alcance do pesquisador. Por outro lado, a pesquisa bibliográfica é difícil, pois envolve uma

grande capacidade de análise e síntese, tendo em vista a enorme dimensão de materiais ou dados a serem estudados e analisados.

Também foram localizadas 3 dissertações que se classificaram, respectivamente, como pesquisa qualitativa do tipo pesquisa participante (D28), e pesquisa-ação (D22 e D12). De acordo com Brandão e Streck (2015), a pesquisa participante é um instrumento de trabalho para a construção do conhecimento e tem como objetivo compreender, intervir e transformar a realidade, entendendo que todo ser humano é em si mesmo e por si mesmo uma fonte original e insubstituível de saber. Assim, inferimos que tal tipo de pesquisa oferece um repertório de possibilidades visando superar a oposição entre sujeito-objeto e pesquisador-pesquisado nos contextos de produção coletiva do saber por meio dos jogos de RPG. Já a pesquisa-ação é, para Tripp (2005), um tipo de pesquisa qualitativa usada para o desenvolvimento de professores e pesquisadores de modo que eles possam utilizar suas pesquisas para aprimorar seu ensino e, em decorrência, o aprendizado de seus estudantes. Desse modo, entendemos que a pesquisa-ação pode ser uma opção para estudos relacionados ao RPG, principalmente se a ideia para a sua concepção for gerida pelo próprio professor que ocupa o espaço da sala de aula e, em seguida, utilizar com suas turmas.

Observamos, também, que alguns trabalhos não especificaram o tipo de abordagem qualitativa utilizada em suas pesquisas, mas apenas as técnicas de análise para tratar os dados colhidos. Desse modo, tivemos a menção da análise de conteúdo (D5, D19, D32 e D38) e da análise textual discursiva (D21). É importante lembrar que a análise de conteúdo, segundo Bardin (2016), é um conjunto de instrumentos metodológicos que podem ser aplicados em discursos que podem ser escritos ou falados para entender categorias de significância e significados que estão imbricados em tais discursos.

Por outro lado, de acordo com Moraes e Galiazzi (2006), a análise textual discursiva é uma ferramenta para análise qualitativa que se inicia com a unitarização, em que textos serão separados em unidades de significado que podem gerar outros conjuntos de unidades de interlocução empírica para revelar o que tais textos têm a informar e a contribuir com os estudos e objetivos dos pesquisadores. Essa modalidade de análise transita entre a análise de discurso e a análise de conteúdo, contudo possui suas peculiaridades próprias.

Tais técnicas são corriqueiramente utilizadas para interpretar os dados recolhidos em trabalhos da área da Educação em Ciência e têm se mostrado proeminente nos trabalhos envolvendo os jogos de RPG, pois facilita o trabalho do pesquisador, uma vez que já se tem uma técnica válida e confiável a ser seguida, o que, portanto, concede credibilidade às

pesquisas. Entendemos que a confiabilidade de técnicas de análise é importante para a linha de pesquisa do lúdico, haja vista que tal linha de pesquisa, ainda hoje, é vista com certa desconfiança por alguns pesquisadores na comunidade de Educação em Ciências devido, entre outros motivos, ao seu recente nascimento.

A abordagem quantitativa também foi observada nos trabalhos aqui analisados, foram 2 dissertações (D24 e D35) que lançaram mão da referida abordagem de pesquisa. Segundo Gatti (2004), a abordagem quantitativa, ou aquela que visa compreender as quantificações na pesquisa, constitui-se como um trabalho que possibilita ao pesquisador a informação que, geralmente, não pode ser diretamente visualizada a partir de uma grande quantidade de dados sem que eles sejam mensurados. Dessa forma, a autora explica que a abordagem quantitativa na pesquisa em Educação abrange uma gama de procedimentos, técnicas e algoritmos que visam ajudar o pesquisador a extrair subsídios para responder às suas perguntas de pesquisa.

Assim como na abordagem qualitativa, a quantitativa também possui, de acordo com Gatti (2004), classificações específicas dentro do seu campo de estudo, como, por exemplo, a pesquisa quantitativa descritiva que foi usada no trabalho chamado de D24. Segundo Silva (2003), a pesquisa do tipo descritiva é utilizada quando o pesquisador tem como objetivo identificar as características de determinada população ou fenômeno e estabelecer relações entre as variáveis, sem sua interferência, ou seja, apenas mostrar as frequências com que tais variáveis se apresentam. A dissertação denominada D35 não explicitou o tipo de pesquisa quantitativa que utilizou para a construção da referida dissertação, mas somente informou que utilizaria o *software* IraMuTeQ[®] para analisar os dados encontrados. De acordo com Salviati (2017), o IraMuTeQ[®] é um programa de computador que auxilia o pesquisador na análise de discursos, criando, por meio de ferramentas estatísticas, nuvens de palavras que podem apontar um determinado grau de significância de acordo com a frequência de aparição de determinadas palavras e/ou expressões.

Inferimos que essa pequena quantidade de trabalhos utilizando a abordagem quantitativa (2 dissertações: D24 e D35), sobretudo a do tipo descritiva (1 dissertação: D24), pode ser explicada pelo fato de a pesquisa quantitativa em educação não possuir, no Brasil, uma ampla utilização, pois, como afirma Gatti (2004), os métodos instrumentais analíticos da pesquisa quantitativa dificultam a construção de uma perspectiva mais ampla, fundamentada e crítica sobre a real situação dos fatos que são subjetivos dentro do espaço escolar. Desse modo, corroboramos com Gatti (2004) a respeito da subjetividade da sala de aula, principalmente por ocasião o uso de jogos, pois uma pesquisa quantitativa nesta linha de pesquisa pode deixar

escapar particularidades que contribuiriam sobremaneira para a discussão dos resultados e, conseqüentemente, apontaria para possíveis respostas mais confiáveis para o problema de pesquisa em estudo, razão que acreditamos ter influenciado a maioria dos trabalhos analisados optarem a pesquisa qualitativa em detrimento da quantitativa.

Além da abordagem quantitativa, foram encontradas 4 dissertações (D34, D36, D40 e D46) que utilizaram uma abordagem quali-quantitativa, ou seja, uma junção entre os aspectos da pesquisa qualitativa e das características da pesquisa quantitativa. Para Gatti (2004), a combinação dos números obtidos em uma pesquisa quantitativa com as significâncias multifatoriais e multidimensionais oriundas da pesquisa qualitativa podem enriquecer a compreensão de eventos, fatos e processos, por isso uma abordagem de pesquisa que una o qualitativo com o quantitativo é de grande relevância.

Ainda, é possível observar que os trabalhos que se intitularam como quali-quantitativos (04 trabalhos: D34, D36, D40 e D46) foram poucos se comparados à pesquisa qualitativa (24 trabalhos: D1, D2, D5, D6, D7, D12, D13, D17, D19, D21, D22, D23, T1, D26, D28, D30, D32, D33, D37, D38, D41, D42, D43 e D44), por isso inferimos que os pesquisadores estão mais interessados em utilizar a pesquisa qualitativa como guia metodológico para a condução de suas pesquisas devido a maior possibilidade de análise de aspectos particulares que só poderiam ser percebidos com o auxílio da pesquisa qualitativa. Outra inferência que fazemos, com base em Gatti (2004), é que trabalhos realizados com o auxílio da pesquisa quantitativa, normalmente, são feitos por pesquisadores, já os trabalhos qualitativos são realizados por professores que podem ou não ser pesquisadores, uma vez que, segundo Triviños (2019), o pesquisador qualitativo não fica de fora da realidade que estuda, ou à margem dela, mas procura captar o significado dos fenômenos que ocorrem em sua realidade.

Além dos 24 trabalhos oriundos da pesquisa qualitativa (D1, D2, D5, D6, D7, D12, D13, D17, D19, D21, D22, D23, T1, D26, D28, D30, D32, D33, D37, D38, D41, D42, D43 e D44), tivemos dois que se autotitularam como advindos da pesquisa quantitativa (D24 e D35), quatro da abordagem quali-quantitativa (D34, D36, D40 e D46), e dezoito textos (D3, D4, D8, D9, D10, D11, D14, D15, D16, D18, D20, D25, D27, D29, D31, D39, T2 e D47) que não especificaram, em seu método, a abordagem ou metodologia utilizada em suas pesquisas. Compreendemos que essa falta de delimitação metodológica pode ter ocorrido devido à linha de pesquisa que envolve o lúdico na Educação em Ciências, e sobretudo se tratando do RPG, ser recente, uma vez que a primeira dissertação sobre tal assunto só foi defendida, como vimos, em 2007 e a primeira e única tese, até agora, sobre o RPG em 2019. Quando analisamos as

dissertações que não delimitaram uma abordagem metodológica, percebemos que a maioria delas foram defendidas entre 2010 e 2017, ou seja, percebemos que, conforme o tempo passa, maior rigor metodológico as produções envolvendo o RPG na Educação em Ciências apresentam.

Assim, concordando com Silva e Soares (2023), inferimos que o fato deste rigor metodológico estar presente em trabalhos acadêmicos mais recentes ocorre devido à consolidação da linha de pesquisa sobre o lúdico no Brasil, uma vez que, atualmente, existem diversos programas de pós-graduação que formam mestres e doutores nesta linha de pesquisa, além disso, a mencionada linha possui um evento próprio intitulado: Encontro Nacional de Jogos e Atividades Lúdicas em Ensino de Química, Física e Biologia (JALEQUIM), que ocorre bianualmente, em diferentes cidades do país, e congrega estudantes e pesquisadores para discutir questões relacionadas ao lúdico e, conseqüentemente, ao RPG. Outro marco que inferimos estar relacionado ao aumento do rigor metodológico em trabalhos acadêmicos mais recentes é o surgimento do periódico científico *Ludus Scientiae*, que foi lançado em 2017 e publica, especialmente, artigos sobre o lúdico relacionado à área de Educação em Ciências.

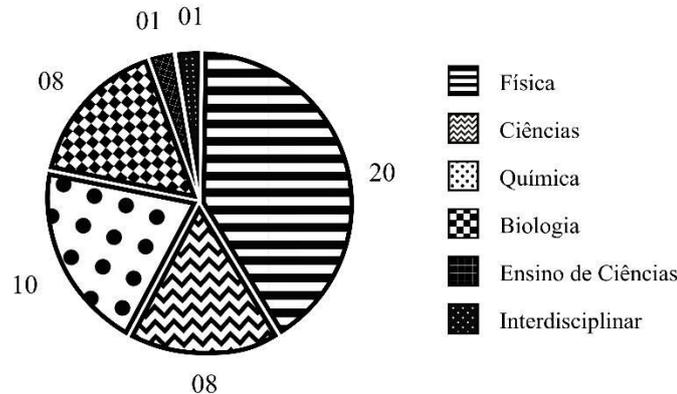
A seguir, mostraremos as disciplinas e os conteúdos que as dissertações e as teses aqui analisadas trabalharam, bem como as intenções das pesquisas que deram origem aos referidos trabalhos acadêmicos.

1.4.3. Disciplina, conteúdos e intenções das pesquisas

Inicialmente, discutiremos algumas questões relacionadas aos itens que nomeiam a presente seção, ou seja, as disciplinas da área de Ciências e os conteúdos abordados em cada uma das disciplinas da área, bem como as intenções por trás das pesquisas que, por sua vez, originaram as teses e as 47 dissertações aqui analisadas. Para iniciar, falaremos das disciplinas cotejadas nos mencionados trabalhos acadêmicos.

Percebemos, conforme mostra a Figura 4, que a maioria dos trabalhos acadêmicos analisados abordavam a disciplina de Física, seguida de Ciências, Química e Biologia.

Figura 4 – Quantidade de trabalhos acadêmicos divididos por disciplinas.



Fonte: autoria própria.

Dessa forma, a Figura 4 mostra que 20 dissertações (D2, D6, D8, D10, D11, D15, D16, D20, D21, D23, D24, D29, D31, D30, D36, D37, D41, D42, D46 e D47) abordaram a disciplina de Física, 10 dissertações (D1, D4, D7, D9, D19, D25, D33, D43, D44 e D45) focaram na Química, 8 dissertações (D13, D14, D18, D26, D27, D28, D34 e D35) e 1 tese (T1) trabalharam com a disciplina de Ciências, 7 dissertações e 1 tese (D3, D12, D22, D32, D38, D39, D40 e T2) na Biologia e 2 dissertações (D5 e D17) se detiveram, respectivamente, ao ensino de Ciências (D5), enquanto área e a assuntos interdisciplinares (D17) e não focada em uma determinada disciplina apenas.

Inferimos, portanto, que a maioria dos trabalhos aqui analisados se concentrou na disciplina de Física devido, provavelmente, a dois fatores. O primeiro pode estar relacionado à profusão de dissertações oriundas do mestrado nacional profissional em ensino de Física (MNPEF), que fez com que a maioria das dissertações contemplasse a referida disciplina, haja vista que tal mestrado, de acordo com Rebeque, Ostermann e Viseu (2018) e com Nesi, Batista e Deimling (2021), se constitui como um sistema de formação intelectual e de desenvolvimento de técnicas e de produtos na área de ensino de Física para a Educação Básica. Por esse motivo, inferimos que a quantidade de dissertações que apresentaram o RPG atrelado ao ensino de Física para a Educação Básica é relativamente grande, ou seja, são 20 dissertações de um total de 47, o que representa 42% do total.

O segundo motivo que inferimos para a grande quantidade de dissertações que discutiu a disciplina Física, é o fato de tal disciplina ser, segundo Bonadiman e Nonenmacher (2007), considerada difícil e desagradável para a grande parte dos estudantes do Ensino Médio. Logo, para o seu estudo, far-se-á necessária uma sólida base de conhecimentos de matemática e de interpretação de texto e de problemas, o que muitas vezes não se consolida, haja vista que os

estudantes não chegam ao Ensino Médio dominando tais conhecimentos e, portanto, apresentam dificuldades no aprendizado de assuntos relacionados à referida disciplina. Assim, entendemos que, para tentar propiciar a aprendizagem e propiciar um ensino de Física verdadeiramente eficaz, os professores utilizam determinados materiais didáticos — como o RPG que é um produto educacional —, corriqueiramente elaborado durante o MNPEF, que pode possibilitar a eficácia do ensino e da aprendizagem de Física.

Em relação aos trabalhos acadêmicos que abordavam a disciplina de Química, foram 10 dissertações (D1, D4, D7, D9, D19, D25, D33, D43, D44 e D45) e na disciplina de Ciências, foram 8 trabalhos (D13, D14, D18, D26, D27, T1, D28, D34 e D35). Logo, percebemos que também houve um número elevado de trabalhos que contemplaram essas duas disciplinas, principalmente se, com a finalidade de compararmos, somarmos as duas mencionadas disciplinas, teremos 18 trabalhos. Assim, inferimos que a quantidade de trabalhos focando a Química pode ser compreendida devido tal disciplina — assim como a Física —, de acordo com Mortimer (2019), ser considerada difícil, uma vez que trabalha, entre outras coisas, com o mundo submicroscópico, além de possuir uma linguagem própria. Quando pensamos na disciplina de Ciências, geralmente ministrada no Ensino Fundamental, inferimos que ela costuma ser uma disciplina que não possui um grau de dificuldade acentuado se comparada, por exemplo, à Física e à Química ministrada corriqueiramente no Ensino Médio. Além disso, entendemos que disciplina de Ciências possibilita a realização de diversas atividades lúdicas por parte dos professores, como, por exemplo, a leitura e a interpretação nas aulas de Ciências, preconizadas por Norris e Phillips (2003). Dessa forma, acreditamos que o RPG, assim como a leitura e a interpretação, possui, também, a capacidade de proporcionar a imaginação e a interpretação nas aulas de Ciências por ser um recurso que pode ser produzido e utilizado nas aulas de Ciências para propiciar uma aprendizagem eficaz dessa disciplina para os estudantes.

Já a disciplina de Biologia foi a que menos teve dissertações envolvendo o RPG como objeto de pesquisa: foram 8 trabalhos (D3, D12, D22, D32, D38, D39, T2 e D40). Por outro lado, apenas uma dissertação optou por trabalhar de forma interdisciplinar (D5) e uma envolveu os aspectos teóricos gerais do ensino de Ciências (D17) e não uma disciplina do currículo propriamente dita. Inferimos que o baixo número de dissertações envolvendo a Biologia pode ser explicado devido a esta disciplina ser, por sua natureza, mais lúdica se comparada à Química e/ou Física, haja vista que ela aborda aspectos mais palpáveis, do ponto de vista macroscópico, que, portanto, são tangíveis aos estudantes, ou seja, a Biologia discute assuntos que os estudantes já viram e/ou perceberam em suas vidas cotidianas, como, por exemplo, corpo

humano, plantas, biomas, entre outros. Por isso, inferimos que os jogos na Biologia não são classificados como um recurso didático tão inovador e, portanto, não são tão utilizados como nas outras disciplinas como percebemos anteriormente. Outra inferência possível para a pequena quantidade de jogos de RPG relacionados à Biologia é a própria pequena quantidade de trabalhos acadêmicos que abordaram a respectiva disciplina, uma vez que, se tivessem mais dissertações e/ou teses que focalizaram seus esforços nesta disciplina, talvez haveria mais jogos contemplando a Biologia.

Os conteúdos trabalhados em cada uma das disciplinas abordadas na tese e nas dissertações estão listados no Quadro 4.

Quadro 4 - Lista de conteúdos trabalhados em cada disciplina nos trabalhos acadêmicos analisados

Disciplina	Conteúdos
Física	Astronomia, Gravitação, Movimento Planetário, Óptica, Aceleração Escalar, Eletrização, Lei de Coulomb, Corrente Elétrica, Lei de Ohm, Cinemática, Leis do Movimento Orbital, Geração de Energia nas Estrelas, Máquinas Térmicas, Sistema Solar, Modelos Atômicos, Interação Gravitacional, Eletromagnetismo, Mecânica, Inércia, Efeito Fotoelétrico, Circuitos Elétricos, Relatividade Galileana, Dinâmica, Energia Nuclear, Radioatividade, Evolução Estelar e Buraco Negro.
Ciências	Sistema Endócrino, Energia, Meio Ambiente, Ácidos e Bases, Escala de pH, Densidade, Leis de Newton, Artrópodes, Biomas Brasileiros, Sobrepeso e Obesidade, Doenças Tropicais, Prevenção de Drogas, Importância da Água, Genética e Evolução.
Química	Ácidos e Bases, Compostos Inorgânicos, Chuva Ácida, Modelos Atômicos, Tabela Periódica, Número Atômico, Cinética Química, Diagrama de Linnus Pauling, Poluição Atmosférica, Reações Orgânicas, Solubilidade, Oxidação e Redução, Reações de Precipitação, Ácido Carboxílicos, Aminas e Substâncias e Soluções.
Biologia	Evolução, Ecologia, Antibióticos, Citologia, Doação de Sangue, Gestão de Resíduos, Evolução, Biológica e Prevenção de Arboviroses

Fonte: autoria própria.

Com base no Quadro 4, percebemos que houve uma grande diversidade de conteúdos discutidos em cada uma das disciplinas abordadas nos mencionados trabalhos acadêmicos, principalmente nas disciplinas de Física e Química, que, conseqüentemente, foram as disciplinas que obtiveram, como vimos na Figura 4, mais trabalhos, sendo 20 e 10, respectivamente. Outro ponto a ser destacado é que os conteúdos: tabela periódica (D4, D7 e D33), astronomia (D21, D31 e D36), eletrização (D10 e D30) e cinemática (DD2 e D15) foram conteúdos que apareceram em mais de um trabalho. Inferimos que essa repetição de temáticas em trabalhos distintos é natural, mas pode, também, ser explicada em razão de os mencionados conteúdos serem de interesse dos estudantes, como a astronomia, bem como serem considerados difíceis, como tabela periódica, eletrização e cinemática, por exemplo.

Entendemos que uma eficaz revisão da literatura, antes do planejamento e da elaboração do jogo de RPG, pode contribuir para que a repetição de determinados conteúdos presentes no escopo dos jogos seja evitada. Assim, inferimos, de acordo com Silva e Soares (2022), que é momento propício para os pesquisadores na linha de pesquisa do lúdico na Educação em Ciências repensarem a construção de jogos de RPG que abordem sempre as mesmas temáticas. Contudo, se não for possível planejar um RPG que contemple conteúdos ainda não discutidos em sala de aula, é necessário que tal jogo seja elaborado contendo um determinado grau de ineditismo e que possua abordagens diferenciadas que possam contribuir, de fato, com o processo de ensino e aprendizagem eficaz em sala de aula e, talvez, apresentar contribuições teóricas, epistemológicas e metodológicas para a referida linha de pesquisa.

Além dos conteúdos recorrentes nas dissertações, houve um assunto inédito que foi abordado no trabalho D17, que se caracterizou como interdisciplinar: tratamento de rejeitos de minério de ferro na barragem de Mariana – MG. Inferimos que a discussão de tal conteúdo é considerada relevante tanto do ponto de vista cultural e atual quanto do ponto de vista científico, pois se trata de um assunto necessário, atual e oportuno que pode ser utilizado, em uma Abordagem Temática, como tema gerador para se discutir uma série de conteúdos científicos de diversas áreas do conhecimento, o que proporciona, portanto, o envolvimento de diferentes disciplinas. Os temas abordados em T2 e em D38 (controle de arboviroses como dengue e doação de sangue) se caracterizam como assuntos não corriqueiramente discutidos em sala de aula e inferimos que tais temáticas são importantes e necessárias para que os estudantes tenham uma visão de coletividade enquanto ser social para viver na sociedade, além de ter consciência das questões relacionadas à saúde pública que é coletiva e individual. Assim, concordamos com Silva e Soares (2022), que destacam ser importante trabalhar temas interdisciplinares em jogos,

haja vista que essa atitude faz com que o conhecimento seja percebido como um todo interrelacionado. Além disso, autores como Wartha, Silva e Bejarano (2013), Silva, Machado e Tunes (2019) e os documentos curriculares orientadores, como, por exemplo, os Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 1999), as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (Brasil, 2006), os Parâmetros Curriculares Nacionais Complementares para o Ensino Médio (Brasil, 2007) e a Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2017b) já preconizam uma Educação em Ciências focada em uma perspectiva interdisciplinar e que priorize a contextualização.

Outro aspecto importante a ser estudado nesta categoria de análise é a intenção das pesquisas que deram origem à tese e às dissertações aqui analisadas. Por isso, apresentaremos sob a perspectiva de amostragem, no Quadro 5, as intenções de pesquisa de 10 dos 49 trabalhos analisados:

Quadro 5 – Intenções das pesquisas de 10 dos 49 trabalhos acadêmicos analisados

Intenção	Código do Trabalho
<i>“<u>Despertar o interesse do aluno na disciplina de física e trazer significado para os conteúdos vistos em sala de aula através da resolução de problemas que devem ser resolvidos com seus conhecimentos prévios.</u>”</i>	D21
<i>“<u>Produzir um jogo sobre o conteúdo de evolução biológica como ferramenta pedagógica que potencializa o processo de ensino e aprendizagem na disciplina de Biologia no Ensino Médio.</u>”</i>	D32
<i>“<u>Elaborar um jogo didático no formato de RPG que permita a melhor aplicabilidade na sala de aula e verificar as contribuições advindas de tal recurso didático, numa perspectiva de identificar possíveis lacunas no processo de ensino e aprendizagem para construção de conceitos de Ecologia.</u>”</i>	D22
<i>“<u>Analisar o arranjo de componentes humanos e materiais acessados durante o desenvolvimento do Jogo Pedagógico: “Energizando”, para os anos finais do Ensino Fundamental para proporcionar aos alunos uma compreensão sobre os processos de transformação de energia.</u>”</i>	D35
<i>“<u>Refletir sobre a pertinência do RPG como estratégia para repensar a prática docente no ensino de Ciências.</u>”</i>	D5
<i>“<u>Refletir sobre as possibilidades educacionais da implementação do RPG no ambiente escolar como uma atividade pedagógica complementar e voluntária no ensino de Ciências para verificar a aprendizagem de conceitos fundamentais de ciências que foram expostos aos alunos através do RPG.</u>”</i>	D13
<i>“<u>Criar e aplicar uma sequência didática para promover a Alfabetização Científica por meio da criação de jogos digitais como o RPG com foco em conteúdos de Química e em uma problemática socioambiental.</u>”</i>	D25
<i>“<u>Desenvolvimento de um objeto de aprendizagem que utiliza a tecnologia da informação e comunicação aliada aos jogos digitais, mais especificamente o RPG para subsidiar o trabalho de professores no Ensino Médio.</u>”</i>	D6

<i>“Desenvolvimento, aplicação e análise de um jogo didático no formato de um RPG que aborda a temática Biomas Brasileiros para o ensino de Ciências no Ensino Fundamental para <u>promover o engajamento disciplinar.</u>”</i>	D14
<i>“Investigar as potencialidades existentes no <u>RPG para a construção e amplificação de concepções</u> que auxiliem a sociedade no enfrentamento e na compreensão voltada para a prevenção da síndrome da obesidade e sobrepeso em ambiente não formal de ensino.”</i>	D28
<i>“Desenvolver uma intervenção educativa e lúdica para o <u>aprofundamento de discussões</u> sobre o tema controle do <i>Aedes aegypti</i> através de referenciais de <u>Educação Popular em Saúde.</u>”</i>	T2

Fonte: autoria própria.

As teses e as 47 dissertações analisadas apresentaram diversas intenções de pesquisa, as quais classificamos, conforme expressões sublinhadas no Quadro 5, em um grupo de 9 intenções, a saber: *i)* despertar o interesse pela disciplina; *ii)* criar um RPG para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem; *iii)* usar o RPG para repensar a prática docente; *iv)* utilizar o RPG para a verificação da aprendizagem; *v)* criar um RPG para promover a alfabetização científica; *vi)* usar o RPG como subsídio para o trabalho do professor; *vii)* lançar mão do RPG para promover o engajamento disciplinar; *viii)* utilizar o RPG para divulgação científica em espaços não formais; e *ix)* RPG como possibilidade para discutir questões relacionadas à doenças e à saúde pública.

Assim, obtivemos 3 dissertações (D21, D37 e D46) que visavam utilizar o RPG para despertar e motivar nos estudantes o interesse por uma determinada disciplina; 1 dissertação (D5) que utilizou o RPG como possibilidade para repensar a prática docente; 2 dissertações (D13 e D22) que intentavam usar o RPG para avaliar a aprendizagem; 1 dissertação (D25) que tinha como objetivo utilizar o RPG para promover a alfabetização científica; 3 dissertações (D1, D6 e D47) que utilizaram o RPG como material didático para subsidiar o trabalho docente; 1 texto (D14) que visava usar o RPG para engajamento disciplinar dos estudantes e 1 dissertação (D28) que objetivava usar o RPG para realizar divulgação científica em espaços não formais de ensino, 2 trabalhos (D38 e T2) que objetivavam usar o RPG como uma possibilidade para aprofundar questões relacionadas ao mosquito *Aedes Aegypti* e a doação de sangue e 36 dissertações e 1 tese (T1) que tinha como objetivo de pesquisa fazer uso da aventura de RPG para proporcionar o ensino e a aprendizagem de uma determinada disciplina da área de Ciências e/ou, ainda, interdisciplinar.

Por conseguinte, percebemos que a maioria dos trabalhos acadêmicos (34 trabalhos: D2, D3, D4, D7, D8, D9, D10, D11, D12, D15, D16, D17, D18, D19, D20, D23, D24, D26, D27, D29, D30, D31, D32, D33, D34, D35, D36, D39, D40, D41, D42, D43, D44, D45)

apresentavam como intenção de pesquisa possibilitar a eficácia do processo de ensino e aprendizagem de disciplinas da área da Educação em Ciências, seja atuando por meio da elaboração de uma aventura de RPG para este fim, ou por meio do uso de tal material para subsidiar a prática docente, que, por sua vez, visa a aprendizagem. Assim, inferimos que essa situação decorre do fato de o processo de ensinar e aprender conteúdos relacionados às disciplinas da área de Educação em Ciências não é trivial e, isso pode ser visto por exemplo na aprendizagem da disciplina de Química que segundo Silva e Soares (2022):

Requer, entre outras coisas, conhecer a estrutura da matéria de forma abstrata e relacioná-la com suas propriedades macroscópicas. Logo, para que o aluno aprenda Química, é necessário que ele seja capaz de relacionar a estrutura da matéria com suas propriedades macroscópicas, razão pela qual aprender Química é uma tarefa complexa (Silva e Soares, 2022, p. 10).

Além dessas relações, Mortimer (2019) detalha que a aprendizagem das ciências é inseparável da aprendizagem da linguagem científica, uma vez que essa é multimodal, pois além do domínio da linguagem verbal, pressupõe o manejo de uma série de outros modos, que incluem símbolos, gráficos, diagramas, esquemas, entre outros aspectos. Por isso, a maioria dos estudantes tanto da Educação Básica quanto da Educação Superior possui dificuldade em apreender os assuntos discutidos nas disciplinas das ciências.

Neste cenário, Soares (2023) e Kishimoto (2011) afirmam que o jogo pode ser um material didático em potencial para possibilitar a aprendizagem das ciências por meio do lúdico. Entretanto, é importante destacar, à luz de Silva e Soares (2022), que o lúdico na Educação em Ciências deve ser utilizado como um material didático para possibilitar a aprendizagem e não para “facilitar a aprendizagem”, uma vez que, segundo os referidos autores, a facilitação da aprendizagem pode levar à simplificação do conhecimento por meio, entre outras coisas, de analogias errôneas ou, ainda, produzir, segundo Bachelard (2007), um ou mais obstáculos epistemológicos, o que não seria positivo do ponto de vista epistemológico e educacional.

Outra intenção de pesquisa presente nos textos acadêmicos analisados foi a proposta de uso do RPG como meio para a divulgação científica (D28) e, também, para a alfabetização científica (D25). É importante pontuar que tais expressões, ainda que parecidas do ponto de vista semântico, são diferentes em seus aspectos teóricos e epistemológicos. De acordo com Sasseron e Carvalho (2011), a alfabetização científica vislumbra um ensino que permita aos estudantes interagir com uma nova cultura e forma de ver o mundo e seus acontecimentos, podendo modificá-los por meio da prática consciente propiciada por sua interação cerceada de saberes de noções e conhecimentos científicos, bem como das habilidades associadas ao fazer científico. Já a divulgação científica é, segundo Gomes, Silva e Machado (2016), uma forma de

adaptar a linguagem científica para uma linguagem que a população de forma geral compreenda os constructos teóricos da ciência.

Nesse sentido, observamos a presença de 1 dissertação (D25) que utilizava o RPG como material para possibilitar a alfabetização científica nos estudantes, ou seja, preparar o estudante para se relacionar em seu cotidiano com a ciência, a tecnologia, a sociedade e o meio ambiente de forma crítica, reflexiva e responsável. E 1 dissertação (D28) que utilizou o RPG como forma de divulgação científica para discutir conhecimentos relacionados ao sobrepeso e à obesidade em espaços não formais de ensino. Assim, inferimos que o jogo de RPG pode contribuir sobremaneira para um ensino que contemple cada vez mais a formação integral de estudantes alfabetizados cientificamente para viver em sociedade, pois, na aventura a ser criada, no jogo pode-se alocar diversos desafios e proposições que fazem com que o educando possa desenvolver, conforme denominado por Strieder e Kawamura (2017), a tríade CTS: *i*) racionalidade científica; *ii*) desenvolvimento tecnológico; e *iii*) participação social e, assim, iniciar seu processo de alfabetização científica.

Em relação à divulgação científica, entendemos que o RPG pode ser uma forma de proferir o conhecimento científico para além dos textos de divulgação científica comumente utilizados em espaços formais de ensino. Para isso, basta que a aventura de RPG tenha o conhecimento científico que se quer comunicar ancorado em seu escopo, seja bem elaborada, testada e adaptada para ser jogada por estudantes nos dois níveis da educação nacional ou, ainda, como vimos na dissertação D28, em outros locais que não sejam a sala de aula, como parques, bibliotecas, praças públicas entre outros locais.

Nessa perspectiva, Gomes, Silva e Machado (2016) sugerem que os textos de divulgação científica sejam produzidos nas disciplinas de Estágio Supervisionado para, posteriormente, serem utilizados nas regências dos estagiários. Assim, inferimos que as aventuras de RPG também podem ser elaboradas e confeccionadas em disciplinas de Estágio Supervisionado Obrigatório para serem utilizadas como material para difusão do conhecimento científico para tornar a divulgação científica ainda mais lúdica, uma vez que este uso para o RPG ainda é pouco vislumbrado, haja vista que há apenas 1 dissertação focando em tal perspectiva.

Além disso, percebemos a presença de dois trabalhos (D38 e T2) que tinham como intuito discutir questões relacionadas aos conceitos científicos e da cidadania que envolvem a doação voluntária de sangue e questões de saúde pública como o controle do vetor *Aedes Aegypti* de modo a evitar a proliferação de doenças. Dessa forma, inferimos que as aventuras

de RPG que se propõem a discutir esse tipo de temática são importantes, pois podem possibilitar uma educação que envolve uma temática pertinente e necessária a toda a sociedade. Nessa linha, Santos e Schnetzler (2010) afirmam que a educação científica deve propiciar subsídios para que o estudante se porte enquanto cidadão crítico e reflexivo para transformar a sua sociedade em um espaço melhor. Logo, entendemos que jogos de RPG no Ensino de Ciências que contextualize questões como saúde pública, infecções sexualmente transmissíveis, poluição sonora e visual, gestão de resíduos sólidos, entre outras podem contribuir sobremaneira com a educação científica dos estudantes.

Percebemos, ainda, que uma intenção de pesquisa presente nos trabalhos analisados foi utilizar o RPG para verificação da aprendizagem de conceitos científicos. Assim, foram 2 dissertações (D13 e D22) que tinham tal intenção. Esta baixa quantidade de trabalhos com essa intenção pode ser compreendida quando inferimos que a avaliação na Educação em Ciências ainda é, segundo Luckesi (2011a), majoritariamente tradicional, ou seja, realizada por meio de exames, geralmente compostos por questionários com questões objetivas e/ou discursivas, não havendo, portanto, espaço para instrumentos avaliativos diferenciados. Nesse sentido, encorajamos os professores das ciências a utilizarem diferentes instrumentos para verificação da aprendizagem, como, por exemplo, o RPG.

Em vista disso, Cavalcanti (2018) nos explica que o jogo de RPG funciona como um instrumento para verificação do aprendizado do estudante de modo formativo e processual, pois a participação em um jogo pode possibilitar diversos conceitos científicos aos estudantes que podem ou não os aprender na mesma proporção. A aventura de RPG pode, ainda, de acordo com Cavalcanti e Soares (2009), ser compreendida como um instrumento para verificar a aprendizagem de forma diagnóstica do estudante. Isto é, o RPG tem potencial para auxiliar o professor a verificar o que foi compreendido pelos estudantes, na tentativa de melhorar cada vez mais a maneira como eles aprendem e discutem o conhecimento científico.

Além do RPG proporcionar a melhora no processo de ensino e aprendizagem, ser um subsídio para o trabalho docente, promover a alfabetização científica, ser um recurso para a divulgação científica e ser utilizado como instrumento avaliativo, esse jogo pode, ainda, ser usado para despertar o interesse e o engajamento disciplinar dos estudantes. Acreditamos que isso ocorre naturalmente devido às próprias características do jogo educativo, isto é, aquele utilizado em sala de aula. Assim, entendemos que o jogo pode ser utilizado, como foi na D14 e na D21, para despertar o engajamento disciplinar e o interesse dos estudantes para a disciplina

de Ciências que, muitas vezes, é ministrada de forma tradicional. Ao contrário da tradicional aula expositiva Cavalcanti et al. (2017), nos explica que:

O RPG pode ser explorado de forma interdisciplinar envolvendo diversas disciplinas, o que possibilita aos alunos relacionarem conteúdos dessas disciplinas com o cotidiano, além de dar significado para o aluno que às vezes estuda um determinado conteúdo muito abstrato. Assim, o RPG é uma possibilidade de inserção do lúdico em atividades pedagógicas e possui algumas características para este uso. Para se jogar RPG utilizamos escrita e leitura, se trabalha com expressão corporal e possibilita o desenvolvimento da oralidade. Existe a possibilidade de que os alunos criem suas próprias estórias e narrem para os colegas, despertando a curiosidade e desenvolvendo gosto pela pesquisa, uma vez que ao criar uma aventura o mestre tenta ser o mais fidedigno possível em suas descrições (Cavalcanti et al., 2017, p. 1760).

Desse modo, o jogo de RPG proporciona alegria, diversão e prazer para o estudo das disciplinas de Ciências e, por isso, é de grande utilidade para possibilitar o engajamento do aspecto disciplinar e o interesse por parte do estudante pelos assuntos tratados nessas disciplinas.

Tendo feito esse panorama, podemos traçar, agora, alguns caminhos que a pesquisa com o RPG na Educação em Ciências pode percorrer. São poucas as teses acerca desta temática produzidas desde a primeira dissertação defendida em 2007. Ou seja, em 16 anos, há apenas 2 teses sobre a referida temática. Por isso, far-se-á necessário que mais trabalhos acadêmicos deste tipo sejam produzidos para contribuir com novos conhecimentos para a linha de pesquisa do RPG na Educação em Ciências, sobretudo proveniente das regiões Norte e Centro-Oeste do país, que historicamente, como vimos, não têm, por diversos fatores, se igualado às produções das outras regiões do Brasil.

Ainda é preciso que, nas próximas teses e dissertações a respeito do RPG a serem produzidas, os autores utilizem, principalmente, as aventuras de RPG do tipo *Live Action* e digital, haja vista que já existe uma grande quantidade de dissertações e tese com aventuras do tipo mesa publicadas. Outro ponto que merece direcionamento é a intenção da pesquisa, pois muitos são os trabalhos acadêmicos que discutem o processo de ensino e aprendizagem das Ciências e, logo, são poucas as pesquisas que se debruçam em estudar o RPG como potencial para proporcionar a divulgação científica, possibilitar a alfabetização científica e utilizar o RPG como instrumento para avaliar a aprendizagem nas disciplinas das Ciências.

Destarte, na tentativa de contribuir com as pesquisas na área de Educação em Ciências, esta tese, como vimos na Introdução, discutirá o RPG como instrumento para coleta de dados para a avaliação da aprendizagem. Assim, discutiremos, a seguir, a avaliação da aprendizagem sob o pressuposto da Taxionomia dos Objetivos Educacionais.

CAPÍTULO 2

2. A Avaliação da Aprendizagem baseada na Taxionomia dos Objetivos Educacionais

No presente capítulo, abordaremos a temática da Avaliação da Aprendizagem, começando por sua conceituação e histórico da avaliação da aprendizagem, bem como a diferenciação entre exames escolar e avaliação da aprendizagem e os procedimentos para a sua execução na prática social. Além disso, apresentaremos a classificação dos objetivos educacionais em uma taxionomia de domínio cognitivo, costumeiramente chamada de Taxionomia de Bloom, que vai dos objetivos menos complexos aos mais complexos para servir de pressuposto teórico a fim de guiar o professor por meio dos instrumentos de coleta de dados para a avaliação da aprendizagem.

2.1. Avaliação da Aprendizagem

Segundo Luckesi (2011a), um dos objetivos fundamentais da prática educativa é propiciar condições para que cada estudante se torne um cidadão por meio do favorecimento de condições de aprendizagem e, conseqüentemente, do desenvolvimento de pensamento crítico e reflexivo, tendo em vista a sua formação como sujeito consciente. Para isso, é necessário que o estudante seja contemplado pelo ato pedagógico, que é composto pelo planejamento, pela execução e pela avaliação. Embora não seja o foco desta pesquisa, importa saber que, para Gil (2023), o planejamento consiste no ato de refletir e construir o processo didático denominado de aula, que se materializará por meio da atividade de ensino. Já a execução compreende, de acordo com Libâneo (2013), os meios metodológicos que serão mobilizados para que o planejamento seja, de fato, colocado em prática.

Já a avaliação, conforme explica Luckesi (2011a):

Configura-se como um ato de investigar a qualidade da aprendizagem dos educandos, a fim de diagnosticar impasses e conseqüentemente, se necessário, propor soluções que viabilizem os resultados satisfatórios desejados. Significa investigar e, com base nos conhecimentos produzidos, tomar decisões de intervenção quando necessário. A avaliação é dinâmica e construtiva, e seu objetivo, no caso da prática educativa, é dar suporte ao educador (gestor da sala de aula), para que aja da forma o mais adequada possível, tendo em vista a efetiva aprendizagem por parte do educando (Luckesi, 2011a, p. 176).

Como base nisso, percebemos que a avaliação da aprendizagem é sustentada em uma ação pedagógica cujo foco de atenção é a aprendizagem do estudante, em virtude de subsidiar a obtenção de resultados desejados e bem-sucedidos, depende de uma concepção pedagógica construtiva, seguida de uma execução consciente na obtenção de resultados. Ainda conforme

Luckesi (2011a), a avaliação da aprendizagem não pode ser praticada isoladamente, sob o risco de perder sua dimensão pedagógica e passar a ser seletiva como são os exames escolares.

Os exames escolares, segundo Luckesi (2011a), são, normalmente, listas com questões objetivas e/ou discursivas que deveriam ser resolvidas pelos estudantes ao término de uma aula, semana, bimestre, semestre e/ou ano letivo sem consulta a quaisquer tipos de materiais com o intuito de verificar se o estudante aprendeu ou não determinado conteúdo escolar. Caso acerte uma quantidade mínima de questões determinada pelo professor, o estudante estaria aprovado; caso não acerte, estaria reprovado. Essa dinâmica de exames escolares, de acordo com o referido autor, ainda hoje está presente em nossas instituições escolares, haja vista que até 1970 a LDB 4.024/1961 possuía um capítulo dedicado aos “exames escolares”.

Já em 1930, Ralph Tyler começou a questionar a prática dos exames escolares por meio do desenvolvimento do “ensino por objetivos”, que tinha como meta oferecer ao professor um recurso metodológico a partir do qual se pudesse caminhar para o sucesso na prática educativa, e não para o fracasso. Como afirma Luckesi (2011a), Tyler foi pioneiro na sistematização da avaliação da aprendizagem em oposição aos exames escolares, procedendo com uma sistematização dessa área de atuação educacional a partir de objetivos traçados em forma de comportamento observáveis sendo denominado, portanto, o pai da avaliação educacional. Esse autor afirma que Tyler foi o criador da expressão: “avaliação da aprendizagem”, com vistas a designar as atividades de aferição dos resultados conquistados pelos estudantes no processo de aprendizagem. Assim, Luckesi (2021) explica que os entendimentos de Ralph Tyler a respeito da prática educativa em educação marcam o ponto de partida histórico dessa área de conhecimento, pois ele assumiu explicitamente a avaliação da aprendizagem como uma prática a serviço da eficiência na busca de resultados efetivos nas atividades de ensinar e aprender.

De acordo com Tyler (1986), a avaliação da aprendizagem é:

Um processo cuja finalidade é verificar até que ponto as experiências de aprendizagem, tais como foram desenvolvidas e organizadas, estão realmente produzindo os resultados desejados, e o processo de avaliação compreenderá a identificação dos pontos fracos e forte dos planos. Isso ajuda a aferir a validade das hipóteses básicas sobre as quais foi organizado e desenvolvido o programa de ensino, e também a aferir a eficácia dos instrumentos particulares, isto é, os professores e outras condições que estão sendo utilizadas para levar a termo o programa de ensino (Tyler, 1986, p. 98).

Tendo esse entendimento percebemos que a avaliação permite, ainda, controlar se os estudantes adquiriram conhecimentos e habilidades ensinadas. Nesse sentido, Tyler (1986) aponta três características estruturantes para a avaliação da aprendizagem: a primeira refere-se aos procedimentos de avaliação, que estão centrados na verificação do atendimento dos

objetivos previamente traçados pelo professor como guia norteador para a ação a ser desenvolvida. A segunda característica estruturante da avaliação da aprendizagem remete ao uso da investigação como medida antes da introdução de um determinado conteúdo escolar e depois de ministrado o conteúdo com um mesmo grupo de estudantes. Esse modelo, que poderia ser denominado de “pré e pós-teste”, é análogo às modalidades diagnóstica e formativa da avaliação da aprendizagem, que apresentaremos mais adiante. A última característica, proposta por Tyler (1986), está comprometida com a diversidade de instrumentos que poderiam ser utilizados para verificar a aprendizagem dos estudantes, isto é, recursos diferentes das tradicionais listas de questões, como, por exemplo, observação, entrevista e atividades práticas que poderiam ser utilizadas para verificar a aprendizagem dos sujeitos. Desse modo, o autor propõe o uso de diferentes instrumentos de avaliação como uma possibilidade para acompanhar a aprendizagem dos estudantes de forma individual e como um recurso que subsidia o acompanhamento da execução do currículo escolar. Tal proposição pode ser realizada por meio de determinados processos e modalidades de avaliação da aprendizagem que serão discutidos no tópico a seguir.

2.2. Processos para o ato de avaliar a aprendizagem

De acordo com Luckesi (2011a), o ato de avaliar a aprendizagem implica dois processos que são articulados e indissociáveis entre si, a saber: *i)* diagnosticar; e *ii)* intervir, se necessário. Para que isso possa ocorrer há duas modalidades de avaliação: a primeira é a avaliação de certificação, utilizada para avaliar um objeto já configurado e concluído, e a segunda é a de acompanhamento, que visa analisar todo o processo de uma determinada ação pedagógica.

Segundo Luckesi (2011a), essas duas modalidades de avaliação (acompanhamento e certificação) se assemelham pelo fato de as duas se dedicarem à investigação da qualidade do seu objeto de estudo e, ao mesmo tempo, são distintas, pois a avaliação de acompanhamento se dedica a acompanhar uma atividade durante toda a sua construção e desenvolvimento, tendo em vista alcançar os resultados almejados, já a avaliação de certificação acaba na verificação da qualidade do objeto com o qual trabalha. Assim, a avaliação de certificação é aquela, normalmente, utilizada ao final de um processo didático para verificar se o estudante aprendeu o que foi ensinado, isto é, procede somente à investigação da qualidade final do seu objeto de estudo, testemunhando, de acordo com o referido autor, a qualidade desse objeto. Por outro lado, a avaliação de acompanhamento investiga, segundo Luckesi (2011a), a qualidade e subsidia a intervenção para a melhoria dos resultados até o nível desejado pelo professor, ou seja, esse tipo de avaliação subsidia o processo de construção da aprendizagem do estudante,

buscando resultados satisfatórios da ação. Em síntese, este autor afirma que a avaliação de certificação avalia o produto e a de acompanhamento, o processo.

Além dessas modalidades — certificação e acompanhamento — para a avaliação da aprendizagem propostas por Luckesi (2011a), diversos autores concederam outros adjetivos para o ato de avaliar e um exemplo disso é dado por Bloom, Hastings e Madaus (1983), que dividiram o processo de avaliação da aprendizagem em três modalidades: a) diagnóstica; b) formativa; e c) somativa. De acordo com o último autor, essas três modalidades de avaliação da aprendizagem não se resumem a simples adjetivações, mas trazem consigo um pressuposto teórico, pois apontam a qualidade da realidade que está sendo avaliada de acordo com determinada modalidade, cabendo ao professor utilizar os resultados para propor intervenções e ajustes em sua prática educativa. Bloom, Hastings e Madaus (1983) afirmam que essas modalidades da avaliação da aprendizagem são necessárias para aproximar o ato de avaliar do processo de ensino e aprendizagem antes, durante e ao final desse processo, uma vez que, no passado, a avaliação da aprendizagem era concebida exclusivamente de forma somativa, isto é, somente ao final do processo pedagógico.

Segundo Bloom, Hastings e Madaus (1983), a avaliação da aprendizagem do tipo diagnóstica pode ser utilizada para investigar as carências e dificuldades dos estudantes diante de um conhecimento escolar novo, ou, ainda, verificar as causas de certas dificuldades e errôneas compreensões durante o processo de aprendizagem. Dessa forma, os referidos autores afirmam que a avaliação diagnóstica possibilita: *i)* determinar se o estudante possui ou não certos comportamentos ou habilidades; *ii)* estabelecer se o estudante já dominou os objetivos de uma certa unidade ou curso; e *iii)* classificar os estudantes de acordo com determinadas características. Essas funções, segundo Bloom, Hastings e Madaus (1983), auxiliam o professor a planejar e tomar atitudes para que o processo de ensino e aprendizagem ocorra de forma eficaz.

A avaliação formativa é, para Bloom, Hastings e Madaus (1983), utilizada para investigar e intervir durante a formação do estudante e não quando o processo de aprendizagem terminou, uma vez que essa modalidade de avaliação indica as áreas que necessitam ser recuperadas para que o ensino e a aprendizagem subsequentes possam ser realizados de forma mais adequada e eficaz. Logo, a avaliação formativa subsidia a avaliação do tipo diagnóstica no que diz respeito ao desempenho dos estudantes no decurso de seus estudos, possibilitando a execução de orientações subsidiárias ao ensino e a aprendizagem.

A última modalidade elencada por Bloom, Hastings e Madaus (1983) para a avaliação da aprendizagem é a somativa, que tem como objetivo principal atribuir notas e conceitos aos estudantes, comparar programas educacionais e julgar a eficiência do professor em relação ao aprendizado de seus estudantes. Para o autor, essa modalidade de avaliação pode ser utilizada durante e ao final de um processo didático, sendo que, se o seu uso foi intermediário, ele verificará os resultados parciais, menos generalizáveis e menos passíveis de transferência que os resultados finais; no entanto, possibilitará a tomada de decisões para possíveis reorientações das atividades. Segundo Bloom, Hastings e Madaus (1983), os resultados da avaliação somativa são utilizados para diversas finalidades, como, por exemplo, atribuir notas ou menções, prever o (in)sucesso e/ou oferecer *feedbacks* aos estudantes, certificar se o educando compreendeu ou não determinado conteúdo.

Assim, podemos associar a avaliação de certificação de Luckesi (2011a) à avaliação somativa de Bloom, Hastings e Madaus (1983) e a avaliação de acompanhamento às avaliações diagnóstica e formativa. Estes autores reiteraram que essas modalidades de avaliação (diagnóstica, somativa e formativa) — e aqui acrescentamos a avaliação de certificação e de acompanhamento de Luckesi (2011a) — são capazes de subsidiar a construção de aprendizagens nos estudantes, dado que não há proibições em utilizar determinadas modalidades de avaliação em detrimento de outras. Entretanto, Bloom, Hastings e Madaus (1983) e Luckesi (2011a) destacam que cada modalidade de avaliação deve ser utilizada no momento correto para seu uso. E esse uso ocorre por meio de múltiplos instrumentos de coleta de dados para a avaliação da aprendizagem, que não devem, portanto, ser somente as tradicionais listas de questões.

Conforme Luckesi (2011a), os instrumentos de coleta de dados para a avaliação consistem em recursos que empregamos para captar informações sobre o desempenho do estudante e, por isso, configuram-se como a base da descrição da qualidade do desempenho dos estudantes. Assim, esses instrumentos ampliam nossa capacidade de observar a realidade e devem, segundo o referido autor, ser chamados de instrumentos de coleta de dados para a avaliação e não de “instrumentos de avaliação”, pois efetivamente coletam dados em diferentes momentos do processo educativo para serem analisados pelo professor. Os instrumentos de coleta de dados para a avaliação da aprendizagem precisam, de acordo com Luckesi (2011a), ser elaborados, aplicados e corrigidos conforme especificações decorrentes de decisões prévias às ações avaliativas, pois tais ações definem os resultados esperados e, logo, a função da avaliação é informar se eles foram atingidos ou não.

Os instrumentos de coleta de dados para a avaliação podem, segundo Luckesi (2011a), ser os mesmos para qualquer modalidade de avaliação, todavia, o uso dos resultados obtidos é que terão finalidade diagnóstica, formativa e/ou somativa. Assim, ao elaborar tais instrumentos, devem ser levadas em conta as considerações referentes à: *i)* adequação dos instrumentos de coleta de dados às finalidades às quais estes se destinam, importa destacar que o instrumento precisa coletar exatamente os dados necessários para descrever o desempenho do educando que estamos precisando descrever; *ii)* satisfatoriedade metodológica, uma vez que os instrumentos devem ser elaborados à luz de rigorosas regras de metodologia científica;

Essas considerações são importantes, pois, de acordo com Luckesi (2011a), a elaboração de instrumentos de coletas de dados consistentes, adequados e bem elaborados para avaliar a aprendizagem no cotidiano escolar é questão de vital importância para a prática educativa, visto que são esses recursos que permitem observar com justiça a realidade da aprendizagem dos estudantes. Além disso, o uso de instrumentos adequados e corretamente elaborados para a coleta de dados da realidade da sala de aula é uma condição primordial para ter conhecimento verdadeiro da realidade, uma vez que, se os instrumentos de coleta de dados não forem adequados e satisfatoriamente elaborados, eles podem nos conduzir a equívocos no que diz respeito ao desempenho dos nossos estudantes.

Nessa perspectiva, Luckesi (2011a) aponta os possíveis desvios na construção e no uso de instrumentos de coleta de dados para a avaliação da aprendizagem que são comumente encontrados no cotidiano escolar, a saber: *i)* instrumentos inadequados, que não captam os dados que deveriam captar sobre a realidade descrita; *ii)* desvio de conteúdo e ausência de sistematicidade no instrumento de coleta de dados, que se refere àqueles instrumentos de coleta de dados que podem ser adequados para as finalidades desejadas, porém possuem conteúdos e sistematizações mal elaboradas; *iii)* articulação entre conteúdos ministrados e avaliados, referente a uma desvinculação entre os conteúdos ministrados durante as aulas e os conteúdos cobrados no instrumento de coleta; e *iv)* distorções nas questões elaboradas, relacionado com a má elaboração de questões e/ou desafios problemas no que diz respeito ao seu entendimento, ou seja, a leitura das questões e/ou desafios não é fluída nem clara.

Luckesi (2011a) alerta que os resultados obtidos com o uso de instrumentos de coleta de dados para a avaliação da aprendizagem com características distorcidas propiciarão ao professor uma leitura enganosa da realidade da aprendizagem do estudante, pois não revelará se houve ou não a aprendizagem de um determinado conteúdo escolar em pauta, mas poderá mascarar o resultado em decorrência de falhas na elaboração. A esse respeito, Ramos e Moraes

(2019) afirmam que instrumentos bem elaborados têm o papel de contribuir para a construção de argumentos sobre como está ocorrendo o processo de ensino e aprendizagem dos estudantes, uma vez que as informações sobre esse processo necessitam de consistência e fidedignidade para mostrar o que está sendo efetivo e, também, o que necessita de correções ou ajustes.

Segundo Luckesi (2011a), os instrumentos de coleta de dados para a avaliação da aprendizagem podem ser de diversos tipos a critério do professor, mas é preciso ter consciência de que o ponto de partida para a sua elaboração é o planejamento do ato pedagógico, por isso esse instrumento precisa ser escolhido e construído de forma pedagogicamente intencional, pensando no que se deseja avaliar tendo como referência os seguintes elementos para sua construção: a) o projeto político da escola ou do curso; b) o planejamento de ensino; e c) o conteúdo de ensino. Nesse sentido, como vimos na Introdução desta tese, elaboraremos um jogo de RPG do tipo *Live Action* para investigar a aprendizagem, em uma perspectiva formativa e/ou de acompanhamento, de estudantes da licenciatura em Química acerca dos conhecimentos sobre forma e estrutura das moléculas baseando-se na Taxionomia dos Objetivos Educacionais, que será detalhada no próximo tópico.

2.3. Origem e Natureza da Taxionomia dos Objetivos Educacionais

Segundo Bloom et al. (1974), a taxionomia dos objetivos educacionais ou taxionomia de Bloom — como também é conhecida — é um sistema que tem como finalidade realizar a classificação dos objetivos do sistema educacional para auxiliar os professores que se preocupam com os problemas de currículo e de avaliação, facilitando, portanto, a troca de informações sobre os desenvolvimentos curriculares e os planos de avaliação. Desse modo, os autores explicam, ainda, que a aplicação da taxionomia pode conduzir a um conjunto de planos educacionais e a uma perspectiva mais ampla, como, por exemplo, um professor que, ao classificar os objetivos de uma unidade de ensino, pode verificar que todos eles incidem na categoria de evocação ou conhecimento memorizado; logo, o exame das categorias da taxionomia traria para esse professor a sugestão de incluir alguns objetivos relacionados à aplicação do conhecimento e à análise das situações nas quais o conhecimento é aplicado. Bloom et al. (1974) destacam que a taxionomia pode auxiliar na especificação de objetivos com o intuito de facilitar o planejamento de experiências de aprendizagem e o preparo de programas de avaliação. Nessa perspectiva, Bloom et al. (1974) empregaram as categorias da taxionomia para analisar os tipos de aprendizagem que ocorrem em discussões em sala de aula.

A origem desse sistema de classificação dos objetivos educacionais em uma taxionomia nasceu, de acordo com Bloom et al. (1974) em:

Uma reunião informal de examinadores universitários, durante a “Convenção da Associação Americana de Psicologia, em Boston, no ano de 1948. Nesse encontro, se manifestou interesse por um quadro teórico de referência que facilitasse a comunicação entre examinadores. Oportunizando a troca de ideias e materiais sobre avaliação. Além disso, seria proveitoso para estimular a pesquisa sobre avaliação e sobre relações entre educação e avaliação (Bloom et al., 1974, p. 4).

A forma mais adequada para se obter esse quadro de referência, segundo esses autores, seria um sistema de classificação de objetivos, para que estes continuem sendo a base do planejamento do currículo e da avaliação escolar e representem, também, o ponto de partida de muitas pesquisas no campo educacional. Entretanto, o surgimento de uma taxionomia para os objetivos educacionais não foi consenso entre os estudiosos reunidos naquela convenção da APA, havendo, portanto, discussões em que foram apresentados diversos problemas relacionados à criação de um quadro teórico que pudesse abarcar objetivos educacionais. Segundo os autores, um dos principais problemas apresentados foi o de que os objetivos educacionais tinham equivalências no comportamento dos indivíduos e que as formulações descritivas desses comportamentos observáveis seriam passíveis de classificação. Contudo, tal problema, de acordo com Bloom et al. (1974), foi solucionado quando, na construção do quadro referencial da taxionomia dos objetivos educacionais, foram considerados três aspectos, a saber: *i)* o desenvolvimento da reflexão sobre objetivos educacionais; *ii)* a definição desses objetivos; e *iii)* o relacionamento desses objetivos com o ensino e os procedimentos de avaliação. Além disso, os autores afirmam que o estabelecimento de categorias principais e de suas subcategorias possibilitaria ao aplicador da taxionomia dos objetivos educacionais selecionar o nível de classificação de modo a minimizar distorções na formulação dos objetivos, bem como que o caráter hierárquico da taxionomia capacitaria o aplicador a compreender, com mais clareza, a localização de um objetivo particular em relação a outros.

De acordo com Bloom et al. (1974), a taxionomia dos objetivos educacionais é um sistema de classificação educacional, lógico e psicológico. Segundo esses autores, esta ordem de classificação reflete a ênfase colocada nos diversos princípios que orientaram a organização da taxionomia, visto que a importância primordial foi concedida às dimensões educacionais, uma vez que os limites entre as classificações, anteriormente mencionadas, foram estreitamente relacionados às diferenciações que os professores fazem ao planejar o currículo ou ao selecionar situações de aprendizagem. Assim, se um dos principais valores da taxionomia é o desenvolvimento da comunicação entre educadores, então a principal consideração deveria ser dada às discriminações educacionais, já a segunda consideração em ordem de importância do sistema de classificação deve ser a classificação lógica seguida da psicológica, uma vez que a

taxionomia deveria apresentar coerência em relação às teorias e aos princípios psicológicos relevantes e vigentes.

Além da classificação educacional, lógica e psicológica na taxionomia dos objetivos educacionais, Bloom et al. (1974) esclarecem que foi observada, também, uma maior concordância do grupo em relação aos esforços a serem feitos para evitar julgamentos de valor sobre objetivos e comportamentos. Para isso, se buscou a maior neutralidade possível com referência a filosofias e princípios educacionais, a fim de elaborar um sistema de classificação de objetivos que permitisse a inserção de objetivos das mais diversas orientações pedagógicas. Desse modo, Bloom et al. (1974) esclarecem que seriam classificáveis todos os objetivos, desde que fossem formulados como descrições do comportamento do estudante; sendo assim, os planos originais para a construção de uma taxionomia completa deveriam ser compostos por três domínios, são eles: *i)* cognitivo; *ii)* afetivo; e *iii)* psicomotor. O domínio cognitivo abarca aqueles objetivos que estão diretamente relacionados à memória ou reconhecimento e ao desenvolvimento de capacidades e habilidades intelectuais, sendo que, neste domínio, tem ocorrido a maioria dos trabalhos em desenvolvimento curricular nos quais encontramos as mais claras definições de objetivos expressas em termos de comportamentos esperados dos estudantes em relação à aprendizagem de algum conhecimento.

O domínio afetivo inclui, de acordo com Bloom et al. (1974), objetivos que descrevem mudanças de interesses, atitudes, valores e o desenvolvimento de apreciações e ajustamento adequado. Segundo os referidos autores, os objetivos nesse domínio não apresentam uma formulação precisa e os professores parecem não estar muito esclarecidos sobre as aprendizagens apropriadas à consecução deles. Bloom et al. (1974) destacam que não é fácil formular objetivos que descrevam comportamentos nesta área, pois os sentimentos e as emoções interiores ou não manifestos são tão significativos quanto os comportamentos manifestados e/ou abertos.

O último domínio é o psicomotor que, para Bloom et al. (1974), refere-se à área das habilidades manipulativas ou motoras e, embora se reconheça a existência deste domínio, é possível encontrar tão poucas realizações a este respeito tanto na Educação Básica quanto no Ensino Superior que não se acredita ser muito útil o desenvolvimento de uma classificação deste tipo de objetivos. Sendo assim, Bloom et al. (1974) não propuseram a escrita do domínio psicomotor para a taxionomia dos objetivos educacionais, mas escreveram os livros: *Taxionomia dos Objetivos Educacionais: domínio cognitivo* em 1974 e *Taxionomia dos Objetivos Educacionais: domínio afetivo* em 1977. Neste texto, optamos por não abordar

aspectos do domínio afetivo, mas somente do aspecto cognitivo, uma vez que o foco desde estudo envolve o jogo de RPG do tipo *Live Action* como instrumento de coleta de dados para a avaliação da aprendizagem de conteúdos relacionados à forma e à estrutura de moléculas.

Nesse sentido, a principal finalidade da elaboração de uma taxionomia de objetivos educacionais é, segundo Bloom et al. (1974), facilitar a comunicação, pois ela é concebida como um método de favorecer a troca de ideias e materiais entre os especialistas em avaliação, bem como entre outras pessoas vinculadas à pesquisa educacional e ao desenvolvimento do currículo. O uso da taxionomia é um auxílio para estabelecer definição e classificação precisas de termos vagamente definidos como pensamento e solução de problemas que capacitariam grupos de escolas a discernir as semelhanças e diferenças entre os objetivos de seus diversos programas educacionais. Assim, Bloom et al. (1974) afirmam que a tarefa de elaborar uma taxionomia é bastante análoga ao desenvolvimento de um plano para classificar livros em uma biblioteca ou, ainda, à seleção de símbolos para classificar objetos em categorias, segundo as suas características comuns.

De acordo com Bloom et al. (1974), para a organização de qualquer tipo de taxionomia, a tarefa principal é selecionar símbolos apropriados e atribuir-lhes definições precisas e práticas, com vistas a assegurar o consenso do grupo que irá utilizá-los. Desse modo, o desenvolvimento de uma taxionomia de objetivos educacionais requer, conforme os referidos autores, a seleção de uma adequada série de símbolos que representem todos os tipos principais de resultados educacionais, pois logo após vem a tarefa de definir estes símbolos com suficiente precisão para permitir e facilitar a comunicação entre professores, administradores, especialistas em currículo e em avaliação, pesquisadores educacionais e outros que possam vir a utilizar tal taxionomia e, finalmente, há a tarefa de experimentar a classificação e assegurar o consenso de seu uso pelos especialistas em educação. Contudo, antes que se possa organizar um esquema de classificação sob a forma de uma taxionomia, é preciso, de acordo com Bloom et al. (1974), estipular o que será classificado, isto é, no campo educacional, a taxionomia está preocupada em perceber as mudanças que ocorrem nos indivíduos por meio de experiências educacionais. Tais mudanças podem ser representadas pela descrição real do comportamento dos estudantes que são considerados adequados e relevantes para os objetivos propostos.

Nessa perspectiva, a natureza da taxionomia de Bloom é entendida como uma classificação dos comportamentos dos estudantes que apresentam resultados planejados do processo educacional, uma vez que se supõe que as mesmas classes de comportamento são observadas no âmbito usual de um determinado tema em diferentes níveis de educação e em

diferentes escolas, por exemplo. Os autores citados anteriormente reiteram que, por meio da taxionomia de Bloom, não se pretende classificar as metodologias de ensino, os modos de relacionamento de professores com estudantes ou diferentes materiais didáticos utilizados, mas classificar o comportamento esperado, ou seja, os modos com que os estudantes devem agir, pensar ou sentir como resultado de sua participação em alguma unidade de ensino, em nosso caso, no jogo de RPG. Bloom et al. (1974) afirmam que é consenso que os reais comportamentos dos estudantes — após finalizarem uma unidade de ensino, por exemplo — podem diferenciar tanto em nível quanto em qualidade dos comportamentos pretendidos especificados nos objetivos, isto é, os efeitos do ensino podem ser tais que os estudantes não desenvolvam uma habilidade ao nível desejado ou mesmo não a desenvolvam em qualquer grau. Assim, os autores afirmam que a taxionomia de Bloom classifica os objetivos educacionais que se espera que os estudantes desenvolvam. No entanto, o que seriam tais objetivos? É exatamente este o tema do próximo subtópico.

2.4. Objetivos educacionais

De acordo com Tyler (1986), os objetivos educacionais são os critérios pelos quais selecionamos materiais didáticos, esboçamos conteúdos, desenvolvemos procedimentos de ensino e preparamos testes, avaliações e exames, ou seja, todos os aspectos do programa educacional são meios para realização de objetivos educacionais básicos. Assim, esses objetivos podem ser entendidos como uma questão de escolha e devem ser considerados como juízos de valor das pessoas responsáveis pela escola para se alcançar alguma finalidade. Para Tyler (1986), os objetivos podem ser compreendidos como uma filosofia global da educação que é necessária para nos orientar na formação desses juízos, uma vez que, quando os sujeitos que tomam as decisões têm acesso a esses dados, aumenta a probabilidade de que tais juízos prevaleçam sobre objetivos para que as metas escolares tenham mais significação e mais validade. Por isso, é essencial, como explica Tyler (1986), que a escola seja capaz de oferecer oportunidades ao estudante para atacar ativamente as coisas que lhe interessam e nas quais está profundamente envolvido para mergulhar nelas com entusiasmo e se entregar de maneira eficiente a tais atividades, uma vez que isso pode possibilitar o alcance dos objetivos de forma mais eficaz.

No entanto, os objetivos educacionais não serão cumpridos se as oportunidades oferecidas aos estudantes forem excessivas e muitas delas não realizáveis, ou seja, é essencial selecionar um número de objetivos que possam ser realmente atingidos em um grau significativo no tempo disponível, e que sejam, ainda, objetivos realmente importantes. Isso

porque, de acordo com Tyler (1986), o conjunto de objetivos deve ter muita coerência, a fim de que o estudante não seja lançado em confusão por padrões contraditórios. Logo, o autor explica que é necessário selecionar um grupo de objetivos pouco numerosos, altamente importantes e coerentes entre si, sendo necessário, portanto, passar pelo crivo do professor a coleção heterogênea de objetivos que se obteve, com o intuito de eliminar os menos importantes e os contraditórios. Outra questão relevante na seleção dos objetivos por parte do professor, segundo Tyler (1986), é a evidência de que as aprendizagens sejam congruentes e que elas estejam integradas e coerentes, reforçando-se mutuamente.

De acordo com Tyler (1986), podemos sugerir na educação que os diversos objetivos sejam examinados para verificar se eles são congruentes entre si e se permitem um certo grau de integração e de unificação coerente para a ação do estudante, de modo que se possibilite a ele o máximo benefício psicológico em relação à aprendizagem. Esse autor afirma que a psicologia da aprendizagem não inclui somente objetivos específicos e definidos, mas também propicia a formulação unificada de uma teoria da aprendizagem que seja capaz de embasar o professor para compreender de que modo a aprendizagem ocorre na estrutura mental do estudante, bem como em que condições e com quais espécies de mecanismos. Isso é importante, pois todo professor precisa, segundo Tyler (1986), trabalhar com fundamento em uma teoria de aprendizagem, uma vez que é útil dominar tal conhecimento para a execução do ato pedagógico, tanto para certificar-se da sua defensabilidade como também para observar as suas implicações na aprendizagem e na proposição de objetivos educacionais.

Assim sendo, vamos aderir como pressuposto teórico do processo de ensino e aprendizagem nesta tese a epistemologia genética, pois de acordo com Piaget (2012) o estudo do desenvolvimento dos processos de construção do conhecimento nos sujeitos consiste em possibilitar uma resposta ao funcionamento dos processos cognitivos iniciais. Isto é, a epistemologia genética explica no cerne biológico como ocorrem os processos de aprendizagem na estrutura de cognição do indivíduo. Entretanto, para começar este estudo é necessário compreender que o desenvolvimento precede à aprendizagem e ele é percebido em estágios flexíveis de pensamento que variam de acordo com a maturação do sujeito.

Segundo Piaget (2012), são quatro os mencionados estágios de pensamento, a saber: i) sensório motor; ii) pré-operatório; iii) operações concretas; e iv) operações formais. Para esse autor, o primeiro nível (sensório motor) são as ações elementares iniciais não coordenadas entre si que a criança desenvolve e conforme Piaget (2019) é uma etapa de desenvolvimento que é crucial para todo o desenvolvimento da evolução psicológica do sujeito, pois representa para

ele a percepção e conquista de todo o universo prático que o rodeia. O segundo estágio de desenvolvimento piagetiano é denominado de pré-operatório e é segundo Piaget (2012), delimitado pelo início da descoberta de determinadas ligações objetivas, ou seja, reencontra-se uma descentração análoga entre conceitos ou ações conceitualizadas e não somente entre movimentos como ocorria no primeiro estágio (sensório motor). Operações concretas é a denominação do terceiro estágio de desenvolvimento que está relacionado, segundo Piaget (2012), com um momento decisivo na construção dos instrumentos do conhecimento que são as ações interiorizadas com que a criança deve se contentar, pois elas adquirem a categoria de operações concretas e por meio das conservações constituem o melhor indicador da formação das estruturas operatórias. De acordo com Piaget (2012), esse terceiro estágio é aquele em que se atinge o equilíbrio geral das operações concretas que consiste no patamar em que as lacunas da natureza específica das operações concretas começam a fazer sentido em determinados setores da estrutura cognitiva, principalmente no da causalidade, em que esses novos desequilíbrios preparam a reequilibração do conjunto que caracterizará o último estágio: operações formais. Para Piaget (2012), no nível das operações formais há uma libertação das operações no sentido da duração, isto é, do contexto psicológico das ações do sujeito, com o que elas comportam de dimensão causal, além de suas propriedades implicativas para assumir um caráter que possibilite ao indivíduo a compreensão de estruturas lógico-matemáticas que antes ainda não eram percebidas, devido as características próprias de maturação de cada estágio de desenvolvimento na criança.

Para que essas estruturas lógico-matemáticas e/ou outras possam ser apreendidas na estrutura de cognição dos indivíduos Piaget nos traz dentro da sua epistemologia genética a teoria da equilibração que tem como ponto de partida a definição de esquema e os processos de assimilação, acomodação, equilibração e reequilibração. Logo, Piaget (2017) explica que esquemas são as estruturas das ações que podem ser semelhantes ou análogas àquelas já presentes na estrutura de cognição do indivíduo como, por exemplo, sucção (nutritiva ou não), apreensão, reunião de objetos que estão presentes desde o estágio sensório motor até ao de operação formal. De forma análoga, a conceituação, por exemplo, de átomos e elétrons podem ser visualizados como um esquema referente ao estágio das operações formais. Ou seja, os esquemas são conceituações, teorias e ações presentes na realidade do mundo exterior que são levadas à estrutura de cognição do sujeito e importa para o processo de aprendizagem.

Na teoria da equilibração, esse processo de conduzir os esquemas novos e/ou complementares à estrutura de cognição do sujeito é denominado de assimilação e segundo

Piaget (1982) é entendido em amplo sentido como uma integração às estruturas prévias ou a consolidação de uma estrutura totalmente nova na estrutura cognitiva do indivíduo, que seria, conseqüentemente, a assimilação de um determinado esquema. Contudo, somente a assimilação não garante a aprendizagem para o estudante, mas essa é garantida pelo processo formação de um novo equilíbrio proveniente do desequilíbrio formado por um equilíbrio entre assimilação e acomodação. Sendo mais claro, a aprendizagem na teoria da equilibração está relacionada com a formação de uma nova adaptação oriunda do desequilíbrio daquilo que era um equilíbrio entre assimilação e acomodação.

O processo de acomodação para Piaget (1976) envolve a modificação do esquema assimilado de forma profunda ou complementar, sendo rápida e direta ou proceder apenas por tentativas longas com seleção e regulação das ações. Portanto, o processo de acomodação na estrutura mental do sujeito ocorre por meio de diferenciações em função do objeto assimilado. Ou seja, suponhamos que exista na estrutura de cognição o esquema **A** que já fora assimilado em um primeiro momento, em seguida é assimilado outro esquema que chamaremos de **A'**, isso faz com que o esquema **A** seja acomodado por meio da diferenciação de **A'**. Conseqüentemente, **A'** será acomodado da diferenciação com outro esquema como, por exemplo, **A''** e, assim sucessivamente.

Dessa forma, percebemos que de acordo com Piaget (1976), a assimilação e a acomodação são dois polos de uma interação entre o organismo biológico e o meio social que é a condição para todo o funcionamento biológico e intelectual do indivíduo. Essa interação entre assimilação e acomodação é denominada de adaptação e de acordo com o referido autor ela reside entre assimilação e acomodação que é um equilíbrio progressivo. Para Piaget (1976), a perturbação deste equilíbrio com a formação de um novo equilíbrio por meio da assimilação e acomodação de um novo e/ou complementar esquema possibilita a aprendizagem e, conseqüente desenvolvimento do indivíduo.

A adoção de uma teoria da aprendizagem pode, de acordo com Tyler (1986), ter importantes conseqüências para a natureza dos objetivos educacionais, pois, ao aderir a uma determinada teoria da aprendizagem encara os objetivos em termos gerais, é possível conseguir ensinar os estudantes a aplicar importantes princípios científicos na explicação de fenômenos concretos, como, por exemplo, nas aulas de Química. No entanto, a teoria da aprendizagem seguida pelo professor tem considerável influência na determinação do grau de especificidade com que serão formulados os objetivos e de espécies de formulações que podem ser entendidas como objetivos educacionais. Assim, Tyler (1986) explica que a maneira mais útil de formular

objetivos educacionais é expressá-los em termos que indiquem tanto a espécie de comportamento a ser desenvolvido no estudante como o conteúdo ou a área em que deve operar esse comportamento. Logo, uma formulação de objetivos educacionais suficientemente clara pode ser utilizada para possibilitar a construção da aprendizagem por parte do estudante e, assim, o planejamento de ensino indicará não só a espécie de comportamento a ser desenvolvida, mas a área do conteúdo ou do conceito a que se aplicará o comportamento.

Nesse sentido, Tyler (1986) afirma que a aprendizagem ocorre por meio das experiências obtidas pelos estudantes, por isso, o processo educacional deve proporcionar diferentes e inúmeras experiências educacionais a eles. Para que isso ocorra, o autor explica que, ao planejar um programa educacional para o estudante alcançar determinados objetivos, nos defrontamos com a questão de decidir quais as experiências educacionais devem ser oferecidas, pois, como dito anteriormente, será por meio delas que ocorrerá a aprendizagem e, portanto, os objetivos educacionais serão atingidos. Sendo assim, Tyler (1986) esclarece que as experiências de aprendizagens devem ser de tal natureza que motive o estudante a desenvolver os comportamentos sugeridos pelos objetivos educacionais, haja vista que, se as experiências forem insatisfatórias, haverá pouca possibilidade de ocorrer a aprendizagem que foi planejada, ou seja, é mais provável que o estudante não consiga desenvolver o objetivo desejado ou, ainda, desenvolva o contrário do objetivo esperado.

Segundo Tyler (1986), as experiências de aprendizagem devem ser apropriadas ao nível de maturidade dos estudantes e às suas predisposições, pois, se as experiências de aprendizagem implicarem uma série de comportamentos de que o estudante ainda é incapaz devido ao seu grau de maturação cognitiva, não se alcançará o propósito em sua totalidade. Para o autor em questão, isso também requer que o professor possua informação suficiente sobre os seus estudantes para saber se o grau de maturação da turma é tal que o comportamento desejado lhes seja possível. De acordo com Tyler (1986), o professor, frequentemente, terá turmas heterogêneas em relação ao grau de maturação de seus estudantes, por isso, ele poderá desenvolver uma grande variedade de experiências educacionais, a fim de atingir os mesmos objetivos, contudo por meio do uso de diferentes estratégias. Desse modo, o autor explica que a mesma experiência de aprendizagem pode produzir diversos resultados a depender de cada estudante, pois toda experiência de aprendizagem tem a possibilidade de favorecer mais de um objetivo. Assim, para compreendermos que tais experiências levam à consecução de diferentes objetivos educacionais, Tyler (1986) apresenta quatro tipos experiências de aprendizagem, a saber:

- a) experiências de aprendizagem para desenvolver a capacidade de pensar;

De acordo com Tyler (1986), esse tipo de experiência consiste em possibilitar ao estudante a capacidade de desenvolver duas ou mais ideias, em vez de memorizá-las e repeti-las. Para isso, o autor explica que far-se-á necessário o pensamento dedutivo e indutivo, isto é, o pensamento indutivo envolve a inferência de generalizações a partir de diversos dados, já o dedutivo engloba, segundo Tyler (1986), a aplicação de generalizações a casos específicos. Desse modo, os estudos das aprendizagens para desenvolver a capacidade de pensar do estudante indicam que, quando os estudantes se defrontam com problemas que não possuem solução imediata, é mais provável que eles sejam motivados a exercer vários tipos de pensamento para encontrar uma possível solução. Isso significa, de acordo com Tyler (1986), que essas experiências de aprendizagem visam desenvolver, nos estudantes, a aptidão de raciocinar, utilizando para isso vários problemas. No entanto, para que os estudantes obtenham as soluções e/ou reações esperadas, é necessário que os problemas proporcionados possuam o relacionamento de vários fatos e ideias para se obter diversas possibilidades de solução. Além disso, é desejável que os problemas a serem formulados, segundo Tyler (1986), se apresentem como integrantes da vida real do estudante, pois, assim, haverá mais probabilidade de conduzir os estudantes a encararem os problemas como situações do cotidiano que serão, então, dignos de seu esforço para resolvê-los.

- b) experiências de aprendizagem úteis na aquisição de informação;

Segundo Tyler (1986), essas experiências envolvem objetivos educacionais, como, por exemplo, desenvolver a compreensão de aspectos particulares. Desse modo, a espécie de informação a ser adquirida inclui leis, princípios, teorias, experimentos, generalizações, ideias, fatos e termos. Logo, o autor esclarece que o objetivo educacional que demanda a aquisição de informações é considerado funcional, ou seja, é útil em conexão com a abordagem do estudante a problemas, com a orientação de suas práticas específicas. Para isso, afirma Tyler (1986), é interessante criar situações de aprendizagem em que a informação seja obtida como parte de um processo total de solução de problemas, em vez de estabelecer experiências especiais de aprendizagem unicamente para memorizar a informação; além disso, quando a informação é adquirida como parte da solução de um problema, a sua utilidade e as razões para obtê-la são bem claras, haja vista que haverá, com isso, uma menor probabilidade de resultar em uma aprendizagem oriunda de memorização de conhecimentos.

Outra sugestão, proposta por Tyler (1986), para essa experiência é selecionar apenas informações importantes para incluí-las como dignas de serem lembradas, isto é, em lugar de

ter de aprender milhares de termos técnicos — como se faz por vezes as aulas tradicionais de Química —, o número de termos escolhidos deve ser muito menor e de suficiente importância, necessidade e frequência de utilização para que os estudantes possam adquirir essa informação de modo acurado, necessário e preciso. A terceira sugestão é criar situações em que a intensidade e a variedade das impressões causadas pela informação aumentem a probabilidade de serem recordados esses itens importantes. Isso significa que os itens essenciais para serem lembrados serão apresentados de várias maneiras e com um grau considerável de intensidade, em vez de se permitir que os estudantes os considerem artificiais. A quarta consideração, de acordo com Tyler (1986), é utilizar itens importantes de informação com frequência e em variados contextos, pois o uso frequente de informações aumenta a probabilidade de elas serem lembradas e utilizadas em diversos contextos, uma vez que aumenta a probabilidade de associação posterior e, também, dá maior significado à informação em causa.

Nesse sentido, Tyler (1986) explica que as situações de aprendizagem devem envolver a reorganização de informações de diversas maneiras apropriadas às diferentes espécies de situações em que a informação pode ser usada. Sendo assim, sugere-se que a informação seja desenvolvida nessas experiências de aprendizagem quando ela faz parte de alguma outra coisa, particularmente da solução de problemas, e que não é aconselhável estabelecer experiências de aprendizagem unicamente para memorizar conteúdos.

c) experiências de aprendizagem úteis ao desenvolvimento de atitudes sociais;

Nesse tipo de experiência, Tyler (1986) explica que os objetivos que podem ser considerados como capazes de desenvolver atitudes sociais incluem aquelas atitudes a que se dá ênfase nos estudos envolvendo disciplinas como Geografia, História, Literatura, Arte, Educação Física e atividades extracurriculares, por exemplo. E, para o referido autor, quando são usados processos intelectuais para desenvolver atitudes sociais, as experiências devem ser de tal índole que facultem uma ampla análise das situações sociais, desenvolvendo, em primeiro lugar, a compreensão e depois as atitudes desejáveis. Tyler (1986) afirma que, em um programa de desenvolvimento de atitudes por processos intelectuais, é desejável que os estudantes revisem sua conduta em uma determinada área para cotejá-la com as metas a que dão apoio verbal e ver até que ponto o seu comportamento se harmoniza com o que professam crer.

d) experiências de aprendizagens para o desenvolvimento de interesses.

De acordo com Tyler (1986), o desenvolvimento desse tipo de experiência ocupa um lugar importante na educação — não só sendo entendido como fins, mas como meios — ou seja, como objetivos e forças motivadoras em conexão com experiências para alcançar

determinados objetivos. Assim, o requisito fundamental, visando o desenvolvimento de tais aprendizagens para alcançar determinados interesses, é capacitar os estudantes para que eles obtenham satisfações na área de experiência em que deve ser desenvolvido o interesse. Por isso, as experiências de aprendizagem para desenvolver interesses devem conceder aos estudantes oportunidades de explorar as áreas em que devem ser desenvolvidos os interesses e obtidos resultados satisfatórios dessas explorações. Segundo Tyler (1986), o mais difícil, nesse caso, é planejar experiências de aprendizagem ao procurar tornar interessante um tipo de atividade que se tornou enfadonho ou desagradável para o estudante. Contudo, é necessário esclarecer que uma tal atividade não se torna interessante pela simples repetição, mas por meio da adoção de um novo enfoque a fim de deslocar o interesse. Para o autor, esse novo enfoque pode envolver o uso de materiais totalmente diferentes ou a acomodação da experiência de aprendizagem em um contexto completamente novo, que, conseqüentemente, seja aprazível ao estudante.

Segundo Tyler (1986), essas quatro experiências que conduzem ao desenvolvimento de determinados objetivos educacionais são bastantes para sugerir a maneira pela qual se pode organizar uma lista de características de experiências educacionais que podem ser usadas em conexão com todos os tipos de objetivos, haja vista que o fato de serem muitas as experiências de aprendizagem que podem ser usadas para se alcançar um determinado objetivo e de que a mesma experiência pode ser usada para alcançar diversos objetivos significa que o processo de planejamento de experiências de aprendizagem não é um método mecânico de estabelecer experiências prescritas de modo definido para cada objetivo particular, mas se trata de um processo criativo para se considerar os objetivos desejados e refletir sobre as espécies de experiências que podem ocorrer ou que se sabe estarem sendo usadas por outros.

Nessa perspectiva, Tyler (1986) afirma que o processo de selecionar experiências de aprendizagem oferece oportunidade para construir objetivos que são cuidadosamente examinados em termos de critérios apropriados, havendo, portanto, oportunidade tanto para o exercício do talento criador como para uma cuidadosa avaliação antes de serem traçados os planos decisivos para o programa de ensino. Desse modo, as quatro experiências de aprendizagem aqui apresentadas podem conduzir ao desenvolvimento de diversos objetivos educacionais, que podem, conseqüentemente, ser classificados pela Taxionomia dos Objetivos Educacionais.

2.5. Classificação dos objetivos educacionais em uma taxionomia

De acordo com Bloom et al. (1974), a Taxionomia dos Objetivos Educacionais define classes e subclasses dos objetivos educacionais em três modalidades: *i*) descrição verbal; *ii*)

conjunto de objetivos educacionais incluídos em cada subcategoria; e *iii*) exemplos de questões e provas adequados à taxionomia. Assim, a primeira modalidade corresponde a uma descrição verbal e/ou definição explícita de todas as classes e subclasses dos objetivos educacionais. A segunda modalidade é constituída pelo conjunto de objetivos educacionais incluídos em cada uma das subcategorias para que os objetivos sejam capazes de expressar, com clareza e precisão, o comportamento esperado dos estudantes. Já a terceira modalidade tenta, segundo Bloom et al. (1974), esclarecer o comportamento correspondente a cada categoria por meio de exemplos de questões de provas e problemas considerados adequados, representando, portanto, definições mais detalhadas e precisas das subclasses, uma vez que indicam as tarefas que os estudantes precisam realizar e os comportamentos específicos que necessitam demonstrar.

A classificação dos objetivos educacionais em uma taxionomia é, de acordo com Bloom et al. (1974), útil para determinar o nível de especificação dos objetivos formulados a serem utilizados no planejamento de experiências de aprendizagem podendo, também, proporcionar sugestões quanto aos tipos adequados de procedimentos de avaliação, além de ser proveitosa para levantar questões com o intuito de definir, de forma mais clara, esses resultados gerais. Para isso, a Taxionomia dos Objetivos Educacionais de Bloom divide-se em seis classes assim denominadas: *i*) conhecimento; *ii*) compreensão; *iii*) aplicação; *iv*) análise; *v*) síntese; e *vi*) avaliação. Em cada uma dessas classes, há diversas subclasses, conforme demonstra o Quadro 6.

Quadro 6 – Explicitação das classes e subclasses dos objetivos educacionais na Taxionomia de Bloom

Classes	Subclasses
1. Conhecimento	1.1. Conhecimento de específicos; 1.2. Conhecimento de terminologia; 1.3. Conhecimento de fatos específicos; 1.4. Conhecimentos de modos e meios de tratar com específicos; 1.5. Conhecimento de convenções; 1.6. Conhecimentos de tendências e sequências; 1.7. Conhecimento de classificações e categorias; 1.8. Conhecimento de critérios; 1.9. Conhecimento de metodologia; 1.10. Conhecimento de universais e abstrações num determinado campo; 1.11. Conhecimento de princípios e generalizações; e 1.12. Conhecimento de teoria e estruturas.
2. Compreensão	2.1. Compreensão de translação; 2.2. Compreensão de interpretação; e 2.3. Compreensão de extrapolação.
3. Aplicação	Não há subclasses.
4. Análise	4.1. Análise de elementos;

	4.2. Análise de relações; e 4.3. Análise de princípios de organização.
5. Síntese	5.1. Produção de uma comunicação singular; 5.2. Produção de um plano ou de um conjunto determinado de operações; e 5.3. Derivação de um conjunto de relações abstratas.
6. Avaliação	6.1. Julgamentos em termos de evidência interna; e 6.2. Julgamentos em termos de critérios externos.

Fonte: autoria própria.

2.5.1. Conhecimento

De acordo com Bloom et al. (1974), a classe conhecimento inclui comportamentos e situações de verificação, nos quais se salienta a evocação, por reconhecimento ou memória, de ideias, materiais ou fenômenos. Para os referidos autores, o comportamento que se espera dos estudantes em tal situação se assemelha muito ao comportamento que se apresenta em uma situação inicial de aprendizagem, uma vez que nessa fase eles vão adquirir e armazenar informações que mais tarde poderão evocar. Bloom et al. (1974) afirmam que, no conjunto de classificações de objetivos em termos de conhecimento as subclasses se encontram ordenadas a partir de comportamentos específicos, desde os relativamente mais simples até aqueles mais complexos e abstratos. Desse modo, o conhecimento de questões específicas se refere a tipos de informações ou conhecimentos que são isoláveis ou que podem ser evocados separadamente, enquanto o conhecimento de universais e abstrações acentua as inter-relações e configurações nas quais a informação pode ser organizada e estruturada. A seguir, detalharemos cada uma das subclasses pertencentes à classe conhecimento.

a) conhecimento específico;

Segundo Bloom et al. (1974), essa subclasse envolve a evocação de porções específicas e isoláveis de informação e se refere basicamente ao que pode ser chamado de núcleo fundamental de fatos ou informações em cada área do conhecimento. Para os citados autores, essas informações representam os elementos de comunicação, compreensão e organização sistemática de conteúdos que o especialista utiliza em sua área de modo a tornar básico os elementos que o estudante deve conhecer para solucionar problemas específicos de uma determinada área e/ou disciplina.

Ainda de acordo com Bloom et al. (1974), é possível diferenciar este conhecimento de conhecimentos mais complexos e gerais, em virtude de sua própria especificidade, isto é, devido à possibilidade de tais conhecimentos serem isoláveis como elementos ou porções com significado e valor próprio.

b) conhecimento de terminologia;

Esse conhecimento refere-se, segundo Bloom et al. (1974), a símbolos específicos verbais e não verbais e inclui conhecimentos da maior parte dos conteúdos simbólicos geralmente aceitos, da variedade de símbolos que podem ser utilizados para um único conteúdo ou da temática mais apropriada para determinado uso do símbolo.

Bloom et al. (1974) explicam que é a terminologia o mais fundamental tipo de conhecimento em uma área particular, pois são esses termos que permitem aos especialistas ou profissionais até mesmo pensar sobre muitos fenômenos que lhes são pertinentes. Para os referidos autores, o estudante deve se tornar um conhecedor desses termos e símbolos e aprender as definições geralmente aceitas ou significados atribuídos, haja vista que o estudante deve ter um conhecimento de símbolos e conteúdos para que possam ser compreendidos ou pensados os fenômenos correspondentes.

c) conhecimento de fatos específicos;

Para Bloom et al. (1974), esse conhecimento está relacionado a conhecer datas, acontecimentos, pessoas lugares, fontes de informação, entre outros aspectos e pode incluir, também, informações muito precisas e específicas, tais como a data exata de um acontecimento e/ou a exata magnitude de um fenômeno, além de abranger informações aproximadas, como a época da ocorrência de um acontecimento ou a ordem geral da magnitude do fenômeno, por exemplo.

A terminologia, de acordo com Bloom et al. (1974), representa as convenções ou os ajustes dentro de uma área, enquanto os fatos correspondem aos resultados, que podem ser comprovados por outros meios, além da aceitação unânime dos especialistas ou dos ajustes realizados com propósitos de comunicação. Há diversos fatos específicos e o professor, segundo os referidos autores, necessita tomar decisões a respeito dos fatos que são básicos ou de importância secundária para serem aprendidos; além disso, o professor também enfrenta o problema de se decidir quanto ao nível de precisão com que diferentes informações devem ser adquiridas e determinar quais os fatos específicos que o estudante necessita e poderá aprender, bem como o momento em que devem ser estudados.

d) conhecimentos de modos e meios de tratar com específicos;

Essa subclasse está relacionada aos conhecimentos sobre os modos de organizar, estudar, julgar, criticar ideias e fenômenos e inclui, segundo Bloom et al. (1974), os modos de indagação, as sequências temporais e os padrões de julgamento dentro de um campo determinado, bem como os padrões de organização por meio dos quais as próprias áreas do

setor são determinadas e internamente organizadas. Essa subclasse está localizada a um nível um pouco mais abstrato que os conhecimentos específicos, em que cada área possui um corpo de técnicas, critérios, classificações e modalidades para descobrir específicos devido às conexões que são estabelecidas entre eles, às operações que são necessárias a seu tratamento e aos critérios de julgamento e avaliação de específicos que determinam.

Por outro lado, os meios e os modos referem-se a processos mais do que a produtos e, de acordo com Bloom et al. (1974), indicam operações mais do que resultados, bem como o conhecimento resultante de ajustes e vantagens mais do que o conhecimento que importa em observação, experimentação e descoberta.

e) conhecimento de convenções;

Tal conhecimento se relaciona aos modos característicos de tratar e apresentar ideias, fenômenos, estilos, usos e práticas empregadas, segundo Bloom et al. (1974), em uma área, devido ao fato de satisfazerem aos propósitos do especialista ou de se ajustarem aos fenômenos tratados. O conhecimento de convenções inclui variados processos, como, por exemplo, o uso de símbolos convencionais na elaboração de mapas e dicionários, normas de comportamento social, regras, estilos ou práticas de emprego. Além disso, as convenções constituem a maior parte do acervo de conhecimentos, sendo provável que os estudantes não as aceitem ou as aprendam com facilidade nos primeiros anos do processo de escolarização.

f) conhecimentos de tendências e sequências;

Para Bloom et al. (1974), esse conhecimento abarca os processos, as direções e os movimentos de fenômenos relacionados ao tempo e inclui tendências que indicam os relacionamentos entre uma série de acontecimentos específicos localizados em momentos distanciados, além de abranger, ainda, representações dos processos que envolvem tempo e inter-relações causais entre uma série de eventos específicos. Assim, as tendências e sequências são compreendidas como relações e processos que foram selecionados pelos especialistas do campo educacional como os mais importantes.

Muitas tendências e sequências, conforme Bloom et al. (1974), são difíceis de comunicar, pois envolvem ações, processos e movimentos altamente dinâmicos que não são representáveis, de modo total, por formas simbólicas, gráficas ou verbais estáticas, fazendo, portanto, com que os estudantes apresentem dificuldades na aprendizagem de tendências e sequências, a menos que se familiarizem com os específicos nos quais elas são baseadas.

g) conhecimento de classificações e categorias;

Segundo Bloom et al. (1974), esse conhecimento envolve conhecer as classes, os agrupamentos, as divisões e os arranjos fundamentais e benéficos a um determinado campo, propósito ou problema, pois é provável que essas classificações tenham, para o estudante, um tom artificial e arbitrário, embora os especialistas as julguem proveitosas e mesmo fundamentais para seu trabalho.

h) conhecimento de critérios;

Tal aspecto engloba, segundo Bloom et al. (1974), os critérios pelos quais fatos, princípios, opiniões e condutas são testados ou julgados, uma vez que os estudantes necessitam adquirir tais conhecimentos e aplicá-los. Desse modo, os critérios variam acentuadamente de um campo para outro sendo, portanto, provável que os estudantes os percebam como complexos e abstratos e adquiram significações somente em relação a situações e problemas concretos.

i) conhecimento de metodologia;

Para Bloom et al. (1974), este conhecimento relaciona-se a conhecer os métodos de indagação, as técnicas e os procedimentos empregados em um campo particular, assim como aqueles utilizados para a investigação de problemas e fenômenos particulares. Logo, o estudante é frequentemente solicitado a aprender métodos e técnicas nos modos em que foram utilizados em momentos anteriores, haja vista que tal conhecimento está mais próximo do conhecimento de tipo enciclopédico e/ou histórico.

j) conhecimento de universais e abstrações em um determinado campo;

Esse conhecimento, de acordo com Bloom et al. (1974), envolve os principais esquemas e modelos para organização de fenômenos e ideias, além de abranger o conhecimento de estruturas gerais, teorias e generalizações que imperam em um campo e são de uso generalizado para o estudo de fenômenos e solução de problemas. Segundo os autores, esse conhecimento são concepções que compreendem vários fatos e fenômenos específicos, que descrevem processos e inter-relações e capacitam o especialista a organizar o conjunto.

Assim, essas ideias e planos tendem, segundo Bloom et al. (1974), a serem muito gerais e, por isso, são de difícil compreensão para o estudante, haja vista que ele ainda não está familiarizado com os fenômenos que os universais objetivam organizar e sintetizar.

k) conhecimento de teorias e estruturas.

Envolve, conforme Bloom et al. (1974), o conhecimento de um corpo de princípios e generalizações que, juntamente a suas inter-relações apresenta uma visão clara, acabada e sistemática de um determinado fenômeno complexo, problema ou campo. Desse modo, os

autores esclarecem que as formulações mais abstratas podem ser utilizadas para mostrar a inter-relação e a organização de uma série de específicos, pois a ênfase neste tipo de conhecimento recai sobre um corpo de princípios e generalizações inter-relacionados para formar uma teoria ou estrutura.

Uma vez apresentadas todas as subclasses presentes na taxionomia conhecimento, a qual podemos em resumo afirmar, de acordo com Bloom et al. (1974), que possibilita ao professor verificar principalmente se o estudante é capaz ou não de evocar, criar ou reconhecer as formulações de maneira precisa quando resolve questões ou problemas que lhe são propostos, embora algo mais que simples memória lhe seja necessário para resolvê-las, o que caracteriza essas questões é o nível de precisão e exatidão que exige e que não difere muito dos modos com que o estudante adquiriu a informação na situação inicial de aprendizagem. Isso significa que, nas questões que envolvem o reconhecimento, as alternativas devem estar no nível de discriminação originalmente proposta e não em níveis diferentes.

Em relação à avaliação da aprendizagem Bloom et al. (1974) elucidam que um comportamento que envolve uma simples aquisição de conhecimento pode ser medido com grande eficiência e economia, visto que é possível avaliar um extenso universo de conhecimento apenas com uma amostra relativamente pequena de problemas e questões de uma determinada área do conhecimento. Exemplos de questões e/ou problemas para avaliar a aprendizagem da classe conhecimento e suas subclasses são apresentados a seguir.

2.5.2. Compreensão

A segunda taxionomia dos objetivos educacionais é a compreensão e, de acordo com Bloom et al. (1974), é provável que as classes gerais de capacidades e habilidades que envolvem a compreensão sejam as mais enfatizadas pela escola, ou seja, espera-se que o estudante, ao enfrentar uma situação de comunicação, seja capaz de entender o conteúdo que lhe é proposto e, também, de fazer algum uso dos materiais ou das ideias nele abrangidos.

Nessa perspectiva, o termo compreensão empregado na taxionomia de Bloom é utilizado em um sentido mais amplo, pois é relacionado com uma maior variedade de comunicações do que a englobada em materiais verbais ou escritos. Por outro lado, Bloom et al. (1974) esclarecem que ao termo compreensão é atribuído ainda um sentido mais restrito que o usual, haja vista que a compreensão não é considerada como um sinônimo de entendimento completo ou mesmo como apreensão total de uma determinada mensagem ou conteúdo científico. Por isso, na taxionomia, a palavra compreensão se refere a objetivos,

comportamentos ou respostas que representam um entendimento da mensagem literal contida em um processo de comunicação e/ou de ensino e aprendizagem. Logo, para alcançar essa compreensão, o estudante pode modificar mentalmente a comunicação, expressando-a em uma forma análoga que lhe é mais significativa.

Ainda para alcançar a mencionada compreensão há, de acordo com Bloom et al. (1974), três subclasses ou tipos de compreensão, a saber: *i)* translação; *ii)* interpretação; e *iii)* extrapolação.

Segundo Bloom et al. (1974), a translação significa que um indivíduo pode organizar uma comunicação em outra linguagem, em outros termos ou, ainda, em outra forma de comunicação. Tal transformação envolve dar significado a várias partes de uma comunicação tomadas isoladamente, embora esses significados estejam, em partes, determinados pelos contextos em que as ideias aparecem.

O comportamento em termos de translação, de acordo com Bloom et al. (1974), situa-se em uma posição intermediária entre os comportamentos classificados na categoria do conhecimento e os tipos de comportamentos descritos sob os títulos de interpretação, extrapolação, análise, síntese, aplicação e avaliação. Segundo os autores, julga-se que a competência individual para a translação depende de pré-requisitos ou conhecimentos anteriores, pois, quando no ensino se dá destaque aos aspectos particulares envolvidos, a translação pode corresponder à simples evocação do conhecimento.

Para Bloom et al. (1974), a segunda subclasse da taxionomia — conhecimento — é a interpretação que envolve o tratamento da comunicação como uma configuração de ideias, cuja compreensão pode exigir uma recordação dessas em uma nova configuração na mente do indivíduo. Essa subclasse inclui, também, o entendimento da relativa importância das ideias, suas inter-relações e sua relevância quanto às generalizações implícitas ou descritas na comunicação original. Segundo os referidos autores, a interpretação difere da aplicação, pois ela se encontra mais definidamente relacionada aos significados que uma comunicação apresenta para outras generalizações, situações e fenômenos, ou aos significados que as generalizações aprendidas pelo estudante têm para a comunicação.

Assim, a fim de interpretar uma comunicação, Bloom et al. (1974) afirmam que, em primeiro lugar, o estudante deve ser capaz de transladar cada uma das partes principais dela, que incluem as palavras, as frases e as várias estratégias de expressão pelo autor da referida comunicação. Esse autor deve, segundo esses autores, compreender as relações entre as várias

partes da comunicação, reordená-la ou reorganizá-la mentalmente para alcançar uma visão total do conteúdo da comunicação, e relacioná-lo ao seu próprio cabedal de experiências e ideias. Além disso, a interpretação requer, de acordo com Bloom et al. (1974), ainda, a competência de reconhecer e distinguir as porções essenciais das menos essenciais ou dos aspectos relativamente irrelevantes da comunicação.

Desse modo, o comportamento essencial em uma interpretação é, segundo Bloom et al. (1974), aquele que o estudante manifesta quando é capaz de identificar e compreender as principais ideias contidas em uma comunicação, bem como estabelecer as relações entre elas, uma vez que é necessário que o estudante possua um refinado senso de discriminação e objetividade, a fim de evitar a apreensão de suas próprias ideias e interpretações no contexto. Isso, exige, segundo os referidos autores, uma capacidade de ir além da mera repetição e da reprodução de partes do documento, com o intuito de determinar ideias mais amplas e gerais nele contidas.

A terceira subclasse na taxionomia da compreensão é a extrapolação, que é percebida, conforme Bloom et al. (1974), como a capacidade de ir além e fazer uma extrapolação dos limites colocados pelo escritor de um determinado texto e/ou conteúdo científico, bem como aplicar algumas ideias da comunicação a situações e problemas nela não incluídos explicitamente. Os autores afirmam, ainda que uma extrapolação requer que o leitor seja capaz de transladar e interpretar o documento e, além disso, que projete as tendências ou sequências, além dos dados proporcionados no documento com a finalidade de determinar implicações, consequências, corolários e efeitos que estejam em conformidade com as condições literalmente descritas na comunicação original.

De acordo com Bloom et al. (1974), a extrapolação requer que o estudante perceba com clareza os limites dentro dos quais uma comunicação se encontra e pode ser entendida, haja vista que uma extrapolação pode somente ser uma inferência com algum grau de probabilidade, é rara a certeza no que se refere à extrapolação. Nesse sentido, os referidos autores explicam que ela se distingue da aplicação no sentido de que o pensamento se caracteriza pela extensão do que é dado a condições ou situações intermediárias, passadas, futuras ou outras.

No que diz respeito à avaliação da aprendizagem da classe conhecimento, é possível, segundo Bloom et al. (1974), apresentar ao estudante uma lista de termos para que ele seja capaz de encontrar as definições respectivas ou as definições podem ser apresentadas e o estudante simplesmente ser solicitado a reconhecer os termos apropriados. Assim, a capacidade para transladar, interpretar e extrapolar definições formais ou formulações de princípios pode

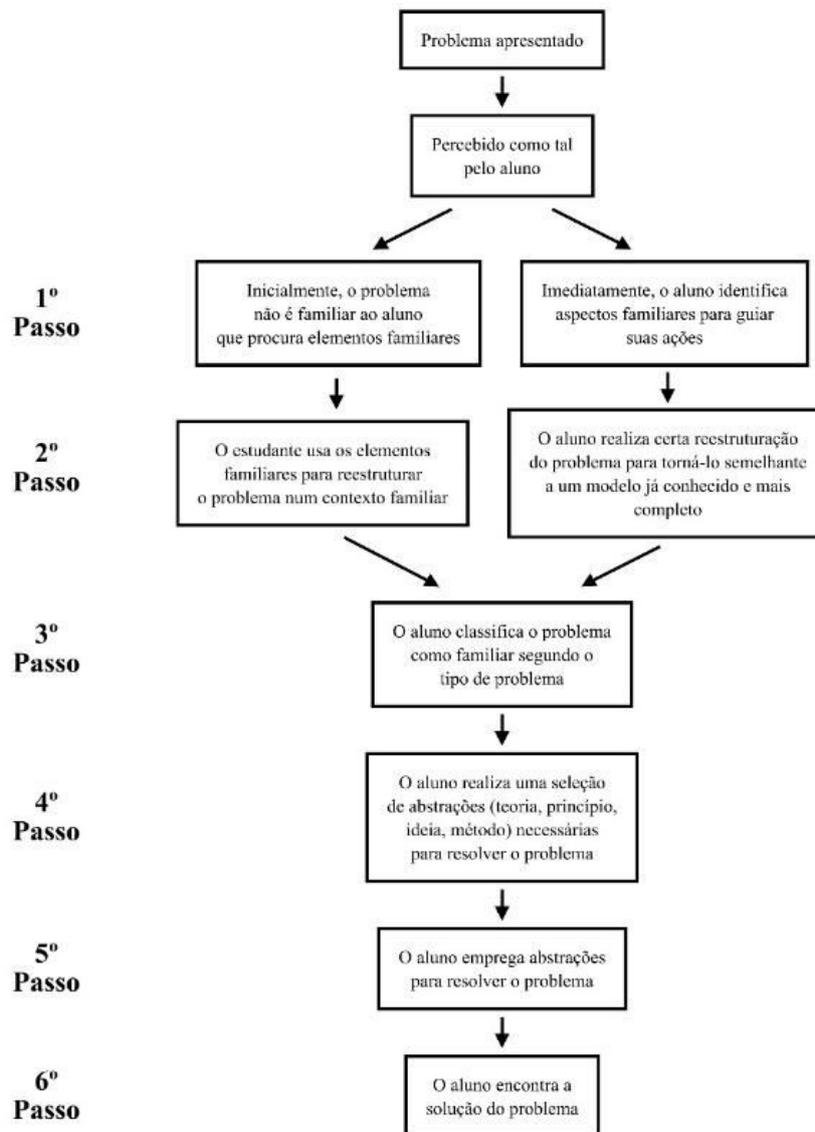
também ser avaliada por meio de questões em que o estudante necessite lembrar, interpretar, extrapolar ou identificar corretas ilustrações ou exemplos. Para Bloom et al. (1974), a avaliação em níveis superiores da taxionomia é, muitas vezes, dificultada pela incapacidade de o estudante vencer a etapa inicial da solução do problema, que compreende a translação do problema em termos conhecidos, por isso, para que a mensuração seja efetiva, em situações em que o conhecimento dos termos não é universal, as concepções que eles apresentam devem ser proporcionadas em uma linguagem mais simples ou menos abstrata. Em seguida, conceituaremos a categoria aplicação.

2.5.3. Aplicação

A terceira classificação da taxionomia, denominada aplicação, obedece, segundo Bloom et al. (1974), a uma ordem hierárquica no domínio cognitivo, e cada uma das classes de capacidades e habilidades envolve exigências relativas às classes de nível inferior. Assim, essa taxionomia não foge a essa regra, pois, para se aplicar algo, é necessário antes chegar à compreensão dos métodos, das teorias, dos princípios ou das abstrações pertinentes, pois, em um novo problema, o estudante deverá aplicar as abstrações apropriadas sem que lhe tenha sugerido quais são essas abstrações ou sem que lhe seja ensinado como usá-las naquela situação.

Desse modo, o estudante, ao demonstrar compreensão, pode, de acordo com Bloom et al. (1974), usar a abstração quando seu uso está especificado, uma vez que na aplicação o estudante deve usar corretamente a abstração em uma situação na qual ela não estiver especificada. Assim, na solução integral de um problema qualquer, em nível de aplicação, estarão presentes todas as seis etapas, conforme ilustrado na Figura 5.

Figura 5 – Representação esquemática das seis etapas para resolução de um problema qualquer.



Fonte: adaptado de Bloom et al. (1974).

Assim, Bloom et al. (1974) esclarecem que é um indicador da importância dos objetivos em nível de aplicação o fato de que a maioria do que aprendemos deva ser aplicado em situações problemáticas da vida real, sendo que a efetividade de grande parte do programa escolar depende da maneira como os estudantes transportam para situações aplicações que ainda não foram enfrentadas durante o processo de ensino e aprendizagem. Desse modo, os objetivos na taxionomia da aplicação, que são extremamente importantes, englobam, também, o significado de transferência do treinamento. Além disso, os referidos autores explicam que, no processo total da avaliação, os resultados, em termos de aplicação, constituem um dos mais fundamentais aspectos. E, na medida que esse processo proporciona informações acerca do sucesso ou

fracasso escolar de o estudante aplicar o que aprendeu, são ofertadas, de acordo com Bloom et al. (1974), oportunidades de *feedback* para uma possível revisão do currículo, o que se constitui como uma base de suma importância para revisar, de forma apropriada, o processo educacional.

Conforme Bloom et al. (1974), um exame do conjunto de objetivos que os professores formulam leva à conclusão de que objetivos na área da aplicação são bastante similares, seja qual for a matéria de ensino envolvida. Tal fato é confirmado por meio da experiência na testagem do comportamento que envolve a aplicação, haja vista que ele tem mostrado que diversos fatores devem ser levados em consideração nos procedimentos habituais do professor em sala de aula. Esses fatores são: a) necessidade de novos itens ainda mais reais; b) capacidade geral para solucionar problemas versus aplicação de princípios específicos; c) diagnóstico do fracasso em problemas que envolvem aplicação; e d) amostragem adequada da aplicação.

O primeiro aspecto — necessidade de novos itens ainda mais reais — perpassa, de acordo com Bloom et al. (1974), a compreensão de que, se as situações discriminadas no objetivo ou na situação de testagem envolvem aplicação, então as situações devem ser novas para os estudantes ou, pelo menos, conter novos elementos. Por outro lado, os autores esclarecem que, caso as situações apresentadas aos estudantes para avaliar a aplicação sejam similares àquelas em que ele aprendeu o significado da abstração, o estudante não tem de aplicar a abstração, mas o problema deve ser apresentado em uma situação fictícia, ser delineado com base em um material com o qual o estudante não tenha, ainda, tido contado ou ser um problema conhecido; no entanto, deve apresentar uma nova perspectiva ainda não examinada pelos estudantes. Assim, para haver aplicação do conhecimento, segundo Bloom et al. (1974), os problemas devem se relacionar a situações reais que o estudante venha a enfrentar e nas quais a abstração seja aplicável.

O segundo aspecto, intitulado de capacidade geral para solucionar problemas *versus* aplicação de princípios específicos, engloba, segundo Bloom et al. (1974), a possibilidade de ensinarmos um conjunto determinado de princípios e, em seguida, avaliarmos o efeito do ensino, uma vez que o interesse do professor não é no nível em que o estudante soluciona o problema — com recursos do senso comum ou da informação usual adquirida —, mas é exatamente no grau em que o estudante se beneficiou com situações específicas de aprendizagem. Nesse sentido, os autores esclarecem que os problemas que incluem em sua própria formulação indicações a respeito de como podem ser solucionados não servem para verificar a aplicação dos princípios que ensinamos.

De acordo com Bloom et al. (1974), o terceiro aspecto é o diagnóstico do fracasso em problemas que envolvem aplicação, isto é, a incapacidade de o estudante solucionar problemas que envolvem aplicação não se deve, exclusivamente, ao fracasso de sua aprendizagem em “aplicar”, mas a uma série de causas, como, por exemplo: *i)* compreensão incorreta da abstração que o problema abrange; *ii)* seleção de uma abstração imprópria; *iii)* uso inadequado da abstração na situação; e/ou *iv)* interpretação dos resultados ao usar a abstração na situação. Para os referidos autores, é importante salientar-se a incapacidade de compreensão, pois esta pode ser facilmente determinada mediante uma verificação da compreensão que o estudante possui a respeito da situação antes de tentar resolver os itens que envolvem aplicação.

Nos procedimentos de aplicação, o último fator a ser levado em consideração é, segundo Bloom et al. (1974), a amostragem adequada da aplicação, que significa organizar amostras de comportamento do estudante sob diversos aspectos ao aplicar uma abstração em uma situação problemática. Esta é uma regra de avaliação e constitui outro caminho para alcançar o que é chamado de fidedignidade de um teste, pois essa norma é importante no que se refere aos itens em termos de aplicação. Além disso, é comum o emprego de uma única situação problemática para, segundo Bloom et al. (1974), chegar a conclusões sobre o indivíduo, mas a necessidade de organizar uma amostra das situações é evidente, haja vista que a capacidade do estudante parece se desenvolver em função da situação particular estabelecida.

Em relação à avaliação da aprendizagem da classe aplicação, é útil, conforme nos explica Bloom et al. (1974), elaborar questões nas quais o enunciado e/ou as alternativas sejam estruturadas de tal maneira que se possa inferir o processo de pensamento e de aplicação de conhecimentos utilizados pelo estudante para responder determinada questão. Desse modo, é possível, por meio da resposta concedida pelo estudante, conhecer o método e a aplicação do conhecimento utilizado para responder uma questão. De acordo com Bloom et al. (1974), na categoria aplicação, é preferível que o professor avalie a aprendizagem por meio de instrumentos avaliativos escritos, como, por exemplo, questões, elaboração de textos dissertativos ou narrativos, pois, dessa forma, será possível ao professor conhecer com detalhes o raciocínio que o estudante utilizou para aplicar seus conhecimentos ao responder alguma situação problema. A seguir, detalharemos a categoria análise.

2.5.4. Análise

A quarta classificação na Taxionomia dos Objetivos Educacionais é, segundo Bloom et al. (1974), a análise. Tal classe está relacionada às habilidades envolvidas na análise e se encontram em um nível mais avançado que as implicadas na compreensão e aplicação. Segundo

os autores em questão, na classe compreensão, enfatizam-se o significado e a finalidade do material; por outro lado, na aplicação acentuam-se a evocação e o uso de generalizações ou princípios adequados para o esclarecimento de materiais determinados. Dito isso, Bloom et al. (1974) explanam que a análise focaliza o desdobramento do material em suas partes constitutivas, a percepção de suas interrelações e os modos de organização e orienta-se em relação às técnicas e aos instrumentos que são empregados para comunicar o significado ou estabelecer o resultado de uma comunicação. Ainda que a análise se constitua como um simples modo operacional de descobrir a organização e a estrutura de uma comunicação, sendo, portanto, seu próprio término do ponto de vista educacional, para os autores citados, é mais válido considerá-la como uma ajuda para o alcance de maior compreensão ou como uma certa etapa prévia na avaliação do material.

Nesse sentido, Bloom et al. (1974) afirmam que o desenvolvimento da habilidade de analisar é objetivo de importância em qualquer área de estudos, principalmente em Química, pois os professores desejam que o estudante: a) adquira a habilidade de distinguir fatos de hipóteses em uma comunicação; b) identifique conclusões e os fundamentos que as suportam; distinguir materiais relevantes daqueles que não o são; c) estabeleça as relações entre as ideias; d) perceba as implicações não explicitamente formuladas; e) distinga as ideias ou temas dominantes dos subordinados na poesia ou na música; e f) verifique as indicações sobre técnicas e recursos empregados pelo autor etc. Desse modo, a categoria taxionômica da análise relaciona-se, segundo os referidos autores, tanto com o conteúdo quanto com a forma, além de ser possível tratar de análise do significado de uma comunicação, mas, com isso, faz-se referência a um nível mais complexo de habilidade que o da compreensão ou do entendimento de um significado e é com este sentido mais complexo que se utiliza aqui o termo análise.

Segundo Bloom et al. (1974), a classe análise, em termos de objetivo, pode ser considerada, como vimos no Quadro 6, em três subclasses. São elas: *i*) análise de elementos; *ii*) análise de relações; e *iii*) análise de princípios de organização. A seguir, detalharemos cada uma dessas subclasses.

i) análise de elementos;

Essa subclasse, de acordo com Bloom et al. (1974), abarca uma comunicação que integra muitos elementos, alguns explicitamente estabelecidos ou nela contidos que possibilitam sua reconhecimento ou classificação de maneira relativamente fácil. Assim, para os referidos autores, em uma comunicação, existem diversos outros elementos que não foram claramente assinalados ou identificados e eles são de vital importância para determinar a natureza da comunicação, e,

somente quando identificados, é que se pode chegar a compreendê-la e avaliá-la em sua plenitude. A segunda subclasse, a ser discutida a seguir, é a análise das relações.

ii) análise das relações;

Para Bloom et al. (1974), uma vez identificados os diversos elementos de uma comunicação, o leitor ainda tem diante de si a tarefa de determinar as principais relações entre os elementos, como também as relações entre as diversas partes que a constituem, visto que, para o nível mais simplificado dessa análise, é necessária a relação das hipóteses com os dados e, logo após, a relação entre as conclusões e as hipóteses e entre as conclusões e os dados. Ainda segundo os autores citados, é provável que a análise de uma comunicação nas partes que lhe são essenciais ou que formam a tese principal quando confrontada com aquelas partes ou elementos que propiciam a expansão, o desenvolvimento ou a sustentação da própria tese esteja em um nível mais complexo. Logo, a análise de relações trata da correspondência de parte para parte ou de elemento para elemento ou, ainda, da relevância de elementos ou das partes para a ideia central ou da tese de uma comunicação. A terceira subclasse da análise, que será detalhada a seguir, está relacionada aos princípios de organização.

iii) análise de princípios de organização.

Conforme Bloom et al. (1974), a tarefa de analisar a estrutura e a organização em uma comunicação se encontra em um nível bastante difícil e complexo e a análise dessas qualidades fundamentais de organização auxilia a compreensão e avaliação da comunicação integral, pois é difícil, e não raras vezes impossível, avaliar sem a devida compreensão e análise da comunicação.

Para se avaliar a aprendizagem da capacidade de análise, Bloom et al. (1974) afirmam que podem ser feitas perguntas aos estudantes sobre materiais que lhe são familiares ou apresentar-lhes os materiais para que ele os analise em uma situação de verificação formal. Segundo os autores, o processamento adequado da análise requer o uso do conhecimento, e muitas vezes os professores o solicitam para tal fim, ou seja, terem diante de si o material relativo a uma comunicação. Outra possibilidade de avaliação da classe análise pode ser feita, segundo Bloom et al. (1974), por meio de uma situação real como em um laboratório, em que o estudante analisa as reações de elementos, ou em sala de aula, onde se deve analisar as interações dos membros do grupo ou em situações de campo, em que o estudante deve identificar e relacionar uma série de fatores. A seguir definiremos a quinta categoria da Taxionomia de Bloom, que é chamada de síntese.

2.5.5. Síntese

Bloom et al. (1974) entendem a síntese como a união de elementos e partes que formaram um todo, ou seja, é um processo que envolve trabalhar com elementos, partes, entre outros, e combiná-los para que constituam uma configuração ou estrutura não claramente concebida antes. Em geral, os referidos autores explicam que tal classificação na Taxionomia de Bloom implica uma recombinação de partes examinadas em experiências anteriores com materiais novos, os quais serão reorganizados em um todo novo e bem integrado. Essa classe da taxionomia é, segundo Bloom et al. (1974), a categoria do domínio cognitivo em que se proporcionam ao estudante maiores oportunidades de desenvolver um comportamento criador. Contudo, deve-se assinalar que as expressões criadoras deste nível da taxionomia não são completamente livres, pois o estudante precisa, em geral, desenvolver suas atividades dentro dos limites impostos por determinados problemas, materiais ou estruturas teóricas e metodológicas.

De forma semelhante à síntese, as taxionomias compreensão, aplicação e análise requerem, também, uma organização de elementos e elaboração de unidades significativas, entretanto, esses processos, de acordo com Bloom et al. (1974), tendem a ser mais parciais e menos completos que a síntese, principalmente no que se refere à magnitude da tarefa. Além disso, em todas as categorias da taxionomia mencionadas anteriormente, não se atribui tanta importância à singularidade e originalidade como na síntese, pois nela o estudante deverá unir elementos de diversas fontes e reorganizá-los em uma estrutura ou configuração não claramente percebida antes, haja vista que seus esforços devem estar dirigidos para a elaboração ou construção de um resultado identificável em vários sentidos e mais integral que os materiais com os quais ele iniciou seu trabalho, uma vez que se pressupõe que um problema em nível dessa classificação taxionômica inclui processos requeridos nas classificações anteriores.

Para Bloom et al. (1974), não se pode considerar cada ação de escrever como um ato de síntese, pois esse processo pode representar basicamente um processo de expressão de ideias, simples evocação de ideias, interpretação de certos materiais ou translação de ideias da forma verbal para a escrita. Assim, o conceito de síntese é examinado em termos de aprendizagem criadora, uma vez que toda aprendizagem, em certo sentido, é criadora, pois o estudante constrói uma nova compreensão ou reorganiza sua experiência de uma maneira nova por meio do desequilíbrio da adaptação formada entre a assimilação e a acomodação, de acordo com Piaget (1976). Nesse sentido, os argumentos a favor, segundo Bloom et al. (1974), do uso da capacidade de síntese em sala de aula como possibilidade avaliativa são numerosos, pois os

objetivos que perpassam essa classificação taxionômica enfatizam a expressão pessoal como contrária à participação passiva e à liberdade de ação e de pensamento em contraposição à dependência.

Ainda sobre a aprendizagem, as atividades avaliativas que requerem a capacidade de síntese serão capazes, como explicam Bloom et al. (1974), de proporcionar aos estudantes uma experiência de aprendizagem mais eficaz que as atividades relativas somente à aquisição de ideias. Tais autores exemplificam essa questão por meio das aulas de Química, em que os estudantes podem trabalhar em grupos examinando problemas importantes sobre a combustão, formulando hipóteses sobre os aspectos fenomenológicos correspondentes a essa temática, planejando experiências simples para testar e/ou generalizar ideias e hipóteses e, assim, sintetizar o que foi visto e aprendido. Para Bloom et al. (1974), essas atividades que envolvem a participação do estudante incentivam o pensamento produtivo, a independência para abordar problemas, bem como o cooperativismo, o conhecimento específico, o conhecimento sobre o método científico e suas ressalvas. Ou seja, atividades que possibilitam a realização da síntese produzem, segundo os autores citados, mudanças profundas em diversas capacidades e traços e, ao mesmo tempo, contribuem para o crescimento do estudante na área do conhecimento estudado.

São também de especial importância as imensas possibilidades de motivação que as atividades de síntese oferecem, pois essas tarefas, segundo Bloom et al. (1974), tornam-se altamente absorventes e facilitam muito mais a integração do estudante do que as ditas convencionais. Além disso, as atividades que envolvem a síntese proporcionam, de acordo com os referidos autores, ricas oportunidades de satisfação pessoal, pelo fato de o estudante criar algo por sua conta própria. Desse modo, objetivos educacionais em nível de síntese se ajustam a todos os níveis da escolarização, uma vez que alguns desses objetivos, como a habilidade para escrever e capacidade para formular hipóteses, são apropriados tanto para o Ensino Fundamental como para a Pós-Graduação, e o que difere tais objetivos, segundo Bloom et al. (1974), é o grau de dificuldade entre ambos os objetivos citados.

Da mesma forma que as demais taxionomias apresentadas até o momento, a síntese também possui subclasses, são elas: *i*) produção de uma comunicação singular; *ii*) produção de um plano ou de um conjunto determinado de operações; e *iii*) derivação de um conjunto de relações abstratas. A seguir, vamos detalhar cada uma dessas subcategorias.

- 1) produção de uma comunicação singular;

Para Bloom et al. (1974), essa subcategoria abrange objetivos cuja ênfase principal está na comunicação, isto é, transmissão de ideias, sentimentos e experiências para outras pessoas, sendo que os principais fatores que controlam ou limitam tarefas desse tipo são os seguintes: a) os efeitos a serem alcançados; b) as características pessoais dos que são influenciados por esses efeitos; c) o meio específico pelo qual estudante se expressa; e d) as ideias e experiências particulares que o estudante desenvolve ou deseja comunicar. Dessa forma, o produto da síntese, como afirmam os referidos autores, é ainda singular ou único pela liberdade que se concede ao indivíduo para propor ideias, sentimentos e experiências pessoais, isto é, grande parte do conteúdo da síntese não está rigorosamente predeterminado pelos requisitos da tarefa, mas provém da própria pessoa e somente é usado se ela o considera de valor para incorporá-lo em seu trabalho, uma vez que não existe expressão completamente livre, pois o estudante deve atender a certas exigências mínimas, como as impostas pelos costumes locais, por exemplo.

Nessa subcategoria da Taxionomia dos Objetivos Educacionais, Bloom et al. (1974) afirmam que o estudante possui muitas oportunidades de expressar suas ideias, inclusive apresentar propósitos limitadores, como examinar uma hipótese específica ou permitir que o estudante conceba uma nova forma para alcançar determinados objetivos. É possível, segundo os referidos autores, caracterizar o produto da síntese como uma comunicação singular, pois o autor, em geral, trata de transmitir certas ideias e experiências, porém em outras ocasiões tem em vista seu próprio interesse.

Assim, o produto ou resultado da síntese pode, de acordo com Bloom et al. (1974), ser considerado singular pelo menos em dois aspectos: primeiro, não representa indicação de um conjunto de operações ou especificações a realizar, exceto no sentido restrito de organizar um plano expressivo que possa ser interpretado e desenvolvido por um indivíduo ou grupo, como seria o caso da leitura em voz alta de uma poesia, da apresentação de uma obra teatral ou, ainda, da execução de uma peça musical; segundo, não representa comumente uma contribuição ao nosso cabedal de conhecimentos básicos, mas sua relação com uma estrutura teórica externa não é objeto de controvérsia. A segunda subclasse, apresentada em seguida, diz respeito à formação de um conjunto de operações.

2) produção de um plano ou de um conjunto determinado de operações;

De acordo com Bloom et al. (1974), os objetivos que incidem nessa subcategoria da Taxionomia dos Objetivos Educacionais visam à produção de um plano de operações que se constitui como um ato de síntese. Tal plano, segundo esses autores, pode ser executado em parte e por diversos indivíduos e o que acontecer, após a sua elaboração, não é de interesse imediato.

Esse plano de operações, segundo Bloom et al. (1974), deve satisfazer os requisitos da tarefa, que, em geral, são apresentados em forma de especificações ou dados. Tais especificações podem ser proporcionadas aos estudantes que devem considerá-las inteiramente, ou, em caso contrário, ter de determiná-las para realizar o trabalho. Essas especificações fornecem, segundo Bloom et al. (1974), um critério bastante definido com base no qual é possível avaliar a produção do estudante. A terceira subclasse, que será abordada a seguir, diz respeito ao conjunto de relações abstratas.

3) derivação de um conjunto de relações abstratas.

Essa subclasse, conforme Bloom et al. (1974), inclui os objetivos que requerem do estudante uma produção ou um derivado de um conjunto de relações abstratas, pois parece existir duas espécies diferentes de tarefas, sendo que a primeira está relacionada àquelas atividades em que o educando estuda dados ou fenômenos concretos, que devem ser classificados ou explicados. Ainda, para Bloom et al. (1974), esse tipo de tarefa pode ser organizado em termos de classificação de fenômenos ou fatos, com base nos quais se deve elaborar um esquema lógico e consistente, devendo o esquema justificar as relações existentes entre a série de fenômenos aos quais se destina. Em um nível avançado, podemos citar, por exemplo, a elaboração de uma tabela periódica em que os diversos elementos são agrupados de acordo com suas propriedades fundamentais ou a elaboração de taxionomias para classificar plantas e animais de acordo com suas características fundamentais. Além disso, Bloom et al. (1974) explicam que esse primeiro tipo de tarefa também poderia consistir em explicar certos fenômenos observados e, nesse caso, não haveria a necessidade a elaboração de um esquema de classificação, por exemplo.

Segundo Bloom et al. (1974), a segunda tarefa dessa subclasse diz respeito àquelas tarefas em que o estudante deve deduzir proposições ou relações diversas com bases em outras proposições ou representações simbólicas. Desse modo, os referidos autores nos explicam que esse tipo de tarefa inicia com símbolos abstratos, proposições e não com dados concretos, pois a partir dessas representações simbólicas se desenvolvem as deduções, ou melhor, o estudante opera e raciocina com base em um quadro teórico de referência. Assim, o estudante, de acordo com Bloom et al. (1974), está — em partes — limitado pela tarefa, contudo pode pensar com maior profundidade e, conseqüentemente, para além de determinada tarefa.

Para Bloom et al. (1974), proporcionar condições favoráveis para o trabalho criador é o principal problema na avaliação da aprendizagem, que envolve objetivos em nível de síntese. No entanto, para que esse problema seja solucionado, é necessário, segundo os referidos

autores, que o professor conceda ao estudante considerável liberdade de ação, isto é, liberdade para determinar seus próprios desígnios, selecionar os materiais e outros elementos que implementam o produto final e determinar as especificações adequadas à síntese. Além disso, o tempo é outra condição importante, pois muitas tarefas que exigem a capacidade de síntese requerem mais que uma ou duas horas. As atividades que avaliam a capacidade de síntese dos estudantes podem, de acordo com Bloom et al. (1974), ser realizadas por meio da escrita de ensaios, resumos, explicações, justificativas ou, ainda, por meio de relatos orais. Segundo os referidos autores, é possível que questões que demandem respostas curtas avaliem a aprendizagem da capacidade de síntese, no entanto, se podem ou não ser utilizadas em determinadas situações dependerá dos objetivos e das experiências vividas por cada professor. A seguir, apresentaremos alguns conceitos teóricos acerca da última classificação da taxionomia de Bloom: avaliação.

2.5.6. Avaliação

A sexta taxionomia para classificação dos objetivos educacionais é, segundo Bloom et al. (1974), a avaliação que é compreendida como o processo de julgamento a respeito do valor das ideias, trabalhos, soluções, métodos e materiais realizados com um determinado propósito. Ela, segundo os referidos autores, implica o uso de critérios e padrões que permitem apreciar o grau de precisão, efetividade, economia ou suficiência de pormenores. Para Bloom et al. (1974), os julgamentos da avaliação podem ser qualitativos ou quantitativos e o estudante pode determinar os critérios respectivos ou outros podem fazê-lo em seu lugar.

De acordo com Bloom et al. (1974), a avaliação foi colocada neste nível da taxionomia porque é relativamente considerada como um estágio final do complexo processo que envolve certa combinação de todos os outros comportamentos classificados nas categorias: conhecimento, compreensão, aplicação, análise e síntese. Desse modo, o aspecto novo que se acrescenta na avaliação consiste em critérios que abrangem valores, haja vista que, no desenvolvimento do domínio cognitivo, a avaliação representa não só um processo final em relação a comportamentos cognitivos, mas sua vinculação fundamental a comportamentos afetivos do domínio afetivo, em que valores, gostos e satisfação se constituem como um aspecto central.

A categoria avaliação inclui, segundo Bloom et al. (1974), todas as outras classes da taxionomia e é provável que tal categoria seja, em alguns casos, o prelúdio da aquisição de um novo conhecimento, de um novo esforço de compreensão, de aplicação ou de uma nova síntese. Um dos tipos de avaliação é a que se desenvolve com base em padrões internos de crítica, os

quais se referem à exatidão do trabalho com coerência, precisão, lógica e ausência de falhas internas. Outra possibilidade para a avaliação é, de acordo com Bloom et al. (1974), a que se baseia no uso de critérios ou padrões externos derivados de uma consideração dos fins a serem buscados e da adequação dos meios específicos para alcançar esses fins. Os referidos autores reiteram que esse tipo de avaliação se baseia, principalmente, em considerações sobre a eficiência, economia ou a utilidade dos meios específicos para o alcance de fins particulares; além disso, envolve o uso de critérios específicos e apropriados à classe de fenômenos em julgamento, ou seja, em termos de padrões de excelência ou efetividade que comumente são empregados na área ou em uma comparação entre fenômenos específicos na mesma área. A taxionomia avaliação pode ser desmembrada em duas subclasses denominadas: a) julgamentos em termos de evidência interna; e b) julgamentos em termos de critérios externos. Tais subclasses serão explicitadas a seguir.

a) julgamentos em termos de evidência interna;

Conforme Bloom et al. (1974), os objetivos da avaliação valorizam amplamente julgamentos sobre exatidão, usualmente com referência a padrões internos, como, por exemplo, coerência, precisão lógica e ausência de falhas internas. Assim, nessa subcategoria o principal tipo de comportamento é o que o estudante desenvolve quando, dado um novo trabalho, é capaz de localizar os erros ou determinar os aspectos que o tornam internamente coerentes. Logo, quando um estudante julga a correção de uma comunicação, examina se ela foi organizada coerente ou incoerentemente com exatidão ou inexatidão, cuidadosa ou negligente. Além de exigir uma avaliação total quanto à sua exatidão, uma questão pode ser elaborada de tal maneira que o indivíduo deva citar os pontos específicos exatos e os inexatos e, também, as razões pelas quais foram assim julgadas.

É possível construir uma nova prova com pequenos problemas ou questões que permitam identificar separadamente os principais erros ou falhas cometidos, pois, segundo Bloom et al. (1974), esse tipo de prova é útil para que se possa inferir ou predizer a habilidade do indivíduo para avaliar trabalhos mais extensos e que incluem muitos pontos organizados em combinações complexas. No entanto, parece econômico, realístico e válido no que se refere à elaboração de provas ou testes, assim como pode verificar a capacidade de avaliar a exatidão de problemas globais que envolvem avaliação de outros objetivos também.

b) julgamentos em termos de critérios externos.

De acordo com Bloom et al. (1974), o julgamento em termos de critérios externos é um tipo de avaliação que abrange uma classificação de fenômenos em, pelo menos, cinco

possibilidades, a saber: *i)* fins a serem atingidos; *ii)* técnicas; *iii)* regras; *iv)* normas segundo as quais os trabalhos são julgados; ou *v)* a comparação do trabalho com outros trabalhos. Assim, a classificação de um trabalho e sua avaliação — em termos de critérios apropriados à classe que integra — implicam, segundo Bloom et al. (1974), alguns julgamentos relativamente arbitrários, pois um determinado trabalho é um elemento pertencente a diversas classes. Desse modo, os critérios externos se derivam a partir de um elemento que considera o modelo em certos aspectos, uma vez que isso pode acontecer nos julgamentos em que se focaliza a comparação de dois elementos que integram uma classe e não quando um elemento satisfaz critérios abstratos selecionados.

A avaliação da aprendizagem da taxionomia avaliação pode ser realizada, conforme Bloom et al. (1974), por meio da exigência de um conhecimento detalhado do tipo de fenômeno que está sendo considerado, já que o estudante conhece os critérios empregados comumente para julgar tais trabalhos ou ideias e, além disso, possui certa habilidade para aplicar esses critérios. Desse modo, os autores explicam que, para se verificar a aprendizagem de um determinado estudante em nível de avaliação, podemos decompor um problema qualquer em uma série de julgamentos mais específicos, assim como processos de análise, com o intuito de estar seguro de que o processo de avaliação seja adequado ou de encontrar os tipos de erros e dificuldades encontrados pelo estudante. Logo, Bloom et al. (1974) elucidam que questões, textos escritos ou relatos orais em que o estudante precise descrever os pontos positivos e negativos, apontar os erros e acertos, conceder sua opinião e justificá-la com base em aspectos teóricos, lógicos e formais são bons instrumentos para verificar a aprendizagem em nível de avaliação.

Até aqui, apresentamos as classes e subclasses da Taxionomia dos Objetivos Educacionais, bem como suas particularidades e aspectos avaliativos. A seguir, explicitaremos como a mencionada taxionomia se hierarquiza em uma determinada ordem e, também, apontaremos alguns dos principais trabalhos nacionais e internacionais que utilizaram a Taxionomia de Bloom na Educação em Ciências.

2.6. Hierarquia dos objetivos educacionais e o uso da Taxionomia de Bloom na Educação em Ciências

Segundo Bloom et al. (1974), os objetivos educacionais podem ser hierarquizados dos mais simples aos mais complexos, uma vez que:

Baseou-se na ideia de que um comportamento simples e particular, ao integrar-se com outros, igualmente simples, se torna mais complexo. Assim, podemos dizer que as

classificações apresentam uma estrutura onde comportamentos do tipo A formam uma classe, comportamentos do tipo B constituem outra classe, enquanto comportamentos do tipo ABC formam ainda outra. Se há aqui realmente uma ordenação do simples ao complexo, esta deverá corresponder a uma ordenação de dificuldades, de modo que problemas exigindo unicamente o comportamento A serão respondidos mais acertadamente e com maior frequência do que problemas requerendo AB (Bloom et al., 1974, p. 16).

Nessa perspectiva, problemas que requerem conhecimentos de fatos específicos são geralmente respondidos corretamente com mais frequência que questões que requerem conhecimento de universais e abstrações em uma determinada área, por exemplo. Da mesma forma, explicam Bloom et al. (1974), problemas que solicitam dos estudantes conhecimento de conceitos e princípios são também mais frequentemente respondidos corretamente que problemas que exigem tanto o conhecimento de princípios quanto certa habilidade de aplicá-los em novas situações. Com base em dados, como os elencados anteriormente por Bloom et al. (1974), entende-se que há uma tendência inconfundível no sentido da existência de uma hierarquia de classes e comportamentos, que corresponde à classificação dos objetivos educacionais em níveis denominados: a) básico; b) operacional; e c) global. Tais níveis, segundo os referidos autores, vão dos comportamentos mais simples aos mais complexos, conforme mostra a Figura 6.

Figura 6 – Esquematização da taxionomia dos objetivos educacionais



Fonte: autoria própria.

A Figura 6 nos mostra que os comportamentos no domínio cognitivo se caracterizam amplamente, de acordo com Bloom et al. (1974), por um grau de conhecimento em ordem crescente de complexidade, possibilitando, portanto, com que o estudante atinja níveis básicos, operacionais e globais do conhecimento, isto é, ele pode sair de um baixo nível de desenvolvimento cognitivo e alcançar um alto grau se os objetivos educacionais a respeito de um determinado assunto forem bem elaborados. Assim, a taxionomia é um recurso proveitoso para desenvolver a habilidade de formular objetivos mais precisos e, também, a competência de perceber uma ordenação em objetivos educacionais.

A taxionomia é, segundo Bloom et al. (1974), estimuladora no sentido de destacar um amplo número de problemas na área da educação e da avaliação. Embora haja riscos na elaboração de uma taxionomia que possam tornar menos flexível nosso pensamento a respeito da educação, a natureza relativamente caótica da área educacional e a grande ênfase na proficiência de um sistema de crenças, mais do que em resultados, na área educacional, justificam um procedimento de fenômenos específicos, tal como a taxionomia.

A discussão sobre as classificações taxionômicas dos objetivos educacionais no campo da educação levou a uma revisão da taxionomia de Bloom original e deu origem, portanto, a uma taxionomia revisada, proposta por Anderson et al. (2001). Segundo esses autores, após considerar diversas designações dos tipos de conhecimento e os avanços na psicologia cognitiva foi estabelecido quatro tipos gerais de conhecimento e seis classificações para a dimensão do processo cognitivo. Os tipos de conhecimento são: i) efetivo; ii) conceitual; iii) procedimental; e iv) metacognitivo. Sendo o conhecimento efetivo aquele que envolve elementos de conteúdo discretos e isolados, envolvendo conhecimento de terminologias, detalhes e elementos específicos. O conhecimento conceitual engloba conhecimento de classificações e categorias, princípios e generalizações, teorias, modelos e estruturas. O conhecimento procedimental está relacionado com o conhecimento prático e inclui habilidades, algoritmos, técnicas e métodos, bem como o conhecimento dos critérios usados para determinar e/ou justificar quando fazer alguma coisa. Finalmente, o conhecimento metacognitivo tem relação com a própria cognição em geral, abrange o conhecimento estratégico, sobre tarefas cognitivas, envolvendo os conhecimentos contextual e condicional, além do autoconhecimento.

Para Anderson et al. (2001), as dimensões do processo cognitivo são verbos no infinitivo, a saber: a) lembrar; b) entender; c) aplicar; d) analisar; e) avaliar; e f) criar. Cada uma dessas dimensões possui uma significação como nos mostra esses autores:

Lembrar significa recuperar o conhecimento relevante da memória a longo prazo. Entender é definido como construir o significado de mensagens instrutivas, incluindo a comunicação oral, escrita e gráfica. Aplicar significa realizar ou utilizar um procedimento em uma determinada situação. Analisar é dividir o material em suas partes constituintes e determinar como as partes estão relacionadas umas com as outras, bem como com uma estrutura ou propósito geral. Avaliar significa fazer julgamentos com base em critérios e/ou normas. Finalmente, Criar é juntar elementos para formar um todo novo, coerente ou para fazer um produto original. Cada uma das seis categorias principais está associada (Anderson et al., 2001, p. 25, tradução nossa).

Desse modo, a taxionomia dos objetivos educacionais revisada não é unidimensional como a original, mas bidimensional relacionando as dimensões do processo cognitivo com os tipos de conhecimento, gerando a seguinte tabela taxionômica, ilustrada no Quadro 7.

Quadro 7 – Esquematização da taxionomia dos objetivos educacionais.

TIPOS DE CONHECIMENTO	DIMENSÃO DO PROCESSO COGNITIVO					
	Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Conhecimento efetivo						
Conhecimento conceitual						
Conhecimento procedimental						
Conhecimento metacognitivo						

Fonte: adaptado de Anderson et al. (2001).

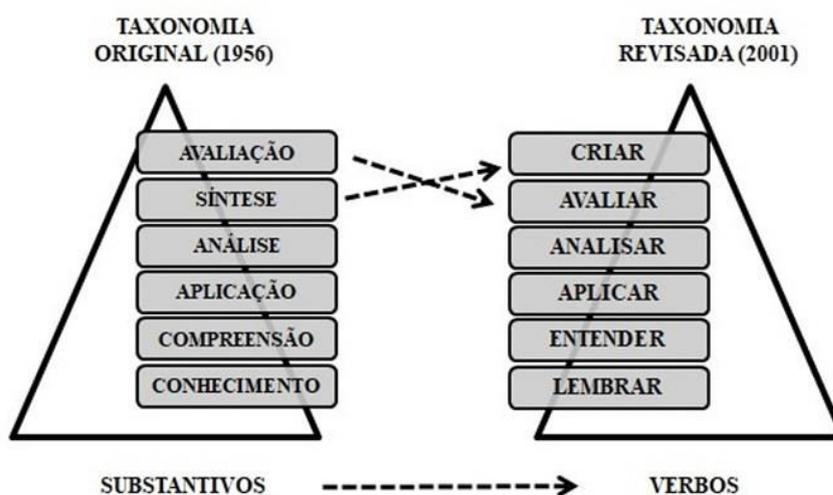
De acordo com Anderson et al. (2001), essa tabela taxionômica é utilizada, encontrando-se no objetivo educacional o verbo (lembrar, entender, aplicar, analisar, avaliar ou criar) e o substantivo (efetivo, conceitual, procedimental e metacognitivo) de modo que se, por exemplo, tivermos a dimensão do processo cognitivo: entender, e o tipo do conhecimento for conceitual o estudante será avaliado e/ou deverá ter competência para entender de forma conceitual um determinado assunto.

Assim, a taxionomia revisada pode ser utilizada em sala de aula da seguinte forma, imaginemos um conjunto restrito de objetivos para o conteúdo: Lei de Ohm, que poderia se concentrar exclusivamente em promover a recordação de tal conhecimento. Assim, os autores explicam que os objetivos para promover a recordação se baseiam principalmente na categoria de processo cognitivo: lembrar, que pode incluir os conhecimentos efetivos, procedimentais, conceituais e metacognitivos. Por exemplo, um objetivo para recordar o conhecimento efetivo é os estudantes serem capazes de lembrar o que as letras presentes na fórmula da Lei de Ohm representam. Já um objetivo para recordar os conhecimentos procedimentais é a capacidade que os estudantes apresentam para recordar as etapas envolvidas na aplicação da Lei de Ohm. Embora, estes sejam os tipos mais óbvios de objetivos do tipo lembrar a serem incluídos nesse conteúdo, também é possível desenvolver objetivos que envolvam conhecimentos conceituais e metacognitivos. Para o tipo de conhecimento conceitual, um objetivo a ser vislumbrado é os estudantes serem capazes de desenhar, sem consulta a qualquer tipo de material, um circuito

elétrico, como esse objetivo se concentra em recordar, o desenho de cada estudante será avaliado em termos de quão próximo ele corresponde a uma figura apresentada no livro didático ou anteriormente desenhada no quadro pelo professor. Finalmente, o conhecimento metacognitivo pode ser visualizado se um estudante for capaz de representar um circuito elétrico e de forma estratégica resolver cálculos envolvendo os aspectos da Lei de Ohm.

Assim, Ferraz e Belhot (2010) nos explicam que a taxionomia original (Bloom et al., 1974) se preocupa com seis níveis do domínio cognitivo que são substantivos (conhecimento, compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação) e a taxionomia revisada (Anderson et al., 2001) tem como abordagem os tipos de conhecimento (efetivo, conceitual, procedimental e metacognitivo) envolvidos em cada uma das dimensões do processo cognitivo do indivíduo que se materializam sob a forma de verbos de ação (lembrar, entender, aplicar, analisar, sintetizar e criar) conforme podemos perceber na Figura 7.

Figura 7 – Comparação dos domínios do processo cognitivo da taxionomia original e revisada.



Fonte: adaptado de Paiva (2011) e de Churches (2009).

Dessa forma, a taxionomia de Bloom revisada ou original não se constitui como apenas um esquema para classificação, mas como uma possibilidade de organização hierárquica dos processos cognitivos de acordo com os níveis de complexidade e como nos afirma Ferraz e Belhot (2010) aponta para o grau dos resultados das aprendizagens esperadas. Assim, optamos nesta tese por discutir, primeiramente, a taxionomia dos objetivos educacionais original como instrumento de coleta de dados para a avaliação da aprendizagem, para posteriormente, a partir deste estudo embarcar na jornada de relacionar o RPG com a taxionomia de Bloom revisada.

Com o intuito de perceber o uso da taxionomia (original ou revisada) dos objetivos educacionais na Educação em Química, realizamos uma revisão da literatura nacional e

internacional por meio das bases de dados *Web of Science*, *Scielo*, *Scopus* e Google Acadêmico, com uso das seguintes palavras-chave: *taxonomy of educational objectives* e/ou *Bloom's taxonomy* e/ou taxionomia de Bloom e/ou taxionomia de Bloom e/ou taxionomia dos objetivos educacionais e/ou taxionomia dos objetivos educacionais. Oriundo dessa revisão encontramos o trabalho de Andrade e Campos (2005) que analisaram o processo cognitivo na construção das figuras de Lissajous, perceberam que, quando alguma objeção referente ao uso de computação algébrica em um problema determinado aparece, esta objeção está relacionada à ausência de compreensão dos níveis mais simples da taxionomia de Bloom, como conhecimento e compreensão, por exemplo. Logo, segundo os referidos autores, somente por meio da eliminação dessa interferência será possível alcançar os níveis mais elevados da taxionomia, como, por exemplo, síntese e avaliação.

Outro trabalho que encontramos na revisão mencionada anteriormente avaliou as habilidades de visualização de linguagem visual em estudantes de Bioquímica, Mnguni, Schönborn e Anderson (2016), perceberam que quanto mais contato os estudantes tiverem com as linguagens visuais de elementos da Bioquímica — como, por exemplo, ilustrações de proteínas, modelos moleculares, simuladores etc. — maior será a probabilidade deles passarem de um nível médio de desenvolvimento cognitivo (aplicação e análise) para níveis de alto grau de desenvolvimento cognitivo, como síntese e avaliação. A referida pesquisa nos levou a Lazalde, Monreal e Bonilla (2016) que realizaram uma pesquisa com estudantes da disciplina Métodos I do curso de Licenciatura em Biologia com o objetivo de analisar a usabilidade e os possíveis níveis taxionômicos de aprendizado alcançados por estudantes da mencionada disciplina com o auxílio de um *software* que simula um ambiente laboratorial. Assim, os autores observaram que todos os estudantes foram capazes de alcançar a categoria de aplicação, ou seja, foram capazes de realizar a parte técnica do experimento. Contudo, conforme foi elevando o nível taxionômico de domínio cognitivo, Lazalde, Monreal e Bonilla (2016) perceberam que a quantidade de estudantes com êxito foi diminuindo consideravelmente. Nesse sentido, uma alternativa apresentada pelos autores para que os estudantes alcancem altos níveis de domínio cognitivo refere-se a incrementar o esforço mental deles, passando das simples práticas laboratoriais demonstrativas do tipo receita para uma prática de laboratório do tipo investigativa e problematizadora.

Como último trabalho oriundo da pesquisa que mencionamos tivemos o de Lopes e Precioso (2022) que teve como abordagem de pesquisa a qualitativa do tipo análise documental, em que os autores analisaram a validade técnica de exames de Biologia e Geologia para aferir

se esses instrumentos de avaliação estão contribuindo negativamente para o sucesso dos estudantes do Ensino Médio em Portugal. Os autores perceberam que as provas das mencionadas disciplinas são majoritariamente elaboradas com questões de alto domínio cognitivo, como análise, síntese e avaliação, além disso, são questões de múltipla escolha, o que, por um lado, confere fiabilidade à prova, mas, por outro, diminui a sua validade, haja vista que não considera a capacidade de raciocínio do estudante.

Tendo em vista essa baixa quantidade de artigos (5 trabalhos) que lançaram mão da taxionomia dos objetivos educacionais na Educação em Química, abordaremos, nesta tese, esse constructo teórico para, como foi mencionado na Introdução (p. 7), compreender em quais níveis do domínio cognitivo determinados estudantes de um curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Piauí podem estar inseridos em relação a temática forma e estrutura molecular por meio de uma aventura de RPG do tipo *Live Action*. Para melhor explicitar, apresentaremos, a seguir, a abordagem de pesquisa que deu origem a esta tese, bem como os demais desdobramentos metodológicos.

CAPÍTULO 3

3. Percurso Metodológico

No presente capítulo, apresentaremos os constructos teóricos e metodológicos que embasaram a realização da pesquisa que originou esta tese e descreveremos o jogo de RPG elaborado com base na Taxionomia dos Objetivos Educacionais, bem como caracterizaremos os sujeitos participantes da pesquisa, como ocorreram as suas participações e os meios que utilizamos para coletar os dados, além de delimitar a técnica escolhida para a análise dos dados. Desse modo, iniciaremos, a seguir, discutindo a abordagem de pesquisa qualitativa.

3.1. A pesquisa qualitativa

A pesquisa de natureza qualitativa, abordagem que deu origem a esta tese, envolve, de acordo com Triviños (2019), atividades de investigação, que podem ser denominadas específicas, e concede ao pesquisador uma visão mais clara do que se deseja compreender, o que possibilita, portanto, uma interpretação mais ampla da realidade analisada. Desse modo, o autor explica que a pesquisa qualitativa teve início nos estudos desenvolvidos por antropólogos e sociólogos a respeito da vida em sociedade, e só posteriormente começou a ser utilizada no contexto educacional. Conforme Triviños (2019), o uso da pesquisa qualitativa na educação deve ser entendido como algo natural, pois um de seus pressupostos é que o pesquisador esteja dentro da realidade que estuda para captar, da melhor forma possível, os significados dos fenômenos que estão sendo analisados. Nessa perspectiva, Bogdan e Biklen (2013) afirmam que os pesquisadores qualitativos se inserem e investem muito tempo em escolas, famílias, bairros e outros locais, na tentativa de elucidar questões educativas. Esses autores afirmam que os dados são recolhidos em determinadas situações e complementados pela informação que se obtém por meio do contato direto com a realidade que está sendo investigada e que os materiais registrados mecanicamente são revistos na sua totalidade pelo pesquisador, sendo a interpretação que se tem deles o instrumento crucial da análise.

Além disso, Bogdan e Biklen (2013) esclarecem que os pesquisadores qualitativos frequentam os locais de estudo porque se preocupam com o contexto e entendem que as ações podem ser melhor entendidas quando são observadas em seu ambiente natural de ocorrência, uma vez que, na pesquisa qualitativa, pressupõe-se que o comportamento humano é significativamente influenciado pelo contexto em que ocorre, deslocando-se, sempre que possível, ao local de estudo. Dessa forma, Triviños (2019), afirma que tal pesquisa no âmbito educacional é interessante, haja vista que ela não é regida por critérios positivistas a fim de

alcançar produtos com validade científica; pelo contrário, ela utiliza a percepção dos contextos reais na educação para construir a análise dos seus resultados.

Sendo assim, optamos por escolher a abordagem qualitativa para a pesquisa que originou esta tese de doutorado, pois, como vimos em Triviños (2019) e Bogdan e Biklen (2013), ela parece ser a abordagem que mais consegue perceber as nuances da sala de aula. Acreditamos que a pesquisa qualitativa contribui sobremaneira para desvelar as particularidades envolvendo a participação de estudantes em um jogo educativo como o RPG, que é o nosso objeto de estudo. Dessa forma, a pergunta-problema que guiou a pesquisa que deu origem a esta tese é: *Como um jogo de RPG do tipo Live Action pode ser utilizado como instrumento para coleta de dados para investigar o nível de desenvolvimento cognitivo de estudantes de licenciatura em Química sobre a forma e a estrutura das moléculas?* Para que possamos responder essa pergunta problematizadora, a nossa pesquisa teve como objetivo geral: *compreender o jogo de RPG do tipo Live Action como instrumento avaliativo para investigar o grau de desenvolvimento cognitivo de estudantes de licenciatura em Química sobre a forma e a estrutura das moléculas.* Já os objetivos específicos delimitados estão listados a seguir:

- realizar um estudo bibliográfico nas teses e dissertações sobre o RPG na Educação em Ciências defendidas entre 2007 e 2023, desvelando as suas principais particularidades;
- perceber a Taxionomia dos Objetivos Educacionais como um pressuposto teórico que classifica os objetivos de aprendizagem em níveis do domínio cognitivo;
- elaborar um jogo de RPG do tipo *Live Action* com base na Taxionomia dos Objetivos Educacionais, atuando como instrumento para coleta de dados para avaliação da aprendizagem da forma e estrutura molecular;
- aplicar o jogo de RPG elaborado para determinados estudantes do curso de licenciatura em Química da Universidade Federal do Piauí, funcionando como instrumento para coleta de dados na avaliação da aprendizagem;
- analisar a participação dos estudantes no jogo de RPG, percebendo as possíveis localizações dos estudantes em relação aos níveis básico, operacional e global do desenvolvimento cognitivo.

Para alcançar esses objetivos, optamos por utilizar, nesta pesquisa, o estudo de caso, que, de acordo com Lüdke e André (2018), é um dos tipos da pesquisa qualitativa.

3.2. Estudo de caso

Segundo Yin (2015), o estudo de caso pode ser utilizado em diversas situações, uma vez que contribui para o conhecimento de fenômenos individuais, grupais, sociais e políticos que são encontrados até mesmo na economia, em investigações sobre a estrutura de um determinado setor industrial ou a economia de uma cidade ou região. Para o autor, um estudo de caso possibilita que os investigadores focalizem um determinado “caso” e retenham uma perspectiva holística e do mundo real, como, por exemplo, no estudo dos ciclos individuais da vida, do comportamento de pequenos grupos, dos processos organizacionais e administrativos, da mudança de vizinhança, do desempenho escolar, das relações internacionais, entre outras possibilidades.

O estudo de caso — preferido, de acordo com Yin (2015), durante o exame de eventos contemporâneos — utiliza tanto a observação direta de situações quanto entrevistas de pessoas envolvidas nos eventos. Para o referido autor, a força exclusiva do estudo de caso consiste na sua capacidade de lidar com uma ampla variedade de evidências. Assim, Yin (2015) explica que o estudo de caso será usado quando: *i)* uma questão de pesquisa sobre um conjunto de eventos contemporâneos fizer uso dos pronomes interrogativos “como” ou “por que”; ou *ii)* se tratar de algo que o pesquisador tem pouco ou nenhum controle. Desse modo, entendemos que, nesse caso específico, esta pesquisa se enquadra como um estudo de caso, uma vez que a própria pergunta de pesquisa utiliza o pronome interrogativo “como” para fazer um questionamento acerca de um aspecto contemporâneo. Além disso, enquanto pesquisadores, não temos nenhum tipo de controle sobre as ações que os estudantes desenvolverão durante a participação no jogo de RPG proposto.

Dessa forma, o estudo de caso é, conforme explicam Lüdke e André (2018):

O estudo de um caso, seja ele simples e específico, como o de uma professora competente de uma escola pública, ou complexo e abstrato, como o das classes de alfabetização (CA) ou o do ensino noturno. O caso é sempre bem delimitado, devendo ter seus contornos claramente definidos no desenrolar do estudo. O caso pode ser similar a outros, mas é ao mesmo tempo distinto, pois tem um interesse próprio, singular (Lüdke e André, 2018, p. 20).

Assim, o nosso estudo de caso está bem delimitado e definido, haja vista que, em nossa pesquisa, analisamos a participação de determinados estudantes em um jogo de RPG, cujo objetivo é claro e preciso. Além disso, tal estudo apresenta na pergunta problematizadora um dos pronomes interrogativos (como) sugeridos por Yin (2015). Dessa forma, inferimos que o enquadramento correto de uma pesquisa qualitativa em um tipo específico, como, por exemplo, o estudo de caso, contribui sobremaneira para a condução e, posteriormente, para a coleta e a

análise dos dados, entregando para a comunidade novos conhecimentos, que foram conduzidos de forma metodológica adequada.

3.3. O jogo de RPG

O jogo de RPG do tipo *Live Action* denominado de: Um Crime na *Purdue* Produtos Químicos, foi elaborado tendo como pressupostos teóricos os aspectos conceituais da Taxionomia dos Objetivos Educacionais de Benjamin Bloom, tendo como objetivo investigar em qual dos domínios cognitivos dessa taxionomia os estudantes se encontravam. Isto é, o jogo de RPG foi proposto como um instrumento para coleta de dados para a avaliação da aprendizagem de conceitos relacionados a forma e estrutura molecular. Decidimos utilizar esse conteúdo devido à grande dificuldade que alguns estudantes do curso de licenciatura em Química da Universidade Federal do Piauí apresentam em conteúdos como esse e em outros temas envolvendo a Química Geral. Contudo, para chegarmos à temática escolhida, consultamos com o apoio do coordenador dos cursos da área de Química (Bacharelado em Química, Licenciatura em Química e Engenharia Química). O Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas (SIGAA) nos possibilitou visualizar o mapa de aprovação e reprovação dos estudantes da licenciatura em Química nas disciplinas de Química Geral I e Química Geral II. Com essa pesquisa, percebemos que uma tendência alarmante: entre os anos de 2013 e 2023, há um índice de reprovação de mais de 70% dos estudantes em cada uma das disciplinas, sendo a mais problemática a Química Geral I (74% de estudantes reprovados), seguida da Química Geral II (68% de estudantes reprovados). Para não expor nenhum docente e/ou estudante, haja vista que o processo de aprendizagem é complexo e o de avaliação desafiador, como nos explica Luckesi (2011a), escolhemos não delimitar os anos e os semestres em que cada uma das disciplinas foram ministradas, nem mesmo apontar as quantidades de reprovação *versus* aprovação em cada um dos semestres desse intervalo de tempo que analisamos.

Baseando-nos nessa pesquisa realizada pelo SIGAA, elaboramos um jogo de RPG do tipo *Live Action* para investigarmos o conhecimento dos estudantes que já cursaram as mencionadas disciplinas. Assim sendo, a aventura de RPG se constitui como um instrumento diferenciado de coleta de dados para a avaliação da aprendizagem dos exames corriqueiramente utilizados nas disciplinas de Química da graduação. Luckesi (2011a) afirma que instrumentos diferenciados podem ser utilizados em sala de aula, mas é preciso ter consciência do ato pedagógico, por isso o instrumento diferenciado precisa ser escolhido e/ou construído de forma pedagogicamente intencional, pensando no que se deseja avaliar, tendo como referência para sua construção o projeto político da escola ou do curso, o planejamento de ensino e o conteúdo

de ensino. Assim, consideramos tais pressupostos para a elaboração do jogo de RPG percebendo que o projeto político do curso de licenciatura em Química da UFPI pressupõe que o egresso deve ter capacidade de compreender, entre outras coisas, conceitos, leis e princípios da Química, bem como a linguagem própria de expressá-los; conhecer as propriedades físicas e químicas principais dos elementos e compostos, possibilitando entender e prever o seu comportamento físico-químico, aspectos de reatividade, mecanismos e estabilidade. Com base nisso, inferimos que dominar conhecimentos, princípios e teorias básicas sobre as espécies químicas e seus comportamentos esperados é uma habilidade que o egresso do curso de licenciatura em Química deve dominar. Nesse sentido, associamos a essas teorias básicas que o PPC do curso menciona a temática das ligações químicas no que se refere a forma e geometria das moléculas, ou seja, particularidades da Ligação Covalente.

Para atrelar esse conteúdo com o jogo de RPG, buscamos no PPC as ementas das disciplinas de Química Geral I e Química Geral II, como podemos ver no Quadro 8.

Quadro 8 – Ementas das disciplinas de Química Geral I e II da UFPI.

Ementas	
Química Geral I	Arquitetura Atômica. Tabela Periódica dos Elementos. Ligação Química. Soluções. Reações: conceito, tipos, notação, ácido-base, óxido-redução. Estequiometria, Cinética Química.
Química Geral II	Eletrólitos Fortes e Fracos. Atividade e Força Iônica. Equilíbrio Químico. Equilíbrio em Solução Aquosa. Equilíbrio Ácido-Base. Equilíbrio de Solubilidade. Equilíbrio de Complexação. Equilíbrio de Óxido-Redução.

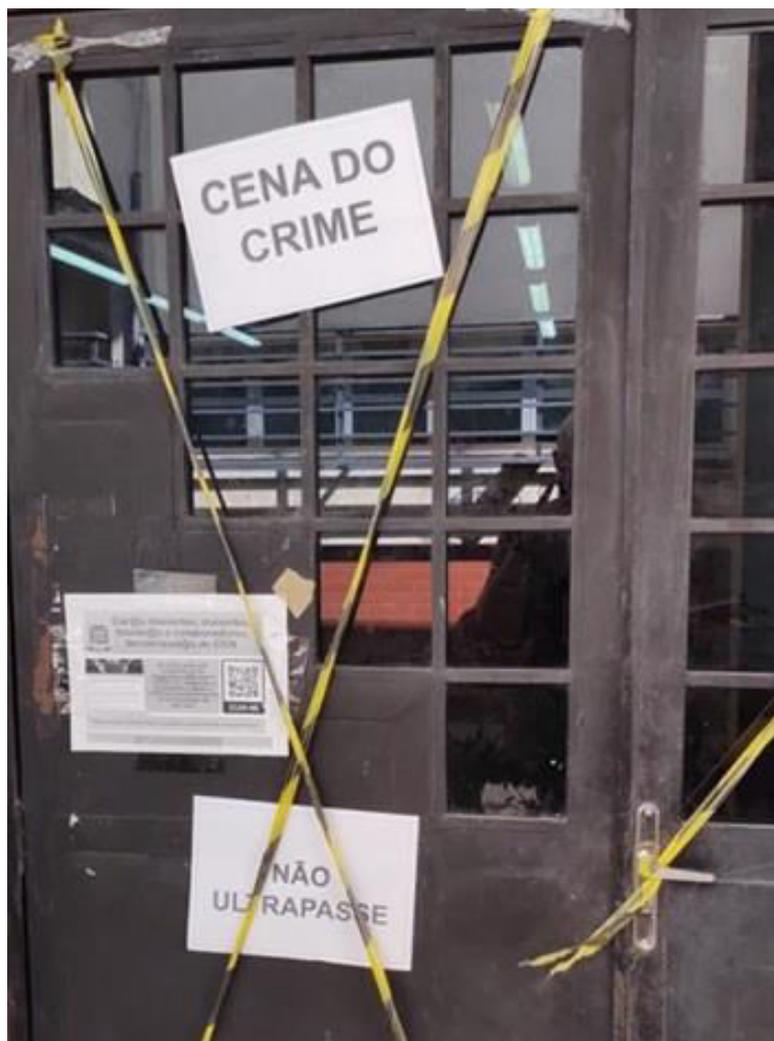
Fonte: autoria própria.

Cada uma dessas disciplinas possui 4 créditos teóricos, em que cada crédito equivale a 15 horas, ou seja, as disciplinas têm 60h e são ministradas em dias separados de 2h cada. Por meio das ementas, percebemos que a forma e a geometria molecular devem ser estudadas em Química Geral I. Para confirmarmos isso, solicitamos ao coordenador dos cursos da área de Química, pelo menos, quatro planos de ensino das ofertas anteriores dessas disciplinas; entretanto, só nos foi disponibilizado o atual plano de ensino da disciplina, em que constava a temática geometria molecular como um dos conteúdos programáticos dentro do estudo das ligações químicas. Concordamos com Libâneo (2011a) que o ideal é o próprio professor da turma propor qualquer que seja o instrumento de coleta de dados para a avaliação da aprendizagem, contudo essa abordagem não foi possível, uma vez que o autor desta tese é professor da área de Ensino de Química da UFPI, mas é lotado no Departamento de Métodos e Técnicas de Ensino (DMTE), que é responsável por oferecer os quatro estágios supervisionados

obrigatórios e a disciplina de Metodologia do Ensino de Química, não ministrando, portanto, disciplinas de Química Geral teórica e/ou experimental, que ficam à cargo dos professores lotados na coordenação dos cursos de Química. Ou seja, na Universidade Federal do Piauí, há uma divisão entre as disciplinas específicas da área de Química e as disciplinas pedagógicas e de Ensino de Química, remontando o modelo 3+1 na perspectiva da racionalidade técnica.

Nesse viés, o objetivo do jogo de RPG era descobrir uma senha numérica contendo 5 dígitos para abrir a caixa de metal onde está confinada a gerente da *Purdue* Produtos Químicos para evitar que ela seja morta por um choque elétrico. O jogo começou com uma narração para os participantes posicionados em frente à porta do laboratório, isto é, do Laboratório de Ensino de Biologia, pois, nos dias em que ocorreram os jogos, os Laboratórios de Ensino de Química estavam todos ocupados com aulas práticas. A Figura 8 mostra a porta do laboratório, onde os estudantes estavam ouvindo a narração da aventura de RPG.

Figura 8 – Porta do laboratório de ensino de Biologia número 05 do Centro de Ciências da Natureza da UFPI.



Fonte: autoria própria.

A narração é a descrita abaixo e foi feita pelo professor (mestre) de alguns dos estudantes, que também é o autor desta tese.

Mestre: Em 24 de fevereiro de 2022, o presidente da Rússia, Vladimir Putin, lançou o que ele descreveu como “operação militar especial”, ordenando milhares de soldados do exército russo a invadirem a Ucrânia. Assim, teve início o maior conflito bélico desde a Segunda Guerra Mundial, que já dura mais de um ano e não tem previsão para acabar, apesar de esforços dos principais líderes políticos e religiosos do mundo todo.

Mestre: Essa violenta guerra causou impacto em diversos setores no mundo todo. Um dos mais atingidos foi o setor agrícola, que, de repente, não conseguia importar adubos e fertilizantes do maior exportador de fertilizantes do tipo NPK do planeta, a Rússia. É importante frisar que a Rússia é responsável por exportar 51% do consumo global de fertilizantes, sendo seguida pela China, com 13%, e Canadá, com 8%.

Mestre: O fertilizante NPK é um tipo de adubo que proporciona às lavouras os três macronutrientes mais importantes para o desenvolvimento das monoculturas: nitrogênio, fósforo e potássio. Entretanto, a compra de NPK pelo Brasil foi diminuída em quase 75% durante os primeiros meses da guerra da Rússia contra a Ucrânia, o que fez com que empresas brasileiras do setor químico modificassem seus ramos principais para atender essa demanda do mercado interno.

Mestre: Nesse contexto, a companhia *Purdue* Produtos Químicos, importante empresa do Nordeste brasileiro que produz e comercializa para universidades e institutos de pesquisa diversos reagentes químicos, como, por exemplo, ácido clorídrico, enxofre, sulfato de cobre e mercúrio, começou a produzir, devido à grande demanda nacional, em suas dependências, no Distrito Agroindustrial de Teresina, o NPK. Para isso, teve de contratar doze novos colaboradores, entre engenheiros químicos e químicos.

Mestre: Todavia, o que essa empresa não imaginava é que um dos químicos contratados, Lewis Tajra de Sousa, estava vendendo ilegalmente, sem o conhecimento de seus superiores, produtos químicos controlados pelo Exército e pela Polícia Federal para pessoas envolvidas com o garimpo ilegal de ouro em terras indígenas no estado do Amazonas. Um dos produtos químicos que estavam sendo vendidos por Lewis Sousa era o mercúrio, tradicionalmente usado para separar e extrair o ouro de rochas ou da areia, visto que, formando uma espécie de amálgama com o ouro (uma liga metálica), o mercúrio evapora, restando apenas o ouro.

Mestre: No entanto, a conduta criminosa desse funcionário não durou por muito tempo, pois sua gerente, a química responsável pelo laboratório da empresa, senhora Caroline Dias Fonteles, descobriu, por meio das câmeras de segurança e dos controles de entrada e saída de produtos químicos do laboratório de Química da empresa, o desvio do mercúrio que Lewis estava praticando há cerca de 2 meses. Assim, a gerente Caroline mostrou as imagens do circuito interno de segurança para a gerente de Recursos Humanos, que imediatamente demitiu Lewis por justa causa e ainda fez um boletim de ocorrência na delegacia de polícia que fica nas proximidades da já mencionada empresa química.

Mestre: Três dias após a demissão, Lewis retornou à sede da *Purdue* Produtos Químicos, no horário de fechamento da empresa. Conseguiu acessar o laboratório de Química e surpreendeu a responsável técnica Caroline com um golpe na cabeça dado com uso de um revólver calibre .40. Lewis, então, preparou, com o auxílio de materiais que ele mesmo levou, uma caixa retangular feita com chapas de ferro que media 1,80 m de altura por 1,00 m de largura, em que cada uma das 6 chapas de ferro media 5 cm de espessura. Havia furos circulares por toda a caixa de cerca de 4 cm de diâmetro, de modo que, dentro da caixa, havia ar e luminosidade. Antes de fechar a caixa, Lewis colocou Caroline, ainda desmaiada, dentro da caixa e a soldou. Após soldar completamente a caixa, ele ativou um dispositivo ligado à energia elétrica com uma espécie de fechadura eletrônica que solicitava uma senha de 5 dígitos numéricos.

Mestre: Nas mãos de Caroline, que já estava dentro da caixa, porém ainda desacordada, ele deixou um bilhete que tinha o seguinte texto escrito à caneta de cor azul: *“Muito bem, Carol... tudo na vida tem o seu preço, e você pagará o preço da minha demissão com a sua vida, mas não pense que sua morte será indolor e rápida. Ao contrário, será lenta, dolorosa e quente, muito quente, pois você está presa em uma caixa de metal com um sistema de aquecimento acoplado que vai aumentando 1° C a cada 5 minutos, nem pense em tentar desativar o sistema de aquecimento ou romper a caixa de metal, pois, se tentar, o sistema elétrico acoplado lhe dará um choque de 1.000 volts. Para te libertar desta fresca e agradável prisão, é preciso digitar uma senha numérica contendo 5 dígitos, que são algarismos que vão de 1 a 9 e os números não se repetem entre si. Mas, cuidado, só são permitidas 3 tentativas. Ahhh...e antes que eu me esqueça: para saber quais são os números que formam a senha de 5 dígitos eu espalhei vários desafios dentro do laboratório para que, ao resolvê-los, se descubra um número por vez. Em relação à sequência correta desses 5 números, basta pensar um pouquinho para descobrir, mas já adianto que o primeiro dígito você talvez encontre na estante de reagentes químicos. Abraços e boa sorte, ou melhor que você frite!”*

Mestre: Após cerca de 30 minutos do ocorrido, Caroline despertou do desmaio e percebeu que sua cabeça estava latejando e sangrando devido ao grande impacto do golpe que havia recebido. Sua visão estava ainda um pouco turva quando recobrou totalmente a consciência e lembrou-se de tudo o que havia acontecido: *estava no laboratório, por volta de 19h25, fazendo o controle de reagentes, quando levou uma pancada muito forte na cabeça.*

Mestre: Ao se movimentar, com muito aperto e dificuldade, dentro da caixa, ela viu o bilhete escrito por Lewis que estava em sua mão esquerda. Ela o abriu, leu e imediatamente colocou a mão no bolso direito do seu jaleco e encontrou, para seu alívio, o seu telefone celular. No mesmo instante, Caroline ligou para a Polícia Militar, explicou toda a situação e leu o bilhete para os policiais. Quando a viatura chegou ao local, os policiais militares leram o bilhete, notaram que se tratava de uma vítima viva e de uma situação muito específica, por isso eles acharam que a ocorrência deveria ser repassada aos peritos criminais da Polícia Federal (PF), uma vez que se tratava de um laboratório que fabricava produtos químicos controlados pela PF.

Mestre: Para salvar Caroline da morte, você fará parte da equipe de peritos criminais da Polícia Federal que acabaram de chegar ao laboratório de Química da *Purdue* Produtos Químicos. Qual será a sua primeira atitude enquanto perito criminal?

Após essa narração, os estudantes entraram no laboratório, onde os diversos desafios estavam dispostos. A Figura 9 ilustra como o espaço para essa aventura de RPG estava preparado.

Figura 9 – Visão panorâmica do laboratório, onde a aventura de RPG aconteceu.



Fonte: autoria própria.

Ao adentrarem no laboratório, os estudantes localizarão o primeiro desafio, que, conforme escrito na carta deixada pela personagem Lewis, estava na estante de reagentes. A Figura 10 mostra a estante de reagentes.

Figura 10 – Estante de reagentes contendo o primeiro desafio da aventura de RPG.

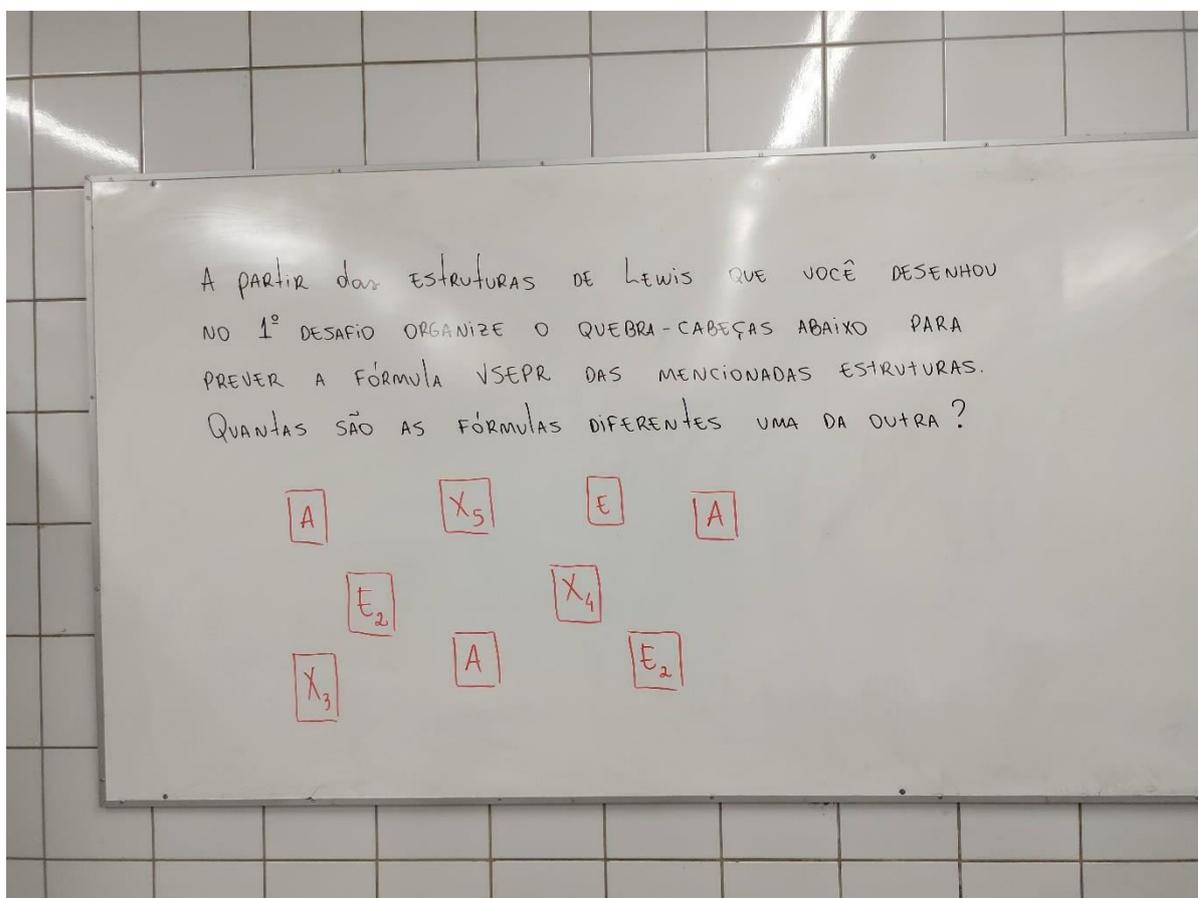


Fonte: autoria própria.

Nesse desafio, os estudantes precisam ser capazes de conhecer e construir a representação da estrutura de Lewis de fórmulas moleculares que podem comportar mais que oito elétrons em sua camada de valência. Para que isso acontecesse, os estudantes encontraram um bilhete na primeira (de baixo para cima) prateleira da estante de reagentes com a seguinte orientação: *Vamos ao primeiro desafio, Caroline: Se você conseguisse desenhar a estrutura de Lewis das fórmulas moleculares presentes nos três frascos localizados dentro desta estante, qual das três fórmulas teria o menor número de pares de elétrons isolados no Xenônio, que é o átomo central?*

O segundo desafio estava localizado no quadro branco localizado ao lado da estante de reagentes. A Figura 11 ilustra em detalhes esse desafio.

Figura 11 – Ilustração da disposição do segundo desafio no laboratório.



Fonte: autoria própria.

Nesse segundo desafio, os estudantes estão sendo avaliados no que diz respeito a capacidade para compreender a construção de fórmulas VSEPR por meio da extrapolação do conhecimento acerca da representação das estruturas de Lewis. Para encontrar o número proveniente desse desafio, os estudantes deveriam ler o enunciado que dizia: *A partir das estruturas de Lewis que você desenhou no 1º desafio, organize o quebra-cabeças abaixo para*

prever a fórmula VSEPR das mencionadas estruturas. Quantas são as fórmulas diferentes uma da outra?

O terceiro desafio estava localizado sob uma das bancadas do laboratório e está representado na Figura 12.

Figura 12 – Ilustração do terceiro desafio da aventura de RPG.



Fonte: autoria própria.

Nesse terceiro desafio, os estudantes estavam sendo avaliados em relação às suas habilidades em aplicar os conhecimentos relacionados à representação da estrutura de Lewis com a previsão da fórmula VSEPR de diversas fórmulas moleculares para identificar a geometria esperada de tais moléculas. Para isso, os estudantes deveriam pressionar a tecla *play*

do gravador e escutarem a seguinte informação: *“Caroline, quantas representações moleculares existentes possuindo a geometria molecular do tipo trigonal piramidal é possível construir com as peças deixadas sob esta bancada?”*

O objetivo educacional a ser avaliado por meio desse desafio remete à capacidade de aplicar os conhecimentos relacionados à representação da estrutura de Lewis com a previsão da fórmula VSEPR de diversas fórmulas moleculares para identificar geometrias esperadas de diversas moléculas.

O quarto desafio é encontrar um QR-Code localizado em uma das paredes do laboratório, conforme nos mostra a Figura 13.

Figura 13 – Ilustração do QR-Code utilizado para resolver o quarto desafio.



Fonte: autoria própria.

O QR-Code, após lido por meio de uma câmera de celular, apresentou um vídeo com uma pessoa, toda vestida de preto e com capuz cobrindo o rosto, narrando o seguinte problema.

Considere as fórmulas moleculares abaixo representadas:

- I. CH₄***
- II. BF₃***
- III. GeCl₄***
- IV. NH₃***
- V. CO₂***
- VI. CH₂O***

Qual o resultado da soma da quantidade de moléculas que apresentam ângulo de ligação igual a 109,5° com a quantidade de moléculas com ângulo de ligação de 120°?

O objetivo educacional a ser avaliado nesse desafio relaciona-se à análise de diferentes estruturas moleculares para apontar seus principais ângulos de ligação. O penúltimo desafio (5º desafio) estava disposto em um caderno de anotações de laboratório sob uma bancada perto de um microscópio, conforme nos mostra a Figura 14.

Figura 14 – Ilustração do caderno de anotações que continha o quinto desafio do RPG.



Fonte: autoria própria.

Nesse caderno de laboratório, havia as seguintes anotações: *Caroline, se você ainda não estiver morta, vamos para o último desafio: sintetizando seus conhecimentos químicos, podemos afirmar que quais das assertivas abaixo estão corretas?*

1. A molécula que contém a fórmula molecular PF_3 é trigonal planar, pois, assim como BF_3 , tem fórmula VSEPR AX_3 .

3. A estrutura de Lewis da molécula de água possui 2 pares de elétrons livres no átomo central de oxigênio, o que faz com que a molécula tenha ângulo de ligação de aproximadamente $104,5^\circ$ entre as ligações $H - O - H$.

5. A molécula de fórmula molecular CCl_4 não possui nenhum de par de elétrons livres em seu átomo central (C), o que gera a fórmula VSEPR: AX_4 , fazendo com que a molécula tenha geometria tetraédrica e provável ângulo de ligação de $109,5^\circ$ entre as ligações $Cl - C - Cl$.

7. É possível prever que a estrutura de Lewis de PCl_3 não apresenta nenhum par de elétrons livres em seu átomo central (o átomo menos eletronegativo da fórmula molecular), o que faz com que a fórmula VSEPR dessa molécula seja AX_3 e, conseqüentemente, sua geometria seja trigonal planar com ângulos de ligação entre $Cl - P - Cl$ correspondendo a 107° .

A soma dos números que corresponde às alternativas verdadeiras é o último algarismo da senha de 5 dígitos para abrir a caixa de metal onde está Caroline.

O sexto desafio proposto na aventura de RPG engloba a habilidade de os estudantes avaliarem qual a resposta correta para o objetivo proposto desde o início do jogo de RPG, isto é, descobrir qual a senha de 5 algarismos de 1 a 9 que não se repetem entre si que abre a caixa térmica, onde estava localizada a gerente Caroline.

3.4. Sujeitos da pesquisa, coleta e análise dos dados

Em uma das reuniões quinzenais dos dois subprojetos de Química do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) da UFPI, os bolsistas foram convidados a participarem, de forma voluntária, de um jogo de RPG, que aconteceria em dias e horários a serem combinados. Dos 48 bolsistas do PIBID, 29 participaram da mencionada aventura de RPG, mas antes preencheram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) disponível no Apêndice A desta tese. Assim, os estudantes participaram do jogo no mês de outubro de 2023 e, nessa época, estavam cursando entre o 1º e o 5º semestre do curso, haja vista que o PIBID é destinado aos estudantes matriculados na primeira metade do curso. Assim, esses estudantes se dividiram por questões de afinidade entre eles em cinco grupos, os

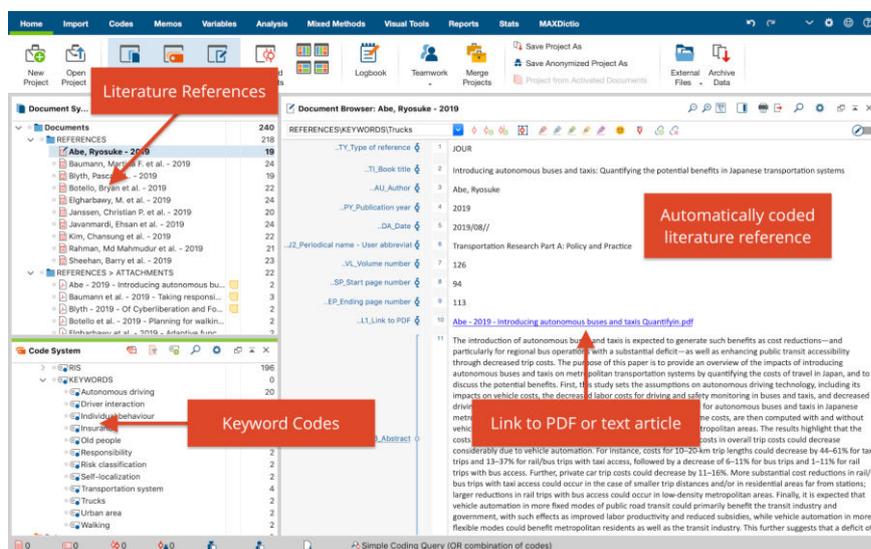
quais intitulamos de G1, G2, G3, G4 e G5 e seus componentes nomeados de E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, assim por diante, em uma referência a estudante 1, estudante 2 etc., sendo que G1 foi composto de E1 a E5 (5 participantes); G2 de E6 a E10 (5 participantes); G3 de E11 a E17 (7 participantes); G4 de E18 a E22 (5 participantes) e G5 de E23 a E29 (7 participantes).

Para coletar os dados, utilizamos: gravadores de áudio, tripé e telefone celular para gravar em áudio e vídeo a participação dos estudantes; diário de campo; entrevista individual não estruturada – que foi realizada uma semana após a participação dos estudantes no jogo; e observação não participante, que, de acordo com Marconi e Lakatos (2021):

É um tipo de observação, em que o pesquisador toma contato com a comunidade, grupo ou realidade estudada, mas não se integra a ela: permanece de fora. Presencia o fato, mas não participa dele; não se deixa envolver pelas situações; faz mais o papel de espectador. Isso, porém, não quer dizer que a observação não seja consciente, dirigida, ordenada para um fim determinado. O procedimento tem caráter sistemático (Marconi e Lakatos, 2021, p. 211).

Desse modo, tais instrumentos foram utilizados para coletar os dados que posteriormente foram transcritos para o software de edição de texto Microsoft Word 365 pelo autor desta tese e depois os importamos para o software de análise MaxQDA[®]. De acordo com Costa (2016), o MaxQDA é um software de análise de dados qualitativos de pesquisa que possibilita categorizar unidades para serem analisadas em tempo real. Além disso, Lage (2011) menciona que tal software de análise apresenta recursos para buscas complexas de texto e elementos de linguagem, bem como criação de gráficos para análise de frequência de palavras e/ou expressões, por exemplo. Um exemplo do layout do mencionado software pode ser visto na Figura 15.

Figura 15 – Layout da página inicial do software de análise qualitativa MaxQDA.



Fonte: adaptado de Kuckartz e Rädiker (2019).

A análise dos dados importados para o MaxQDA[®] não se dá de forma autônoma, uma vez que, de acordo com Lage (2011), o mencionado software ajuda na análise dos dados, como, por exemplo, na categorização das unidades de sentido, isto é, o programa de computador não faz a análise dos dados, sendo necessário, portanto, que o pesquisador tenha em mente o constructo metodológico que utilizará. Assim, optamos por utilizar a análise de conteúdo, que, segundo Bardin (2016), é:

Um conjunto de instrumentos metodológicos cada vez mais sutis em constante aperfeiçoamento, que se aplicam a “discursos” (conteúdos e continentes) extremamente diversificados. O fator comum dessas técnicas múltiplas e multiplicadas – desde o cálculo de frequência que fornece dados cifrados, até a extração de estruturas traduzíveis em modelos – é uma hermenêutica controlada, baseada na dedução: a inferência. Enquanto esforço de interpretação, a análise de conteúdo oscila entre os dois polos do rigor da objetividade e da fecundidade da subjetividade. Absolve e cauciona o investigador por esta atração pelo escondido, o latente, o não aparente, o potencial de inédito (do não dito), retido por qualquer mensagem (Bardin, 2016, p. 15, grifos da autora).

Desse modo, a autora explica que a análise de conteúdo é uma técnica de investigação de dados qualitativos que tem por finalidade a descrição objetiva e sistemática do conteúdo manifesto da comunicação falada e/ou escrita por meio da inferência de significados. Poderíamos ter utilizado outra técnica de análise, como, por exemplo, a análise textual discursiva, no entanto, optamos por escolher a análise de conteúdo por acreditarmos que ela pode ser capaz de nos ajudar a dar múltiplos e diversos significados aos nossos dados por meio de inferências e deduções que talvez outra técnica não consiga. Sendo assim, a análise de conteúdo se materializa por meio de diferentes fases que se organizam, segundo Bardin (2016), em: a) pré-análise; b) exploração do material; e c) tratamento dos resultados.

A pré-análise se caracteriza, segundo Bardin (2016), pela escolha dos documentos a serem submetidos à análise, formulação das hipóteses e dos objetivos, e pela elaboração de indicadores que fundamentam a interpretação realizada. No caso da pesquisa que deu origem a esta tese de doutorado, os documentos foram escolhidos *a priori* e formam, como vimos, os nossos dados para análise. Eles são constituídos pelas transcrições das falas dos estudantes em cada um dos grupos participantes da aventura de RPG e, também, pelas entrevistas individuais realizadas com os estudantes em cada um dos referidos grupos.

Para Bardin (2016), o segundo polo cronológico da análise de conteúdo é a exploração do material e depende se as operações da pré-análise (escolha dos documentos) já foram convenientemente concluídas. Isto é, envolve uma preparação do material a ser analisado, considerando os aspectos pertinentes e excluindo os não necessários, como repetições, ruídos, entre outros aspectos que não corroboram positivamente para o tratamento dos resultados

obtidos. Desse modo, nas transcrições dos áudios que realizamos, foi feita uma varredura, de modo a encontrar erros de digitação, falas repetidas e sequências invertidas, além de clarificar falas que não haviam sido compreendidas perfeitamente.

Finalmente, o tratamento dos resultados é a terceira fase da análise de conteúdo e envolve tratar os dados coletados para que eles possam ser considerados válidos e significativos para a conclusão da investigação do pesquisador. De acordo com Bardin (2016), o tratamento dos resultados pode se desmembrar em três dimensões, a saber: a) recorte; b) enumeração; e c) classificação. Segundo a autora, o recorte envolve a delimitação das unidades de registro e das unidades de contexto, sendo, em nosso caso, as unidades de registro as falas dos estudantes que foram provenientes das suas participações no jogo de RPG, conforme nos mostra o Quadro 9.

Quadro 9 – Transcrição de falas extraídas durante a participação do grupo 5 na aventura de RPG.

E27: Eu leio. Em uma dessas três prateleiras existem três frascos com uma substância de xenônio. Se você conseguir desenhar a estrutura de Lewis das fórmulas moleculares presentes nesses frascos, qual das três fórmulas teria o menor número de raios de elétrons isolados no xenônio, que é o átomo central?

E23: O que que a questão manda fazer?

E27: A estrutura de Lewis.

E29: Não precisa de nenhum (se referindo a elétrons), mas eu acho que ele (se referindo ao xenônio) faz expansão do octeto, então faz duas ligações. Ele faz duas, ele precisa só de uma, então...O átomo central eu acho que-. Aí quando o oxigênio faz [...]

E27: Não, pois é, mas quatro, porque aqui (fazendo menção ao $XeOF_2$) ele vai fazer quatro [...]

E29: Já tem oxigênio.

E29: Aí fez 4, né. Esse daqui ($XeOF_2$). Pois é.

E29: Eu acho que seria... Porque exclui eles. Vai ser dois ligando, o xenônio faz parte, dois ligando com o flúor e mais dois oxigênio. Aí esse daqui o oxigênio vai e aqui ele [...]

E26: É, ó, faz as duas mesmo. Esse daqui é com o primeiro.

E27: Então esse daqui vai ter que fazer com quatro.

E29: Ah não, disponíveis, né.

E23: É isolado. (Transcrição do Jogo no Grupo 5, Pos. 82-98)

Fonte – autoria própria.

Assim, como nos mostra o quadro 9, cada uma dessas falas dos estudantes que compuseram o grupo 05 são as unidades de registro. Por outro lado, as unidades de contexto

são, para Bardin (2016), segmentos das unidades de registro que ajudam a entender a centralidade do significado das unidades de registro. Logo, entendemos que as unidades de contexto, em nosso caso, podem ser as principais informações trazidas pelos estudantes em suas falas durante a partida de RPG. Um exemplo é mostrado no Quadro 10, em que algumas das unidades de contexto estão com realce em amarelo.

Quadro 10 – Unidades de contexto provenientes de um trecho das falas do grupo 5.

27: Eu leio. Em uma dessas três prateleiras existem três frascos com uma substância de xenônio. Se você conseguir desenhar a estrutura de Lewis das fórmulas moleculares presentes nesses frascos, qual das três fórmulas teria o menor número de raios de elétrons isolados no xenônio, que é o átomo central?

E23: O que que a questão manda fazer?

E27: A estrutura de Lewis.

E29: Não precisa de nenhum (se referindo a elétrons), mas eu acho que ele (se referindo ao xenônio) faz expansão do octeto, então faz duas ligações. Ele faz duas, ele precisa só de uma, então... O átomo central eu acho que-. Aí quando o oxigênio faz [...]

E27: Não, pois é, mas quatro, porque aqui (fazendo menção ao XeOF₂) ele vai fazer quatro [...]

E29: Já tem oxigênio.

E29: Aí fez 4, né. Esse daqui (XeOF₂). Pois é.

E29: Eu acho que seria... Porque exclui eles. Vai ser dois ligando, o xenônio faz parte, dois ligando com o flúor e mais dois oxigênio. Aí esse daqui o oxigênio vai e aqui ele [...]

E26: É, ó, faz as duas mesmo. Esse daqui é com o primeiro.

E27: Então esse daqui vai ter que fazer com quatro.

E29: Ah não, disponíveis, né.

E23: É isolado. (Transcrição do Jogo no Grupo 5, Pos. 82-98)

Fonte – autoria própria.

Dessa forma, entendemos que as expressões e/ou falas com realce em amarelo no Quadro 10 são as unidades de contexto, haja vista que elas apresentam o entendimento da significação da fala por trás da unidade de registro. O segundo momento da análise de conteúdo é a enumeração, que, conforme Bardin (2016), é realizada tendo como referencial a frequência das unidades de contexto. Assim, percebemos que, no Quadro 10, temos diversas unidades de contexto que trazem consigo um grupo de significado, conforme os estudantes vão conversando durante o trecho. Esse grupo de significados nos encaminha para a terceira dimensão do último

polo cronológico da análise de conteúdo: categorização, que, segundo Bardin (2016), é “uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto por diferenciação e, em seguida, por reagrupamentos segundo o gênero com os critérios (frequência, direção, ordem e/ou coocorrência) previamente definidos” (p. 145).

Para Bardin (2016), a dimensão da categorização dá origem às categorias de análise, que são classes que reúnem um grupo de elementos sob um título genérico, em razão das características comuns existentes entre esses elementos. Segundo a autora, um dos critérios para a definição das categorias de análise pode ser o aspecto semântico envolvendo categorias temáticas. Em vista disso, emergiram, *a posteriori* da análise dos nossos dados, três categorias de análise que envolveram os aspectos semânticos e frequenciais das unidades de contexto para a formação dos agrupamentos de cada uma dessas categorias. Tais categorias e suas especificações estão listadas no Quadro 11.

Quadro 11 – Categorias de análise e suas especificações.

Categoria	Especificação
Entendimento	Envolve a capacidade que o jogo tem para investigar o conhecimento dos estudantes a respeito de conceitos envolvendo, entre outras coisas, a forma e a geometria das moléculas.
Avaliação	Relaciona-se com a capacidade que o RPG teve de despertar nos estudantes habilidades como avaliação de hipóteses e tomada de decisões rápidas, precisas e objetivas.
Caráter lúdico	Engloba a capacidade do jogo de RPG em despertar nos estudantes sentimentos próprios do jogo, como, por exemplo, alegria, diversão, empolgação, cooperação, entre outros.

Fonte: autoria própria.

Essas categorias serão discutidas separadamente no próximo capítulo por meio da apresentação de alguns dos resultados da pesquisa que originou esta tese.

CAPÍTULO 4

4. Resultados e Discussão

Neste capítulo, apresentaremos alguns resultados provenientes das cinco partidas do jogo de RPG denominado “Um crime na *Purdue* Produtos Químicos” realizadas com estudantes da Licenciatura em Química da Universidade Federal do Piauí. Para isso, traremos a transcrição de alguns trechos mais relevantes dos áudios gravados durante a participação dos estudantes no jogo e o registro escrito dos questionários respondidos por cada participante após participar do RPG. Desse modo, utilizaremos, baseando-nos em Koch (2003), para a transcrição dos áudios, alguns códigos para nos orientar em relação à leitura das conversas travadas. Tais códigos podem ser visualizados no Quadro 12.

Quadro 12: Códigos orientadores para a transcrição dos áudios.

Símbolo	Significado
/	Frase e/ou palavra truncada
...	Pausa e/ou silêncio repentino
()	Fala irreconhecível
[...]	Fala interrompida e/ou suprimida
((fala))	Superposição de vozes
-	Silabação

Fonte: adaptado de Koch (2003).

Para melhor compreensão, discutiremos alguns dos dados separadamente por categorias de análise já delimitadas, conforme Bardin (2016), na fase de categorização no tratamento dos resultados. Tais categorias, como vimos no Percorso Metodológico desta tese, são: *i*) entendimento; *ii*) avaliação; *iii*) ação; *iv*) dúvida; e *v*) caráter lúdico. Além disso, faremos, ainda, um cruzamento de dados entre as categorias *i*) entendimento e *ii*) avaliação e, entre *iii*) ação e *v*) caráter lúdico para que aclararemos as correlações e possibilidades entre tais categorias de análise. Assim, iniciaremos, a seguir, a discussão com a categoria de análise denominada: entendimento.

4.1. Entendimento

A categoria entendimento está relacionada com a capacidade que o jogo tem para investigar o conhecimento dos estudantes a respeito de conceitos envolvendo, entre outras coisas, a forma e a geometria das moléculas. Para que isso aconteça, construímos o já mencionado jogo de RPG sobre seis desafios, no qual o primeiro desafio, como vimos no Percorso Metodológico, consiste em os estudantes evocarem conhecimentos específicos acerca da representação de fórmulas moleculares de determinados materiais em estruturas de Lewis,

percebendo as configurações eletrônicas mais estáveis por meio dos pares de elétrons livres no átomo central que, no caso do primeiro desafio, é o xenônio (Xe), uma vez que o objeto educacional a ser avaliado nesse desafio envolve conhecer a construção e representação da estrutura de Lewis de fórmulas moleculares que, na teoria, se configura, segundo Atkins, Jones e Laverman (2018), como exceção à regra do octeto. Assim, transcrevemos, a seguir, um trecho da conversação dos participantes E3 e E5 do Grupo 1:

1. **E5:** *esse aqui* (apontado para a fórmula molecular presente no frasco 1) *vai sobrar só um* (se referindo a
2. um par de elétrons).
3. **E3:** *é fica só um mesmo. É então é o XeOF₄.*
4. **E5:** *esse daqui ó* (apontando para a estrutura de Lewis do XeOF₄ que desenhou).
5. **E3:** *esse daqui* (apontando para a estrutura de Lewis do frasco 2) *fica com 02 e esse aqui* (apontando
6. para a estrutura de Lewis do frasco 3) *fica com 02 também.* (**Transcrição do Jogo no Grupo 1, Pos. 01-06**)

Nesse trecho, podemos perceber que, pelo menos, os estudantes E3 e E5 – já que foram os únicos que verbalizaram – compreenderam o enunciado do desafio, isto é, representar a estrutura de Lewis a partir das fórmulas moleculares presentes nos frascos localizados dentro do armário. Ou seja, desenhar a estrutura de Lewis do oxitetrafluoreto de xenônio (XeOF₄ – localizado no frasco 1), tetrafluoreto de xenônio (XeF₄ – localizado no frasco 2) e oxidifluoreto de xenônio (XeOF₂ – localizado no frasco 3) e apontar a quantidade de elétrons livres e/ou desemparelhados no átomo de xenônio, que é o átomo central. De acordo com Atkins, Jones e Laverman (2018), foi Gilbert Newton Lewis que apresentou uma forma simples de mostrar os elétrons localizados na camada de valência como um ponto disposto ao redor do símbolo do elemento químico. Segundo esses autores, Lewis percebeu que um ponto significava um único elétron presente em um orbital, já um par de elétrons indicaria que dois elétrons estavam emparelhados e compartilhando o mesmo orbital. Logo, um ponto disposto em um símbolo representaria um elétron desemparelhado e um traço (—) é entendido como dois elétrons fazendo uma ligação covalente.

Assim, percebemos, conforme nossas anotações em diário de campo, que o estudante E5 desenhou corretamente a estrutura de Lewis de XeOF₄ e verificou que nela sobraria apenas um par de elétrons livres no átomo central que, como dito no bilhete encontrado, é o xenônio. Confirmando a resposta de E5, temos o estudante E3, que também desenhou a estrutura corretamente em sua prancheta, além de representar a estrutura de Lewis de XeF₄ que estava localizada no rótulo do frasco 2 e de XeOF₂ que estava representada no frasco 3. Ao fazer essas representações, E3 constatou que a estrutura dos frascos 2 e 3 ficava com dois pares de elétrons em cada um dos átomos de xenônio da fórmula molecular.

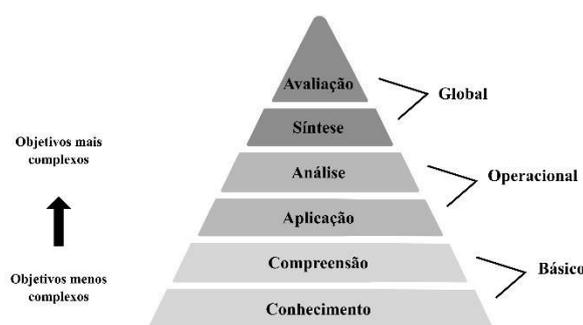
Com o auxílio do questionário respondido pelos estudantes após participarem do jogo, fizemos a seguinte pergunta relacionada a esse desafio: *como vocês chegaram aos pares de elétrons livres presente nos átomos centrais do xenônio em cada uma das fórmulas moleculares?*

A seguir, apresentamos a transcrição das respostas dadas a essa pergunta da entrevista:

7. **E5:** na estante tinha vários frascos e eles estavam enumerados, “dai” a carta pedia “pra” gente
8. encontrar a quantidade de elétrons soltos no xenônio e fora isso “dai” também falava lá o menor número
9. de pares de elétrons. Então eu e o **E3** começamos a desenhar a fórmula de Lewis e achamos que o menor
10. número de pares de elétrons era 01 e encontramos o 01 no primeiro frasco.
11. **E3:** o **E5** e eu desenhamos a estrutura de Lewis e achamos que no frasco 2 e 3 ficava com 2 elétrons
12. livres e o **E5** viu que no primeiro frasco dava um par de elétrons e também o 01 ganhava em questão de
13. bater mais o número 01, porque era o número do frasco e 01 porque era o número do par de elétrons. O
14. 04 tinha a ver com o flúor. **(transcrição da resposta para a questão 1 da entrevista, Pós. 07-14)**

Assim, podemos inferir que E3 e E5 têm conhecimentos específicos acerca da representação das estruturas de Lewis de fórmulas moleculares, cujos elementos químicos presentes nelas estão localizados após o segundo período da tabela periódica, o que seria para Atkins, Jones e Laverman (2018) uma exceção à regra do octeto, em termos didáticos. Tal conhecimento que inferimos que os estudantes E3 e E5 têm engloba a subcategoria 1.12. na classificação taxionômica de Bloom, que diz respeito ao conhecimento de fatos específicos localizados dentro da categoria: conhecimento, como podemos perceber na Figura 16.

Figura 16 – Divisão das categorias da taxionomia de Bloom.



Fonte: autoria própria.

Essa categorização denominada conhecimento, localizada na base da pirâmide da Figura 16, tem diversas subcategorizações, sendo a conhecimento de fatos específicos a relacionada ao desafio 1 do nosso jogo de RPG. Ou seja, para Bloom et al. (1974), esse conhecimento envolve fatos específicos muito precisos e se referem a questões que podem ser isoladas ou consideradas separadamente como partes distintas, em oposição aos que somente podem ser conhecidos em um contexto amplo. De acordo com Bloom et al. (1974):

Esses conhecimentos específicos correspondem as convenções ou ajustes dentro de uma área, enquanto os fatos correspondem aos resultados, que podem ser comprovados por outros meios, além da aceitação unânime dos especialistas ou dos ajustes realizados com propósitos de comunicação. Estes fatos específicos também constituem elementos básicos que os especialistas devem empregar quando comunicam conteúdos e seu entendimento de problemas específicos ou tópicos da área. É necessário, ainda, reconhecer que esta subcategoria abrange conhecimento sobre livros específicos, trabalhos e fontes de informação sobre tópicos e problemas pertinentes. Portanto, o conhecimento de fatos específicos e as fontes relacionadas aos fatos são classificáveis sob este título (Bloom et al., 1974, p. 58).

Além disso, os autores destacam que esses fatos específicos são constituídos por elementos básicos utilizados para comunicar conteúdos específicos, além de seu entendimento. Assim sendo, inferimos que os estudantes E3 e E5, nos turnos 3 e 4, demonstraram ter conhecimento específico de construir e representar a estrutura de Lewis de determinadas fórmulas moleculares. Ainda sobre o primeiro desafio, o grupo 2 manteve o seguinte diálogo:

15. *E6: então é o menor número de pares de elétrons?*
16. *E8: o menor número de pares de elétrons isolados no xenônio.*
17. *E9: esse daqui (se referindo ao $XeOF_4$) vai fazer uma dupla com o "O" e mais quatro ligações com o*
18. *flúor, pelo que eu... o menor pares de elétrons.*
19. *E6: pares de elétrons.*
20. *E9: no xenônio.*
21. *E9: ele (se referindo ao $XeOF_4$) faz quatro ligações e uma dativa com o oxigênio.*
22. *E6: aqui (se referindo ao XeF_4) todos se ligam e sobrou 02 pares.*
23. *E9: e nesse daqui (se referindo ao $XeOF_4$) também sobrou 02.*
24. *E10: sobrou tudo 02?*
25. *E9: não. aqui (se referindo ao $XeOF_4$) é só um.*
26. *E6: é aqui (se referindo ao $XeOF_4$) é só um. (Transcrição do Jogo no Grupo 2, Pos. 15-26)*

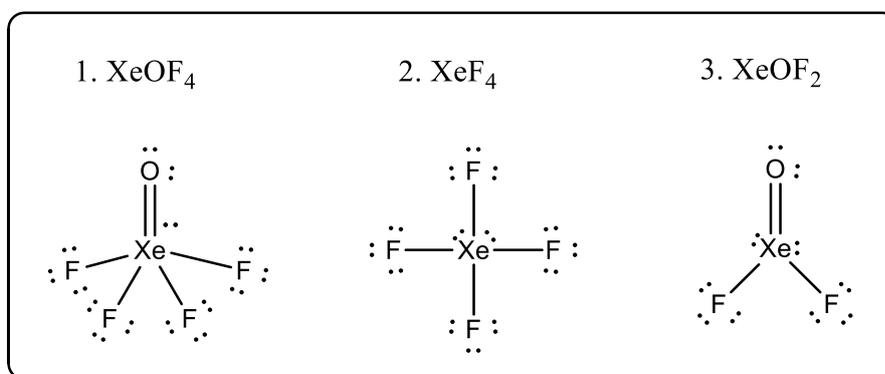
Nesse trecho, podemos perceber que os estudantes E6 e E8 tomam consciência da ação solicitada pelo desafio, isto é, encontrar a fórmula de Lewis dentre as três fórmulas moleculares com a menor quantidade de pares de elétrons livres no átomo de xenônio. De acordo com Piaget (2012), a tomada de consciência é oriunda da escolha e da esquematização representativa, o que já implica uma conceituação. Nesse caso, podemos perceber, no turno 23, que E9 entende o desafio proposto pelo RPG conceituando uma possível resposta por meio da esquematização de que a fórmula $XeOF_4$ faz quatro ligações e uma ligação "dativa" com o elemento oxigênio. Assim, o autor explica que essas esquematizações para a tomada de consciência e a condensação das ações em uma totalidade representativa envolve em um único ato as sucessões temporais que conduzem à formulação de termos novos ao problema para que os esquemas presentes nas ações sejam transformados em conceitos móveis suscetíveis a serem compreendidos e representados.

Na realidade, Piaget (2012) explica que a esquematização é feita interiormente e é uma conceituação com tudo o que engloba as transformações dos esquemas em noções propriamente ditas, por mais simplistas que sejam. Desse modo, o fato de o estudante utilizar a expressão

“ligação dativa”, que atualmente não é mais utilizada pelos estudos sobre teoria da ligação, não impede que o estudante esquematize o enunciado do desafio, interiorize os esquemas presentes no desafio para conceituar uma possível resposta ao desafio e manifestá-la de forma verbal. É válido esclarecer que esquemas na epistemologia genética de Piaget são, segundo Piaget (2017), um organizador da ação cognitiva e faz menção ao que é possível ser generalizado por meio de uma atividade, e tem por objetivo tornar conhecidos os resultados da experiência. Desse modo, a noção de esquema desenvolve um papel primordial na explicitação do desenvolvimento cognitivo de um determinado estudante.

Durante a participação dos estudantes nesse trecho do jogo, percebemos, por meio das nossas anotações em diário de campo, que os estudantes E6 e E9 desenharam em suas pranchetas as estruturas de Lewis de XeF_4 e XeOF_4 , respectivamente. Dessa forma, tais estudantes notaram que as duas estruturas anteriormente citadas tinham dois pares de elétrons livres, conforme podemos perceber por meio das suas falas nos turnos 22 e 23. Contudo, tal percepção por parte de E9 está incorreta, uma vez que a estrutura de Lewis de XeOF_4 terá apenas um par de elétrons livres no átomo central de xenônio, conforme ilustrado na Figura 17.

Figura 17 – Representação das estruturas de Lewis das fórmulas presentes no primeiro desafio do RPG.



Fonte: autoria própria.

No entanto, como vimos na Figura 17, o material XeOF_4 tem apenas um par de elétrons livres no átomo central de xenônio e isso foi percebido no turno 25 pelo participante E9, que se autocorrigiu afirmando que tal estrutura deve ter um par de elétrons livres em seu átomo central. Com o intuito de confirmar essa autocorreção que E9 realizou durante o jogo, fizemos a seguinte pergunta, por meio de uma entrevista, para ele: *E9, eu percebi no primeiro desafio durante o jogo que você afirmou que XeOF_4 tinha dois pares de elétrons livres no xenônio, mas depois você disse que tinha um par de elétrons livres somente. Como você chegou a essa nova resposta deixando a primeira que era errada de lado?*

27. *E9: através das estruturas de Lewis dos compostos que ele entregou em cada um dos frascos, que ele*
 28. *pediu pra gente achar o que tinha o menor número de elétrons livres. Do xenônio que seria o primeiro*
 29. *(se refere ao primeiro frasco presente na estante) porque só sobra um elétron livre aí. Porque sobrou um*
 30. *par de elétrons. Aí a gente montou a estrutura de Lewis dos três e o que tinha o menor par de elétrons*
 31. *livres era o do primeiro frasco coincidentemente. Mais eu fiz a primeira errada, quando eu fui conferir*
 32. *elas a um “tava” errada porque era um e não dois. (Transcrição da questão 1 da entrevista no Grupo*
 2, Pos. 27-32)

Baseado nisso, inferimos que o jogo de RPG que os estudantes participaram pode possibilitar aos estudantes uma prática de autocorreção durante o seu decorrer, haja vista que, a todo momento, os estudantes precisam analisar e discutir as possibilidades de modo a não cometer um erro e errar a senha que libera a pessoa que está presa necessitando de ajuda. Essa autocorreção é entendida por Piaget (1976) como regulação. Fala-se de regulação, de acordo com esse autor, quando a retomada X' de uma ação X é diferenciada pelos resultados de X , portanto ocorre quando um efeito oposto dos resultados de X sobrepõe seu novo desenvolvimento de X' . De forma mais clara, Piaget (1976) destaca que:

Toda regulação é uma reação a uma perturbação, a recíproca só se verifica parcialmente: não poderíamos falar de regulação quando a perturbação provoca simplesmente uma repetição da ação, sem qualquer mudança, e com a ilusória esperança de ser melhor sucedida (como ocorre tão frequentemente com a criança); ainda menos quando o obstáculo leva, ao cessar da ação, nem mesmo quando o sujeito, interessado por um aspecto imprevisto da perturbação, empenha sua atividade numa outra direção (Piaget, 1974, p. 25).

Baseado nisso, a regulação pode se manifestar por meio da correção de um determinado conceito proposto de forma equivocada (X') ou pelo seu reforço, contudo, neste caso, há possibilidade de aumento do equívoco. No entanto, para que haja regulação, é preciso a intervenção de um regulador que como percebemos em E9 no turno 31, que se autorregulou por meio da conferência de sua resposta.

Assim, entendemos que um jogo educativo para o ensino de Química que seja capaz de proporcionar autorregulação nos estudantes pode conduzi-los a um alto grau de desenvolvimento cognitivo, pois os estudantes, ao fazerem a autorregulação, parecem buscar em suas estruturas cognitivas relações causais entre os conceitos e significados presentes no escopo do jogo. Além disso, inferimos que o jogo educativo que possibilita autorregulação nos estudantes está fortemente amparado na função educativa. Segundo Brougère (1998), o jogo educativo é um estratagema que propicia agir, aprender e educar por meio de exercícios que divertem, preparando o estudante para o esforço do trabalho. Ou seja, é um material que concilia a criança e a educação, sem renegar qualquer um desses dois para combinar a necessidade de jogar inata à criança com a educação que deve ser proporcionada a ela. No entanto, esse alinhamento entre jogo e educação pode ser concebido por meio do equilíbrio das funções do jogo educativo.

Para Kishimoto (2021), o jogo educativo tem duas funções: lúdica e educativa. A função lúdica está relacionada ao jogo propiciar a diversão, o prazer e até o desprazer quando escolhido voluntariamente e a função educativa envolve o jogo ensinar qualquer coisa que complete o estudante em seu saber, seus conhecimentos e sua apreensão do mundo. De acordo com Kishimoto (2021), para que o jogo educativo cumpra sua função, é necessário que ele seja capaz de equilibrar essas duas funções, sem prevalecer para nenhuma delas, pois, se prevalecer mais para a função lúdica, o jogo educativo não terá mais esse caráter e se transformará em um simples jogo sem o contexto educacional. Por outro lado, se o jogo educativo priorizar mais a função educativa que lúdica, ele se converterá em uma ferramenta didática ou pedagógica para contribuir com o trabalho do professor.

A seguir, apresentamos um excerto extraído do grupo 3.

33. *E12: então vamos lá...aqui tem que fazer a fórmula de Lewis de cada um. (se referindo às fórmulas*
 34. *moleculares presentes nos frascos). “Qual das três fórmulas teria o menor número de pares de elétrons*
 35. *isolados no xenônio, que é o átomo central?”*
 36. *E16: isolado é que não faz parte da ligação.*
 37. *E12: o xenônio faz uma dupla com o oxigênio e o flúor.*
 38. *E16: o átomo central.*
 39. *E12: gás nobre o xenônio né?! Então ele está na família...aqui (se referindo à tabela periódica que*
 40. *estava em cima da bancada) galera a nossa ferramenta pra saber como que faz. Então ele está na*
 41. *família 7A. Então ele vai ter 7 elétrons na camada de valência, então precisa de 1 elétron pra se*
 42. *estabilizar. O Flúor. E qual o outro que tá ligado aí?! É o oxigênio né?! (Transcrição do Jogo no*
Grupo 3, Pos. 33-42)

No turno 33, o estudante E12 assume uma postura de ajudante para com o seu grupo e verbaliza o que deve ser feito para encontrar a resposta do desafio, além de fazer a leitura em voz alta do enunciado desse desafio para todo o grupo. Nessa perspectiva, inferimos que o jogo de RPG que os estudantes participaram proporciona a eles uma postura de cooperação e entrosamento entre eles, gerando um clima estável e agradável à construção de conhecimentos por meio do jogo e, também, ao fortalecimento de laços de amizade e companheirismo. Segundo Piaget (1977), cooperação é toda relação social entre dois ou mais indivíduos iguais que não intervém qualquer elemento de autoridade ou de prestígio. Dito de outra forma, a cooperação são relações definidas pela reciprocidade entre sujeitos autônomos. Para esse autor, a cooperação é uma forma propicia de relações entre pessoas, pois ela enseja o respeito mútuo, o princípio de reciprocidade e a liberdade ou a autonomia de pessoas em interação.

Em 36 e 37, é nítido perceber que E12 e E16 conseguem apontar algumas previsões à solução do desafio afirmando que o par de elétrons isolados são aqueles que não fazem ligação e o xenônio deveria fazer uma ligação dupla com oxigênio e o flúor. Dessa forma, inferimos que o jogo de RPG proporcionou aos estudantes possibilidades ao seu desenvolvimento

cognitivo pela realização de associações entre os conhecimentos já disponíveis em suas estruturas cognitivas por meio dos esquemas. De acordo com Piaget (1982), essas associações, acompanhadas de inferências, são entendidas como uma assimilação. Segundo o referido autor, assimilar um conceito qualquer a um esquema confere a esse conceito um ou mais significados e é essa atribuição de significados que comporta um sistema complexo de inferências, mesmo se realizadas por constatação.

Assim, quando os jogadores E12 e E16 postulam que os elétrons isolados não estão envolvidos em ligações e o xenônio deve fazer uma ligação dupla com o oxigênio, eles assimilaram, nos esquemas presentes em sua estrutura cognitiva, conceitos que foram modificados e/ou acrescentados, originando as falas presentes nos turnos 36 e 37. Por outro lado, E12 mencionou, no turno 37, que o xenônio faz uma ligação dupla com o oxigênio e o flúor, ou seja, não foi possível entender se E12 se referia ao xenônio fazendo uma ligação dupla com o oxigênio e outra dupla com o flúor, o que estaria incorreto do ponto de vista das ligações químicas esperadas para essa molécula, ou se formaria uma ligação dupla com o oxigênio e uma ligação simples com o flúor, o que é esperado conforme ilustrado na Figura 17. Se E12 se referia à ligação dupla do xenônio com o oxigênio e simples com o flúor, inferimos que a assimilação pode ter ocorrido, levando E12 a estimar uma previsão para as ligações. Ao contrário, se E12 entende que tanto o oxigênio como o flúor fazem ligações duplas com o xenônio, compreendemos que não houve uma assimilação por pelo menos dois motivos: primeiro, devido a tal estudante não ter alguns esquemas em sua estrutura cognitiva que estejam relacionados a esse conteúdo em específico e, segundo, que o jogo de RPG não possibilitou determinadas assimilações. Para entendermos essa problemática, fizemos a seguinte pergunta, durante a entrevista, para E12: *durante o primeiro desafio, teve um momento que você disse que o xenônio faria uma ligação dupla com oxigênio e o flúor, você poderia me explicar melhor como seria isso?*

43. *E12: ai professor eu nem sei mais. Eu acho que eu falei porque o xenônio fazia duas ligações. Uma*

44. *dupla com o "O" e uma com o flúor, seria uma normal sabe?! Daquela simples mesmo, não as duas*

45. *iguais (se referindo a duas ligações duplas) porque senão não daria certo, eu acho. (Transcrição da questão 1 da entrevista no Grupo 3, Pos. 43-45)*

Dessa forma, percebemos que E12 fez a associação corretamente, mas houve uma fala não verbalizada em sua totalidade. Esse aspecto é uma das limitações da coleta de dados em jogos educativos, sobretudo se forem realizados em grupos, uma vez que os estudantes costumam falar de forma resumida e/ou envolvendo uma mistura entre pensamento e fala, fazendo com que as sentenças não sejam verbalizadas em sua integralidade. Embora, tenhamos utilizado para a coleta de dados: gravação em vídeo com áudio, gravação em áudio e a presença

do pesquisador e autor desta tese durante toda a participação dos estudantes no jogo, observando de forma passiva e fazendo anotações em diário de campo; ainda assim, não foi possível compreender e captar certos detalhes como o mencionado, por exemplo. De acordo com Marconi e Lakatos (2021), a coleta de dados é uma etapa da pesquisa cansativa e, geralmente, demanda mais tempo que o previsto, além de exigir do pesquisador paciência, perseverança e esforço pessoal, bem como o registro cuidadoso dos dados. No entanto, isso não impede que algum aspecto dos dados na pesquisa qualitativa passe despercebido pelo pesquisador ou por seus instrumentos para coleta de dados.

Em seguida, transcrevemos um trecho do jogo, no qual participou o grupo 4.

46. *E20: Tem que desenhar a estrutura.*
47. *E22: O primeiro desafio... Amiga, tem que desenhar.*
48. *E21: Em uma dessas três prateleiras existem três frascos com uma substância de xenônio. Se você*
49. *conseguir desenhar a estrutura de Lewis das fórmulas moleculares presentes nesses frascos, qual das*
50. *três fórmulas teria o menor número de raios de elétrons isolados no xenônio... Qual é o átomo central?*
51. *E21: Desenhar a estrutura. Qual dos três...*
52. *E21: É esse 2 aqui.*
53. *E20: - elétrons isolados.*
54. *E22: Ele quer o menor número de par de elétrons.*
55. *E20: Você já desenhou os três?*
56. *E22: Sim.*
57. *E20: Sim.*
58. *E21: Então, o número seria 3.*
59. *E21: Então, 3. Seria um dos...*
60. *E22: Isolados.*
61. *E21: Isolados.*
62. *E22: Em uma dessas prateleiras existem três frascos com uma substância de xenônio-*
63. *E20: 15 pares de elétrons isolados (se referindo ao $XeOF_4$).*
64. *E22: Se você conseguir desenhar a estrutura de Lewis das fórmulas moleculares presentes nesses*
65. *frascos, qual das três fórmulas teriam o menor número de raios de elétrons isolados no xenônio, que é o*
66. *átomo central? É o 3 mesmo.*
67. *E21: É o 3. É o que tem a menor quantidade de elétrons.*
68. *E20: 10 pares de elétrons.*
69. *E21: É, é 3.*
70. *E20: Se não for, a gente volta. (Transcrição do Jogo no Grupo 4, Pos. 46-70)*

Percebemos que, durante as falas de E20 e E22, nos turnos 46 e 47, esses estudantes compreenderam o que o enunciado do desafio solicitava para eles. Contudo, E21 comete um erro no momento da leitura e pergunta qual é o átomo central (turno 50), sendo que o correto seria “que é o átomo central”. Mesmo após essa leitura equivocada, os estudantes afirmaram, nos turnos 57, 58 e 59, que já desenharam as estruturas de Lewis das fórmulas moleculares presentes nos frascos e mencionaram que o frasco de número três deveria ser o que apresenta a menor quantidade de elétrons livres no xenônio. Lembrando que a fórmula molecular de número três é $XeOF_2$ e ela apresenta, como nos mostra a Figura 17, dois pares de elétrons livres. Mas, por meio das nossas observações e anotações em diário de campo, verificamos que os estudantes estavam analisando todos os pares de elétrons livres em torno de todos os átomos

das estruturas, fazendo com que XeOF₄ ficasse com 15 elétrons livres em toda a sua estrutura, como podemos observar na fala de E20, no turno 63. Esse pensamento é corroborado novamente por E20 no turno 68, quando explica que a terceira estrutura de Lewis que essa estudante representou tem dez pares de elétrons livres e, por isso, a resposta certa ao desafio de número um, segundo essas discussões, foi verbalizado por E21 no turno 69: “é, é 3”.

Sabemos que as respostas propostas por essas participantes não estão incorretas. No entanto, não era a resposta esperada ao desafio que questionava somente os pares de elétrons livres no átomo de xenônio, que figurava como átomo central dessa molécula. Acreditamos que essa interpretação equivocada foi proveniente da leitura incorreta da pergunta referente a esse desafio, ou seja, no turno 50, a estudante E21 leu em voz alta para todo o grupo, confundindo a informação que dizia que o átomo de xenônio era o átomo central. Inferimos que essa confusão pode ter ocorrido devido à imersão no jogo no qual as jogadoras estavam, pois, antes do trecho iniciado por meio do turno 46, houve o seguinte diálogo:

71. *P: Lembrando que a cada cinco minutos que passa, aumenta um grau lá dentro da caixa.*

72. *E20: Meu Deus.*

73. *E21: Não é dez minutos não, professor?*

74. *P: Não, a cada cinco minutos, né, aumenta um grau. (Transcrição do Jogo no Grupo 4, Pos. 71-74)*

Assim, entendemos que a imersão no círculo mágico do jogo, por meio da delimitação de um espaço temporal para que as estudantes resolvessem o desafio e soltassem a gerente presa na caixa térmica, fez com que E21, no turno 48, se apressasse para ler o enunciado do primeiro desafio, ocasionando uma confusão na sentença lida. Tal confusão, devido à pressa na leitura, pode ser demonstrada por meio do turno 73, em que E21 dá sinais de que está preocupada com o tempo que está passando e a temperatura na caixa que estava subindo. Isso pode ser constatado por meio da entrevista com E20 e E21, com a ajuda da seguinte pergunta: *no primeiro desafio, você chegou ao número três que não era a resposta correta. O que fez com que você chegasse com tanta certeza nesse número três?*

75. *E21: Foi o 3, foi o 3. É porque a gente não sabia... Fizemos a contagem na estrutura toda. Por isso que*

76. *a gente colocou que seria o 3, porque ele era o que tinha menos elétrons, aliás, a menor quantidade de*

77. *elétrons isolados. Mas aí a gente foi reler e viu que era só no átomo central do xenônio, então a gente*

78. *foi olhar e quem tem menos seria o 1. Porque os outros têm dois pares e os outros tem dois pares. Eu li*

79. *rapidão porque estava com presa para andar logo e salvar a Carolina.*

80. *E20: É porque a gente não tinha lido a questão direito. E ele só queria os pares de elétrons livres do*

81. *xenônio e não da estrutura inteira. Teria que ser bem exatamente, né. (Transcrição da Entrevista no*

Grupo 4, Pos. 75-80)

Assim, podemos notar que a pressa na leitura do enunciado do primeiro desafio fazendo com que a leitura fosse mal realizada, trocando, inclusive, o sentido do referido enunciado, foi motivada pelo intuito de E21 terminar de forma rápida o jogo de RPG, como está explícito na fala dessa participante nos turnos 78 e 79. Entendemos que essa vontade de vencer desafios

para ganhar um jogo e essa imersão dos jogadores em prol de tal atividade são o que chamamos, como dito anteriormente, círculo mágico do jogo ou, ainda, mundo do jogo. Acreditamos que o mundo do jogo pode ser explicado por meio de duas abordagens que não se excluem mutuamente. A primeira é sustentada por Piaget (2019), que afirma que essa imersão no mundo do jogo ocorre pelo fato de ele se constituir como uma forma de atividade inicial de toda tendência humana, ou, pelo menos, ser caracterizado como um exercício funcional dessa tendência que o ativa ao lado da aprendizagem. Assim, o desejo e/ou vontade de jogar pode ser compreendido como um esquema inato na estrutura mental dos humanos. É importante esclarecer que Piaget não era inatista, ao contrário, ele afirmava que determinadas estruturas lógicas não estão acessíveis em todas as idades, não sendo, então, inatas a todas as pessoas. A segunda abordagem é proveniente das características do jogo *stricto sensu*, propriamente dito. Segundo Huizinga (2019), tal jogo é caracterizado por ser uma atividade voluntária por meio da evasão da vida real, sendo desinteressado, isolado, limitado em seus aspectos físicos, além de criar e ser ordem. Nessa perspectiva, Huizinga (2019) afirma que:

O jogo é uma atividade voluntária. Sujeito a ordens, deixa de ser jogo, podendo no máximo ser uma imitação forçada. Basta esta característica da liberdade para afastá-lo definitivamente do curso da evolução natural. É um elemento a esta acrescentado, que a recobre como um ornamento ou uma roupagem. É evidente que, aqui, se entende liberdade em seu sentido mais lato, sem referência ao problema filosófico do determinismo (Huizinga, 2019, p. 10).

Assim, sabemos, como nos explica Cleophas, Cavalcanti e Soares (2018) que o jogo educativo é um arremedo do jogo *stricto sensu* que visa proporcionar a aprendizagem de alguma temática escolar ou não a alguém. Logo, o jogo educativo tem tais características elencadas por Huizinga (2019), fazendo com que os estudantes, como vimos nas falas de E21 (turno 79), fiquem imersos em tal realidade, haja vista que o próprio jogo tem como característica a evasão da vida real, levando os estudantes que participam de uma determinada atividade com o auxílio desse material didático a ficarem concentrados no círculo mágico do jogo, isto é, focados e preocupados com os acontecimentos presentes nas aventuras proporcionadas pelo jogo.

A seguir, transcrevemos um diálogo travado pelo grupo 5.

82. **E27:** *Eu leio. Em uma dessas três prateleiras existem três frascos com uma substância de xenônio. Se*
 83. *você conseguir desenhar a estrutura de Lewis das fórmulas moleculares presentes nesses frascos, qual*
 84. *das três fórmulas teria o menor número de raios de elétrons isolados no xenônio, que é o átomo central?*
 85. **E23:** *O que que a questão manda fazer?*
 86. **E27:** *A estrutura de Lewis.*
 87. **E29:** *Não precisa de nenhum (se referindo a elétrons), mas eu acho que ele (se referindo ao xenônio) faz*
 88. *expansão do octeto, então faz duas ligações. Ele faz duas, ele precisa só de uma, então...O átomo central*
 89. *eu acho que-. Ai quando o oxigênio faz [...]*
 90. **E27:** *Não, pois é, mas quatro, porque aqui (fazendo menção ao XeOF₂) ele vai fazer quatro [...]*
 91. **E29:** *Já tem oxigênio.*
 92. **E29:** *Aí fez 4, né. Esse daqui (XeOF₂). Pois é.*

93. *E29: Eu acho que seria... Porque exclui eles. Vai ser dois ligando, o xenônio faz parte, dois ligando com*
 94. *o flúor e mais dois oxigênio. Ai esse daqui o oxigênio vai e aqui ele [...]*
 95. *E26: É, ó, faz as duas mesmo. Esse daqui é com o primeiro.*
 96. *E27: Então esse daqui vai ter que fazer com quatro.*
 97. *E29: Ah não, disponíveis, né.*
 98. *E23: É isolado. (Transcrição do Jogo no Grupo 5, Pos. 82-98)*

Notamos, nos turnos de 82 a 86 desse trecho do diálogo proveniente do grupo 5, que as estudantes que participaram do jogo entenderam o comando do primeiro desafio no que diz respeito à representação das estruturas de Lewis das três fórmulas moleculares presentes nos frascos localizados na estante de reagentes. Percebemos, também, que E29, no turno 87, fez associações em relação às possibilidades para a realização de ligações entre as espécies químicas. Desse modo, verificamos que E29 afirma (turno 87) que o xenônio – átomo central, como dito por E27 no turno 84 – não precisará fazer ligação alguma, contudo pode fazê-la, devido à expansão do seu octeto. Inferimos que a estudante E29 faz uma associação esperada do ponto de vista da justificativa às possíveis ligações químicas a serem formadas.

De acordo com Atkins, Jones e Laverman (2018), a regra do octeto ocorre por meio de compartilhamento de elétrons entre dois átomos em uma ligação covalente e está relacionada a tais átomos tenderem a completar seus octetos, ou seja, ter oito elétrons em sua camada energética mais externa. É importante destacar que essa regra não rege de forma propriamente dita o comportamento dos átomos, mas é apenas um modelo didático para propiciar o entendimento desse tipo de ligação química, uma vez que nem todos os átomos seguem a mencionada regra, como o fósforo (P) e o cloro (Cl), por exemplo. Os átomos que não seguem essa regra são, para Atkins, Jones e Laverman (2018), exceções da regra do octeto e isso ocorre devido a alguns compostos terem números ímpares de elétrons. Logo, quando há algumas espécies com número ímpar de elétrons de valência, um dos átomos envolvidos na ligação não terá seu octeto completo, fazendo com que tal átomo tenha um elétron com spin não emparelhado formando, portanto, uma espécie denominada de radical. A exceção à regra do octeto pode ocorrer também devido a átomos classificados como não metais estarem localizados a partir do terceiro período da tabela periódica que, por terem orbitais do tipo “d” vazias, poderão, conseqüentemente, acomodar mais que oito elétrons. Assim, os referidos autores nos explicam que os elétrons restantes do octeto, ou seja, os elétrons que passarem de oito, estarão localizados em uma camada conhecida como camada de valência estendida sob a forma de pares isolados nos átomos adjacentes ao átomo central e/ou poderão ser utilizados pelo átomo central como elétrons desemparelhados.

Entendemos, por meio da fala de E29, nos turnos de 92 até 94; de E27, por meio das falas presentes em 90 e 96, e de E26, no turno 95, que o jogo de RPG proposto foi capaz de investigar o entendimento dessas estudantes (E26, E27 e E29) acerca das possibilidades de ligações entre diferentes átomos e da necessidade de expansão do octeto de tais espécies. Baseado nesses dados, inferimos que as estudantes E26, E27 e E29 podem estar localizadas na primeira categoria da taxionomia de Bloom, ou seja, conhecimento. Segundo Bloom et al. (1974), as categorias da sua taxionomia vão em sentido crescente do menor para o maior grau de desenvolvimento cognitivo do indivíduo. O motivo que nos faz inferir que as mencionadas estudantes estejam localizadas na categoria taxionômica do conhecimento é devido a tal categoria, de acordo com Bloom et al. (1974), incluir comportamentos e situações de investigação, nas quais se percebem a evocação e a associação de ideias, materiais ou fenômenos presentes na estrutura cognitiva do estudante. Acreditamos ser perceptível que tais associações ocorreram quando E26, E27 e E29 fizeram proposições a respeito das possíveis ligações formadas, além do motivo pelo qual ocorreria, como foi visto na questão mencionada por E29, no turno 88, sobre a expansão do octeto do átomo de xenônio.

Como vimos em outra parte deste capítulo, as associações estão relacionadas ao conceito de assimilação da epistemologia genética de Piaget; já as evocações são um resgate voluntário feito pela memória que pode desencadear o conhecimento. Desse modo, inferimos que a evocação pode estar relacionada ao conceito de equilíbrio da teoria piagetiana, isto é, a evocação citada por Bloom et al. (1974) seria a equilíbrio que, por sua vez, explica o desenvolvimento cognitivo do sujeito, por meio da aprendizagem de um determinado conhecimento. Contudo, o conceito de equilíbrio não é entendido somente como um conceito, mas é encarado como um dos diversos eixos norteadores da epistemologia genética de Piaget. De acordo com Piaget (1976), na teoria da equilíbrio, o desenvolvimento do indivíduo ocorre primeiro que a aprendizagem, ou seja, o sujeito se desenvolve e depois aprende, fazendo com que esse autor postulasse quatro estágios de desenvolvimento à criança, de modo que, em cada um deles (sensório-motor, pré-operatório, operatório concreto e operatório formal), a criança se desenvolveria até o esperado à sua faixa etária – que não é fixa, mas variável – e, por consequência, aprenderia por meio de novas equilíbrios os conhecimentos necessários para aquele estágio em que ela se encontra.

Dessa forma, Piaget (1976) afirma que o equilíbrio dos sistemas cognitivos que ocorre na teoria da equilíbrio é diferente de um equilíbrio mecânico conservado sem modificações, ou, se houver tal modificação, ela daria origem a uma moderação somente, e não a algum tipo

de compensação, por exemplo. Resulta disso que a equilibração dos sistemas cognitivos é formada por esquemas cujo alcance e entendimento são passíveis de assimilação e acomodação, resultando nas noções de perturbação e reação compensatória dos instrumentos ora assimilados e acomodados. Dito de outra forma, o equilíbrio entre assimilação e acomodação é compreendido como teoria da equilibração pertencente à epistemologia genética de Piaget. No entanto, o conhecimento e/ou aprendizado não é construído por meio da equilibração, mas, com a ajuda de novas assimilações que perturbam o referido equilíbrio que buscará, conseqüentemente, novas equilibrações entre assimilação e acomodação serão feitas por meio de novas diferenciações. Dessa forma, entendemos, por meio dos turnos 90 até 96, que o jogo proporcionou às estudantes E26, E27 e E29 realizarem equilibrações, desequilíbrios e reequilíbrios podendo, como vimos, levar ao desenvolvimento das estruturas cognitivas, isto é, construção do conhecimento. Inferimos que esse conhecimento foi produzido devido às discussões entre E26, E27 e E29 envolverem as possibilidades de ligações dos respectivos átomos das fórmulas moleculares contendo xenônio presentes no primeiro desafio do RPG. Essas discussões e reequilibrações podem ser visualizadas por meio da seguinte pergunta feita para E27 e E29 durante a entrevista: *como você representou as estruturas de Lewis em sua prancheta e conseguiu chegar ao primeiro dígito da senha?*

99. *E27: professor eu lembrei que eu vi isso em Química Geral [...] Só que eu não lembrava muito bem, eu*
 100. *sabia que o oxigênio fazia duas ligações porque ele “tá” no grupo 6 (...) daí só falta dois pra ele ficar*
 101. *com oito no octeto.*
 102. *E29: foi bem fácil porque eu tinha estudado essas “ligação” em orgânica com o professor {omitido} daí*
 103. *eu lembrava que cada átomo fazia a ligação igual o número da sua valência, só que tinha uns elementos*
 104. *que não são assim por causa da exceção da regra do octeto. Daí foi simples desenhar elas (se referindo*
 105. *às fórmulas moleculares presentes nos frascos) sabendo disso. (Transcrição da Entrevista no Grupo*
5, Pos. 99-105)

Baseando-nos nessas respostas, percebemos que houve a realização de desequilíbrio entre a acomodação e a assimilação referente aos esquemas de teoria da ligação química que E27 e E29 estudaram em Química Geral e Química Orgânica, respectivamente. Assim, acreditamos que esse desequilíbrio causado pelas informações contidas nas fórmulas moleculares localizadas nos frascos conduziu a uma nova equilibração na estrutura cognitiva das estudantes produzindo, portanto, conhecimento, haja vista que – por meio das nossas observações passivas e anotações em diário de campo durante as partidas do RPG – o grupo 5 conseguiu representar todas as três estruturas de Lewis, conforme disposto na Figura 17, e encontrar qual substância tem o menor número de pares de elétrons isolados no átomo de xenônio. Dessa forma, inferimos que o jogo de RPG possibilita causar novas equilibrações ou reequilibrações nos estudantes, o que é um fato positivo, uma vez que a reequilibração do desequilíbrio localizado no equilíbrio formado pela acomodação e assimilação é gerador de

conhecimento, ou seja, de desenvolvimento cognitivo. Além de proporcionar conhecimento, entendemos que esse jogo de RPG só poderá propiciar conhecimentos se for utilizado como jogo educativo didático, pois, de acordo com Piaget (1976), as reequilibrações de cada uma das estruturas desequilibradas entre assimilação e acomodação devem comportar uma correspondência entre os esquemas a serem assimilados e acomodados para voltar com o equilíbrio novamente. Ou seja, um reequilíbrio entre os esquemas A e B ora assimilados e acomodados não pode ser realizado com um esquema C, mas com um esquema do tipo A' e/ou B'. Da mesma forma, que as estudantes E26, E27 e E29 não teriam sido capazes de produzir o conhecimento que produziram (representação das estruturas de Lewis) se elas não tivessem tido contato previamente com essa temática, pois não teriam o esquema: ligação química (A), em sua estrutura cognitiva. Logo, não seria possível desequilibrar o equilíbrio (A) por meio do esquema: representar estruturas de Lewis (A') sendo que o esquema (A) ainda não existe.

Passaremos, em seguida, a analisar alguns dados provenientes do segundo desafio do jogo de RPG no que diz respeito à categoria conhecimento. Destacamos que a mencionada categoria de análise visa investigar o potencial que o jogo de RPG desenvolvido tem para propiciar nos estudantes a aprendizagem de conceitos relacionados à forma e à estrutura das moléculas.

Nesse sentido, o segundo desafio do RPG: *Um crime na Purdue Produtos Químicos*, estava localizado, como vimos no Percurso Metodológico, no quadro branco ao lado da estante de reagentes. Dessa forma, o objetivo desse desafio engloba compreender a construção de fórmulas que considere a teoria proposta por Ron Gillespie, em 1957, e denominada no inglês de *Valence Shell Electron Pair Repulsion* (VSEPR), que, em uma tradução livre para o português, significa Teoria de Repulsão dos Pares de Elétrons na Camada de Valência (TRPECV) por meio da extrapolação do conhecimento acerca da representação das estruturas de Lewis. Assim, para começar, apresentaremos o seguinte diálogo oriundo da participação dos estudantes do grupo 1 no segundo desafio.

106.E2: *A partir das estruturas de Lewis que você desenhou no 1º desafio, organize o quebra-cabeças abaixo para prever a fórmula VSEPR das mencionadas estruturas. Quantas fórmulas são diferentes uma da outra?*

109.E2: *acho que é tipo uma combinação com essas letras aqui (apontando para as peças do quebra-cabeça representadas no quadro). Ai combina com E com A, né não?!*

111.E3: *não porque assim, pegando as primeiras estruturas (se referindo ao 1º desafio) o que tem um par de elétrons livres é o XeOF₄ então tem quantos ligantes? 05! Então seria AX₃E, porque ficou um par de elétrons, o E é o par de elétrons.*

114.E5: *“pera aí”, “pera aí”... primeiro me explica isso aqui. O “A” é o que?*

115.E3: *o A é o átomo central.*

116.E5: *que no caso é o X?*

117.E3: *não, é o Xenônio.*

- 118.*E5*: então A é o Xenônio?!
- 119.*E3*: exatamente.
- 120.*E5*: e o X é o que?
- 121.*E3*: o X é o número de ligantes.
- 122.*E5*: que no caso são os ligantes?
- 123.*E3*: pode ser X_5 , X_3 ou X_4 .
- 124.*E5*: e o E?
- 125.*E3*: o E é o par de elétrons livres.
- 126.*E4*: que no caso é só 1.
127. **(Transcrição do Jogo no Grupo 1, Pos. 106-127)**

Esse trecho referente à participação dos estudantes do grupo 1 no segundo desafio, mostra-nos que E2, ao ler o enunciado escrito no quadro branco (turnos 106 a 108), consegue interpretá-lo nos turnos 109 e 110 e tem sua interpretação confirmada por meio da análise da extrapolação feita por E3 nos turnos 111 até 113. Em seguida, percebemos que E3 – nos turnos 115, 121 e 125 – foi explicando para E5 o significado de cada uma das letras pertencentes à fórmula VSEPR que estavam representadas no quadro branco (A, E e X). Assim, é possível inferir que E3 compreende os aspectos concernentes à teoria de repulsão dos pares de elétrons na camada de valência.

Tal inferência pode ser verdadeira, uma vez que E3 compreende, de fato, o que explicou para o grupo nos turnos 115, 121 e 125, pois, de acordo com Atkins, Jones e Laverman (2018), a teoria VSEPR tem como fórmula geral AX_nE_m e é utilizada para identificar as diferentes combinações de átomos e pares isolados ligados ao átomo central, sendo que A é o átomo central, X o número de ligações no átomo central e E a quantidade de elétrons livres no átomo central, um exemplo é a fórmula molecular BF_3 (trifluoreto de boro), cuja fórmula VSEPR é igual a AX_3 , uma vez que tem o boro (B) como átomo central, três átomos ligantes (flúor – F) ao átomo central (B) e nenhum par de elétrons livres no átomo central (B). Outro exemplo é o íon sulfeto (SO_3^{2-}), que tem o átomo central de enxofre (S), três ligações entre oxigênio (O) e enxofre (S) e um par de elétrons isolados no átomo central de enxofre (S), possibilitando prever a fórmula VSEPR como AX_3E . Dessa forma, entendemos que a fórmula VSEPR amplia as discussões envolvendo as estruturas de Lewis (propostas no primeiro desafio) mostrando como os átomos estão arranjados no espaço em uma determinada molécula, de modo a possibilitar a realização de previsões quanto à geometria molecular, polaridade e ângulo de ligação, por exemplo.

Essa compreensão demonstrada por E3 pode ser visualizada durante a entrevista com tal estudante por meio da seguinte pergunta: *E3 como que você sabia o que significava as letras desenhadas sob a forma de peças de um quebra-cabeça no quadro? Por que você foi o único que explicou “pra” todo mundo, não foi?!*

128.*E3: uai professor eu estudei isso em Orgânica 1 no semestre passado aí tava fresco na minha cabeça. Ai*
129.*eu já expliquei logo pra galera porque senão a gente ia demorar demais pra sair de lá porque ninguém*
130.*sabia, o E5 foi aprender agora no jogo porque ele não pagou Orgânica 2 ainda, ele trancou porque ele*
131.*tá no PIBIC e no PIBID com o senhor. (Transcrição da Entrevista no Grupo 1, Pos. 128-131)*

Assim, percebemos que E3 tinha a compreensão sobre a teoria VSEPR devido às suas aulas de Química Orgânica 1, pois, na ementa de tal disciplina presente no Projeto Pedagógico do Curso (PPC) da Licenciatura em Química da Universidade Federal do Piauí, está presente a temática Ligações Químicas e Estrutura das Moléculas Orgânicas. Contudo, participar de aulas que tratem sobre determinada temática não é garantia de compreensão do referido assunto. Segundo Bloom et al. (1974), a compreensão está presente na segunda categoria da taxionomia desses autores, conforme ilustra a Figura 16, e se refere a objetivos, comportamentos ou respostas que representam um entendimento da mensagem contida em uma comunicação, sendo, portanto, necessário para se alcançar essa compreensão que o estudante seja capaz de modificar mentalmente a comunicação, expressando-a sob uma forma similar que lhe for mais significativa e importante.

Entendemos que a categoria da compreensão pode estar relacionada aos processos de assimilação e acomodação da perspectiva piagetiana. Segundo Piaget (1982), a assimilação é um processo que atribui ao esquema significações e essa atribuição de significados propicia o surgimento de um sistema complexo de inferências, ou seja, assimilar é a associação acompanhada de uma inferência e é realizada do meio externo para o meio interno do indivíduo. Já a acomodação é, para esse autor, a diferenciação entre os últimos esquemas assimilados para complementar ou adicionar novos esquemas, isto é, tal processo ocorre do meio interno do sujeito para o meio externo, o contrário, portanto, da assimilação.

Sendo assim, no segundo desafio presente no jogo de RPG, as peças do quebra-cabeça sob a forma de letras: A, X₃, X₄, X₅, E e E₂ estavam desenhadas no quadro branco, e podem ser entendidas por E3 como: esquema, que aqui chamaremos de X. Logo, o referido estudante assimilou esse esquema X por meio da incorporação de tal esquema em sua estrutura cognitiva, fazendo com que esse esquema fosse incorporado a um esquema pré-existente que nomearemos de X'. Esse esquema pré-existente pode ser oriundo dos estudos anteriores na disciplina de Química Orgânica 1, na qual E3 participou, como ele esclareceu no turno 128. Ao assimilar X em X', a estrutura cognitiva de E3 deve ter acomodado X por meio da diferenciação de X com outro esquema qualquer (Y), uma vez que os processos de assimilação e acomodação ocorrem um na sequência do outro, pois, de acordo com Piaget (2013), a assimilação e a acomodação são os dois polos de uma interação entre o organismo e o meio, a qual é a condição de todo o funcionamento biológico e intelectual do sujeito.

Baseado nisso, entendemos que o jogo de RPG mencionado possibilita os processos cognitivos de assimilação e acomodação, como explicitamos anteriormente. Mas pode propiciar, também, a equilibrção, haja vista que, segundo Montagero e Maurice-Naville (1998), a ideia de acomodação está relacionada à equilibrção, pois é comum haver como consequência dos processos cognitivos a equilibrção entre acomodação e assimilação. Esse processo de equilibrção pode ser visualizado na continuidade do diálogo do grupo 1, no segundo desafio que transcrevemos a seguir:

- 132.E5: então “bora” “pro” primeiro. O primeiro é o... como é o nome?
 133.E3: $XeOF_4$. Que a gente fez as estruturas e descobrimos que tem um par de elétrons livres.
 134.E5: no caso [...]
 135.E3: então a fórmula dela seria, a fórmula VSEPR dele seria: A que é o xenônio.
 136.E5: só um né?! (desenha no quadro a letra A)
 137.E3: como tem 05 ligantes seria X_5 e o par de elétrons livres que é só 01.
 138.E5: e no caso o E seria?
 139.E3: o número de elétrons livres que a gente viu lá (se referindo a estrutura de Lewis) que tinha só 01. 01
 140.par. 01 par.
 141.(Transcrição do Jogo no Grupo 1, Pos. 132-141)

Percebemos, nesse trecho, que os estudantes E2, E3, E4 e E5 vão construindo as fórmulas VSEPR por meio de uma associação entre as fórmulas de Lewis representadas por eles no primeiro desafio. Isso é o que esperávamos, pois nosso objetivo é que a sequência de desafios vá percorrendo uma ordem de objetos de estudo da primeira até a última categoria da taxionomia de Bloom para que possamos verificar em qual domínio cognitivo os estudantes participantes do jogo de RPG se encontram. Dessa forma, no turno 133, o estudante E3 está colocando a fórmula molecular $XeOF_4$ para ser a primeira a ter sua fórmula VSEPR encontrada. Tal estudante menciona (turno 135) que o xenônio é representado pela letra A, como há cinco ligantes (quatro átomos de flúor e um de oxigênio representados na fórmula molecular), fica X_5 (turno 137), e como só há um par de elétrons livres no xenônio, temos o E, logo, percebemos, por meio de nossas observações e anotações em diário de campo, que o estudante E5 escreveu no quadro a fórmula AX_5E como fórmula VSEPR para o oxitetrafluoreto de xenônio. Da mesma forma, os estudantes propuseram as fórmulas VSEPR corretamente para as fórmulas moleculares $XeOF_2$ e XeF_4 , que são AX_3E_2 e AX_4E_2 , respectivamente. Nessa mesma direção, foram os estudantes do grupo 3, conforme nos mostra a transcrição a seguir:

- 142.E16: “A partir das estruturas de Lewis que você desenhou no 1º desafio, organize o quebra-cabeças
 143.abixo para prever a fórmula VSEPR das mencionadas estruturas. Quantas fórmulas são diferentes uma
 144.da outra?”
 145.E13: eu juntaria as iguais e depois contaria as que não tem nenhum...eu pegaria os três A, dois E_2 e o
 146.resto eu pegaria e colocaria aqui (escreveu os três A seguidos e os dois E_2 embaixo dos A). Então daria
 147.04 fórmulas.
 148.E14: eu acho que são 3 fórmulas diferentes. Por que esse negócio na fórmula VSEPR o A é o átomo
 149.central, como o átomo central é o xenônio e só tem ele então o A seria o átomo central, então só tem 3
 150.A, então são 3 átomos centrais aí é só fazer a formação com o X e o E. O E é os elétrons e o X é os

151. *ligantes. Então são 3 fórmulas diferentes por causa que é AX_4E_2 , AX_5E e AX_3E_2 . Então são 3 fórmulas. (Transcrição do Jogo no Grupo 3, Pos. 142-151)*

Inferimos que, durante a construção das fórmulas VSEPR, pelos estudantes, a partir das estruturas de Lewis representadas no primeiro desafio, houve um processo de equilibração e novas assimilações que perturbaram o equilíbrio que se reestabilizou, podendo ter gerado aprendizagem sob a forma de compreensão. Piaget (2012) entende esse processo de reequilíbrio proveniente de uma perturbação por meio de uma nova assimilação em um equilíbrio como adaptação. Para Piaget (2012):

A adaptação é a passagem de um equilíbrio menos estável a um equilíbrio mais estável entre a estrutura cognitiva do sujeito e o meio social em que vive. Isto é, uma realização de um equilíbrio progressivo entre a assimilação e a acomodação, mas não haverá adaptação se a nova assimilação impôs atitudes motoras ou mentais contrárias àquelas adaptadas anteriormente, de modo que só há adaptação se houver coerência na assimilação (Piaget, 2012, p. 56).

Dessa forma, nos baseando nesta afirmação de Piaget (2012) entendemos que o processo de adaptação proporcionado ao estudante E3 pode ter gerado aprendizagem sob a forma de compreensão, devido à sua capacidade de relacionar a estrutura de Lewis com a teoria VSEPR para prever as fórmulas dessa teoria. Sendo assim, far-se-á necessário destacar que E3 parece demonstrar compreensão acerca do assunto e não conhecimento. Isso ocorre devido ao conhecimento, segundo Bloom *et al.* (1974), ser entendido como uma categoria de aprendizagem que envolve adquirir e armazenar informações específicas que posteriormente serão evocadas para resolver algum problema. Já a categoria compreensão envolve, de acordo com os referidos autores, a capacidade que o estudante tem de entender o conteúdo que lhe é ensinado e fazer uso dos materiais e/ou ideias nele abrangidos, bem como ir além do que lhe foi proposto. Assim, acreditamos que o segundo desafio proposto no jogo de RPG envolve a compreensão, pois os estudantes precisam ser capazes de ir além do conhecimento da teoria de repulsão dos pares de elétrons na camada de valência, e fazer extrapolações entre o conhecimento específico (as estruturas de Lewis representadas no primeiro desafio) para propor as fórmulas VSEPR.

De acordo com Bloom *et al.* (1974), são três as subcategorias presentes na categoria compreensão: translação, interpretação e extrapolação. Segundo os autores, a translação envolve o sujeito organizar uma comunicação em outra linguagem ou sob uma forma diferente. A interpretação está relacionada ao tratamento da comunicação como uma configuração de ideias, cuja compreensão pode demandar uma ordenação dessas comunicações em uma nova configuração na mente do sujeito. A extrapolação engloba, de acordo com Bloom *et al.* (1974), estimativas ou previsões baseadas na compreensão de conceitos e envolve inferências relativas

a implicações e efeitos que se ajustam às condições. A compreensão sob a forma de extrapolação difere da aplicação, pois o pensamento se desenvolve com base no que se comunica de informações mais que na abstração. Assim, postulamos que o segundo desafio está localizado na subcategoria extrapolação dentro da categoria compreensão, pois, nessa subcategoria, o estudante deve ir além dos limites colocados para aplicar suas ideias a situações e/ou problemas a situações que não haviam sido incluídos de forma explícita. De forma mais detalhada, Bloom et al. (1974) explicam que a extrapolação:

Requer que o leitor perceba com clareza os limites dentro dos quais uma comunicação se encontra e pode ser entendida. Em todos os casos, praticamente, o leitor deve reconhecer se uma extrapolação pode somente ser uma inferência com algum grau de probabilidade – é rara a certeza no que se refere à extrapolação. A extrapolação, como aqui é definida, distingue-se da aplicação no sentido de que o pensamento se caracteriza pela extensão do que é dado a condições ou situações intermediárias, passadas, futuras ou outras. O pensamento é, usualmente, menos abstrato do que no caso da aplicação, na qual se faz uso de generalizações, regras e procedimentos (Bloom et al., 1974, p. 81).

Dessa forma, os autores explicam que compreendendo a subcategoria da extrapolação fica evidente a diferenciação entre conhecimento e compreensão, contudo, ambas estão localizadas no mesmo domínio cognitivo: básico. Isto é, as categorias dos objetivos educacionais, segundo Bloom *et al.* (1974), são divididas em três classificações que ordenam o nível de desenvolvimento cognitivo em: básico, operacional e global. O nível de desenvolvimento básico opera por meio de dois objetivos educacionais: conhecimento e, depois, compreensão; já o nível operacional está relacionado às categorias aplicação e análise, nessa ordem. E o nível global envolve as categorias: síntese e análise, respectivamente. Esses níveis (básico – operacional – global) vão dos objetivos menos complexos até os objetivos educacionais mais complexos. Nessa perspectiva, inferimos que nosso jogo de RPG como instrumento para coleta de dados da avaliação nos mostrou, por meio dos dois primeiros desafios, que a aprendizagem de alguns estudantes de um curso de Licenciatura em Química pode estar localizada nas categorias conhecimento e compreensão da taxionomia de Bloom, ou seja, tal aprendizagem envolve o domínio cognitivo básico em relação ao entendimento da forma e da geometria das moléculas. Essa possível localização dos estudantes no domínio básico do jogo de RPG não se caracteriza como responsabilidade deles por não terem estudado entre outros aspectos, mas está relacionada com a análise, até agora, dos primeiros dois desafios construídos para proporcionar aprendizagens relativas às categorias conhecimento e compreensão, o que era esperado em nosso planejamento de pesquisa.

O terceiro desafio ensejava que os estudantes conseguissem construir moléculas existentes de geometria molecular trigonal piramidal, com o auxílio de algumas peças de um

kit de modelo molecular disponível sob uma bancada do laboratório onde aconteceu a aventura de RPG. Como objetivo educacional, esse desafio visava avaliar a capacidade que os estudantes têm de aplicar os conhecimentos relacionados à representação da estrutura de Lewis, juntamente com a previsão da fórmula VSEPR, para identificar a geometria esperada de diferentes moléculas. Assim, veremos, a seguir, um trecho transcrito desse desafio em que participaram estudantes do grupo 1:

- 152.**E4**: *(Aperta o gravador e escuta) Caroline é possível construir quantas representações moleculares*
 153.*existentes com a geometria: trigonal piramidal com as peças deixadas sob essa bancada?*
 154.**E3**: *trigonal piramidal.*
 155.**E5**: *é assim mesmo (apontando para a representação estrutural do CH_3^-).*
 156.**E4**: *e se for assim? (faz com os modelos moleculares uma representação de um metano).*
 157.**E2**: *não porque seria tetraédrico.*
 158.**E5**: *isso fica 4.*
 159.**E3**: *é só que do mesmo jeito [...].*
 160.**E5**: *é só vai ser duas.*
 161.**E4**: *e se eu colocar uma peça em outro (se referindo ao átomo central).*
 162.**E5**: *mesmo assim vai ser 2.*
 163.**E4**: *é.*
 164.**E5**: *e se for esse (faz uma representação do CH_2).*
 165.**E3**: *é mais isso é repulsão eletrônica, os pares de elétrons vão repelir as ligações para baixo, formando*
 166.*o trigonal piramidal.*
 167.**E3**: *se não tivesse a nuvem aqui (aponta para a representação da nuvem eletrônica do modelo molecular)*
 168.*ele seria geometria plana.*
 169.**E5**: *não, seria como angular.*
 170.**E3**: *isso.*
 171.**E2**: *só que é trigonal piramidal.*
 172.**E5**: *então é 2 né?!*
 173.**E4**: *de qualquer forma vai ficar 2.*
 174.**E2**: *isso, ficam duas mesmo. (Transcrição do Jogo no Grupo 1, Pos. 152-174)*

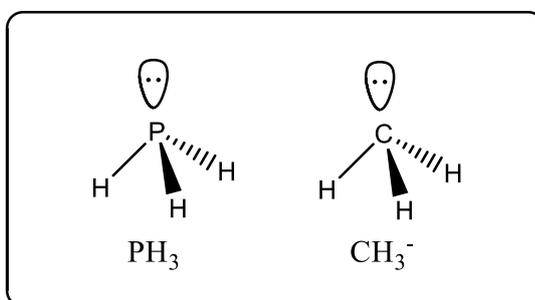
Nesse trecho, percebemos, no turno 154, que o estudante E3 tomou para si o conceito trigonal piramidal dentre todas as outras palavras narradas pela voz que vinha do gravador. Inferimos que isso demonstra um raciocínio rápido e resolutivo, isto é, que tenta captar de forma sistemática somente as informações necessárias para resolver um problema e/ou situação. De acordo com Chateau (1987), essa sistematização apenas de informações necessárias é típica das contribuições do jogo, haja vista que o jogo contribui para desenvolver o espírito construtivo, a imaginação e a faculdade de sistematizar. Além disso, Chateau (1987) concebe o jogo como:

Um artifício que conduz finalmente à vida séria, como um projeto de vida séria que esboça, por antecipação, essa vida. Através do jogo, a criança conquista essa autonomia, essa personalidade, e mesmo aqueles esquemas práticos necessários à vida adulta. Ela não as conquista em coisas concretas e pesadas para manipular, mas através de substitutos imaginários (Chateau, 1987, p. 23).

Por isso, o autor destaca que o jogo é importante para crianças e adultos, pois possibilita o exercício de faculdades mentais e atividades superiores como Arte, religião, esporte, ciência, entre outras.

Assim, nos turnos 155 e 156, os estudantes E3 e E5 montaram os modelos moleculares de modo a formar duas estruturas, sendo uma para cada um dos estudantes. Como vimos no Percorso Metodológico, o terceiro desafio estava localizado sob uma das bancadas do laboratório, onde havia seis esferas brancas com um furo representando os átomos de hidrogênios; uma esfera preta contendo quatro furos referente ao átomo de carbono; uma esfera amarela contendo quatro furos fazendo menção ao enxofre; duas peças referentes às nuvens eletrônicas, e seis barras que faziam referência à ligação simples. Dessa forma, esperava-se que os estudantes montassem duas estruturas existentes contendo a geometria trigonal piramidal, ou seja, o íon metil (CH_3^-) e a fosfina (PH_3), conforme disposto na Figura 18.

Figura 18 – Representação das geometrias moleculares das substâncias PH_3 e CH_3^- .

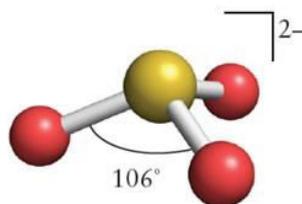


Fonte: autoria própria.

Assim, eles montaram a estrutura tridimensional do ânion metil (CH_3^-) no turno 155, como mostra a Figura 18, e a estrutura do gás metano (CH_4) no turno 156. Contudo, E4 foi advertido por E2, em 157, que sua montagem estava incorreta, pois formaria uma molécula com geometria tetraédrica. Logo, E5 (turno 160) chegou à conclusão de que apenas duas estruturas seriam possíveis com a geometria molecular do tipo trigonal piramidal. Para Atkins, Jones e Laverman (2018), a geometria molecular do tipo trigonal piramidal ou pirâmide trigonal é construída por um átomo central (A); três átomos que fazem ligação com esse átomo central (X_3) e um par de elétrons livres (E), localizado no átomo central, formando AX_3E como fórmula VSEPR. Isso ocorre, segundo esses autores, devido à teoria da repulsão dos pares de elétrons da camada de valência prever que os pares de elétrons livres exercem maior repulsão eletrostática que os elétrons envolvidos na ligação entre os átomos. Ou seja, os pares de elétrons livres empurram os átomos ligados ao átomo central uns contra os outros, pois a nuvem eletrônica de um par de elétron isolado ocupa um volume maior que a de um par ligado que, por sua vez, está envolvido em uma ligação entre dois átomos.

A Figura 19 nos mostra uma esquematização da formação da molécula com geometria trigonal piramidal.

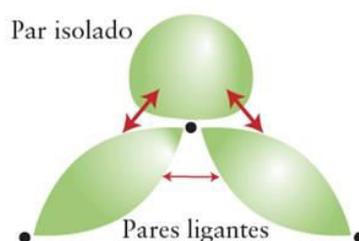
Figura 19 – Representação esquemática da geometria molecular do íon sulfeto (SO_3^{2-}).



Fonte: Atkins, Jones e Laverman (2018).

A Figura 19 nos mostra que o íon sulfeto (SO_3^{2-}) tem uma geometria do tipo trigonal piramidal devido à sua fórmula VSEPR do tipo AX_3E . Contudo, essa fórmula é proposta a partir da estrutura de Lewis do referido íon que estima haver um par de elétrons livres no átomo de enxofre, fazendo com que haja uma repulsão da nuvem eletrônica composta por esse par de elétrons contra as ligações S – O, conforme ilustrado na Figura 20, fazendo com que tenhamos a mencionada geometria.

Figura 20 – Representação da repulsão entre as nuvens eletrônicas do íon sulfeto (SO_3^{2-}).



Fonte: Atkins, Jones e Laverman (2018).

Essa repulsão mostrada na Figura 20 não foi considerada pelo estudante E4 no turno 156, pois ele formava um modelo que representa uma molécula tetraédrica. Ao contrário, o estudante E3 pareceu entender essa particularidade do modelo VSEPR quando afirmou, nos turnos 165 e 166, que a repulsão das nuvens eletrônicas faria com que a geometria formada fosse a trigonal piramidal. Além disso, E3 propôs que, se não houvesse o par de elétrons livres – representados por meio de uma peça específica nas peças do modelo molecular disponibilizados na bancada –, a molécula teria geometria trigonal planar (turno 168). Esse pensamento pode ser visualizado por meio da entrevista que fizemos com E3, na qual perguntamos: *então como que você chegou à conclusão de que no terceiro desafio sairia o número 2 como um dos dígitos da senha?*

175.**E3:** professor só podia duas possíveis por causa que tinha elétrons livres. Ai juntando todas as pecinhas
176.só dava “pra” formar duas.

177.**P:** e o que tem haver esses elétrons livres que interfere na formação de apenas duas estruturas?

178.**E3:** é porque tem a repulsão da nuvem eletrônica que deixa o composto com a geometria que ele pediu

179.(se referindo à geometria trigonal piramidal), se não tivesse os elétrons aí a molécula seria trigonal

180. *plana, mas como tem os elétrons eles “empurra” as outras ligações formando a piramidal. (Transcrição da Entrevista no Grupo 1, Pos. 173-178)*

Dessa forma, entendemos que E3 confirmou, durante a entrevista, sua justificativa para a formação de apenas duas estruturas moleculares com a geometria trigonal piramidal, como ele deu a entender durante o jogo. Um pensamento diferente, mas relacionado ao de E3, em 165 e 166, pode ser visto neste trecho em que participaram estudantes do grupo 2:

181. *E7: deixa eu apertar aqui... Caroline é possível construir quantas representações moleculares existentes com a geometria molecular do tipo: trigonal piramidal, com as peças deixadas sob esta bancada? Então agora a gente vai ter que montar.*
 184. *E9: vamos ter que montar as estruturas... aí lembrei que a trigonal piramidal [...]*
 185. *E7: pode ser o NH₃.*
 186. *E7: pode ser o NH₃?*
 187. *E9: NH₃ pode ser. Piramidal é formada quando o átomo central apresenta um par de elétrons livres e com três ligantes. Então ela tem que ter um átomo central e três ligantes e um par de elétrons livres. A amônia é um exemplo, a geometria tem uma estrutura e a gente pode ter essa (se referindo ao PH₃)... então*
 190. *a gente pode montar 2.*
 191. *E7: quantas pode montar?*
 192. *E9: duas. É o segundo dígito que a gente tem. Mas, não sabemos em qual posição dos cinco está. (Transcrição do Jogo no Grupo 2, Pos. 179-190)*

Percebemos, no turno 182, que, quando E9 mencionou a estrutura trigonal piramidal, rapidamente E7 afirmou (turno 183) que poderia ser a molécula de amônia (NH₃). Logo em seguida, essa última estudante transformou sua afirmação em uma pergunta: *pode ser o NH₃?* (turno 184), que foi respondida positivamente por E9, que destacou que a geometria piramidal é formada quando há elétrons livres no átomo central e apresenta três ligantes, portanto, a amônia seria um exemplo, juntamente com a molécula de fosfina (PH₃), que essa estudante montou com as peças presentes na bancada do laboratório. Ao ser questionada sobre: *por que você achou o número 2 lá no segundo desafio que vocês fizeram?*, E9 respondeu da seguinte forma:

193. *E9: porque quando a gente montou as estruturas deu duas possibilidades diferentes porque eram as duas possibilidades que tinham que ter a estrutura pirâmide trigonal. Trigonal piramidal. É trigonal piramidal. E as duas que tinham seria com a estrutura parecida com a da amônia que é com três ligantes e um átomo central e um par de elétron “livre” e (isso) encaixa certinho na quantidade de peças do modelo molecular (que tinha na bancada). (Transcrição da Entrevista no Grupo 2, Pos. 191-195)*

Nessa perspectiva, vemos que E9 relacionou a quantidade de ligantes do átomo central da molécula com a quantidade de elétrons livres nesse átomo para prever a geometria das moléculas (turnos 193 e 194). Assim sendo, inferimos que, tanto E3 como E9, aplicaram seus conhecimentos de representação de estruturas de Lewis e da teoria VSEPR para apontar a geometria esperada de determinadas moléculas, pois é nítido perceber que tais estudantes fizeram essas correlações na forma de sistematização oral para o grupo e chegar à resposta esperada.

De acordo com Bloom *et al.* (1974), as categorias: compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação da sua taxionomia demandam o domínio de uma categoria ligeiramente anterior, de modo que a categoria aplicação não foge a essa regra, uma vez que, para se aplicar algo, é necessário chegar ao conhecimento e à compreensão dos métodos, teorias, princípios ou abstrações. Em nosso caso, inferimos que o conhecimento específico de representação das estruturas de Lewis e a compreensão das particularidades da teoria da repulsão dos pares de elétrons na camada de valência podem ter sido entendimentos primordiais à previsão das geometrias moleculares no terceiro desafio. Para os referidos autores, em determinado problema, o estudante deve aplicar as abstrações apropriadas sem que lhe tenha sido dito quais são essas abstrações para que ele demonstre desenvolvimento cognitivo no nível operacional. Para Piaget (2008), a abstração consiste em retirar de uma classe de objetos suas características comuns, ou seja, é a simples extração de qualidades inerentes a um determinado objeto para que o esquema se forme e ocorra a assimilação deste. Mas é importante esclarecer, como nos explica Bloom *et al.* (1974), que a abstração não é garantia de entendimento sobre um objeto qualquer, atua como possibilidade para propiciar a resolução de um problema por meio do domínio cognitivo da aplicação. Da mesma forma, conforme Soares (2018), a aprendizagem não é garantia na epistemologia genética de Jean Piaget, uma vez que pode ocorrer no estudante o processo de assimilação, mas não acomodação, inviabilizando o desequilíbrio dessa adaptação que poderia levar à aprendizagem. Para Soares (2018):

No caso do jogo, haverá sempre um primado da assimilação sobre a acomodação, principalmente nos dois primeiros estágios de desenvolvimento. Isto é, o sujeito, por meio do jogo, pode vir a assimilar uma série de conteúdos/conceitos, mas o jogo em si não causa a diferenciação progressiva necessária para a acomodação. Já nos dois estágios posteriores, há a possibilidade de que o jogo cause a acomodação e leve ao equilíbrio (Soares, 2018, p. 236).

No entanto, Soares (2018) pontua que o jogo pode ser uma atividade a ser assimilada pelo sujeito, enquanto, externamente, diversas outras características tratam de transformar aquilo que lhe foi assimilado por meio de diversas diferenciações. Logo, para promover o equilíbrio entre assimilação e acomodação e, posterior deslocamento desse equilíbrio e, conseqüentemente, aprendizagem é necessário permitir ao jogador/estudante assimilar as aplicações e/ou informações disponíveis no jogo à medida que esse evolui.

A respeito disso, Bloom *et al.* (1974) afirmam que, para a aplicação sob a forma de domínio cognitivo operacional ocorrer, é preciso estudantes saberem (re)estruturar e classificar contextos, a fim de aplicar as abstrações corretas à resolução de um problema qualquer. Para isso, esses autores nos indicam seis passos, por meio da aplicação de abstrações:

- i) identificar aspectos conhecidos para conduzir as ações;
- ii) fazer uma reestruturação do problema para deixá-lo parecido a um modelo já conhecido e mais completo;
- iii) classificar o problema com algum conhecimento já conhecido;
- iv) mobilizar teorias, modelos, princípios, ideias e métodos (abstrações) necessários para resolver o problema;
- v) utilizar abstrações para resolver o problema;
- vi) encontrar a solução do problema.

Assim, inferimos que os estudantes dos grupos 1 e 2 seguiram esses passos para a resolução do problema proposto pelo terceiro desafio, pois, quando E3 mencionou o nome da geometria molecular solicitada pelo áudio de Lewis Tajra, no turno 154, isso pareceu estar relacionado ao primeiro passo da resolução de um problema, isto é, identificar aspectos conhecidos para conduzir as ações. Essas ações são materializadas no desafio como a capacidade que os estudantes têm para identificar quantas moléculas existentes seria possível montar; tal ação é praticada por E4, em 156 e 161. Já o segundo passo foi visto por E2 durante o turno 157, por meio da proposição de um nome para a geometria que E4 montou, ou seja, houve uma reestruturação do problema (quantas representações moleculares existentes com a geometria trigonal piramidal são possíveis montar), associando-o a algo que está abstraído em sua estrutura cognitiva e diretamente relacionado: a geometria das moléculas. Em seguida, percebemos os estudantes E4 e E5 dialogando (turnos 161 e 162) sobre as possibilidades de construção das moléculas com geometria trigonal piramidal. Aqui, entendemos que os estudantes mencionados (E4 e E5) classificaram o conhecimento como algo já conhecido, uma vez que eles já dominavam o conhecimento relativo às formas das moléculas devido ao conjunto de disciplinas específicas que tratam desse assunto e foram estudadas nos semestres iniciais da Licenciatura em Química.

Assim, inferimos que, para que ocorra a resolução de um problema, é necessário que o assunto presente no escopo desse problema já esteja acomodado e, por sua vez, equilibrado na estrutura cognitiva do estudante. Dessa forma, será possível evocar as abstrações presentes nesse equilíbrio para relacionar o assunto presente no desafio com o entendimento previamente existente na estrutura mental do estudante. Conforme nos explica Piaget (1982), o equilíbrio é uma realização progressiva entre a assimilação e a acomodação complementar, em que não há equilíbrio se as novas assimilações impõem esquemas contrários àqueles que haviam sido

adotados no contato prévio com esquemas anteriores, isto é, só existe equilíbrio se houver coerência na assimilação por meio da abstração de um determinado esquema.

Nos turnos 165 até 168, presenciamos uma conversa entre E5 e E3, que mobilizaram seus conhecimentos acerca da teoria VSEPR discutindo questões envolvendo as nuvens eletrônicas presentes nos átomos. Dessa forma, entendemos que o quarto passo para a resolução de problemas, proposto por Bloom *et al.* (1974), é visualizado nos turnos citados, pois E3 evocou suas abstrações para prever a geometria das moléculas a serem construídas no terceiro desafio. Além disso, E3 ainda fez uma extrapolação e propôs como hipótese que, se não houvesse o par de elétrons livres no átomo central, a molécula de CH_3^- teria geometria trigonal planar (turno 168). Nesse sentido, as próximas ações percorridas pelos estudantes foram a utilização das abstrações mobilizadas no passo quatro para a resolução de problemas e a solução do problema propriamente dito, como podemos verificar nos turnos 173 e 174.

Dessa forma, inferimos que os passos para a resolução de problemas, propostos por Bloom *et al.* (1974), foram percebidos nos grupos 1 e 2, mas não foram visualizados nos demais grupos de estudantes que participaram do jogo de RPG (grupos 3, 4 e 5), embora todos esses grupos tenham acertado o número de moléculas existentes com a fórmula molecular trigonal piramidal (duas possibilidades: CH_3^- e PH_3). Contudo foi, como percebemos por meio das nossas observações e anotações em diário de campo, de forma mecânica e automática, sem qualquer tipo de análise e/ou explicação, pelo menos não sob a forma verbal. Nesse desafio, os estudantes desses últimos três grupos se aproximavam do desafio e montavam sem qualquer análise as representações moleculares e encontravam duas moléculas, fazendo com que considerassem o número 2 como possível dígito da senha numérica a ser digitada para libertar a gerente da empresa fictícia.

Inferimos que isso pode ter acontecido por dois motivos. O primeiro motivo pode estar relacionado a esse terceiro desafio ser o mais fácil de solucionar dentre todos os outros, não no sentido de ele ser trivial, o que não é, pois, como vimos, demanda aplicar abstrações que envolvem a estrutura de Lewis (conhecimento específico) e os fundamentos da teoria de repulsão dos pares de elétrons na camada de valência (compreensão), mas por ele ser o único que englobava manipulação física de objetos, podendo ter propiciado aos jogadores dos grupos 3, 4 e 5 o uso da lógica e não da aplicação de abstrações. No entanto, essa lógica não está relacionada à lógica filosófica aristotélica nem às estruturas lógico-operatórias do sujeito do conhecimento designadas em agrupamentos por Piaget. Parece-nos que essa lógica utilizada pelos jogadores dos grupos anteriormente mencionados tem relação a um pensamento lógico-

dedutivo, em que um pensamento lógico é usado para chegar a um determinado resultado específico. E foi isso o que vimos, ou seja, os estudantes chegavam até a bancada onde estavam localizadas as peças do terceiro desafio e montavam por dedução e/ou lógica, parecendo não ter sido utilizado qualquer tipo de mobilização de abstrações. O segundo motivo de acreditarmos que os estudantes dos grupos 3, 4 e 5 não discutiram entre si as questões que perpassam pelo desafio foi eles não terem aprendizagem sobre as geometrias moleculares das moléculas, ou seja, tal conceito pode ter sido assimilado e não acomodado, formando a equibração que, por meio de uma nova assimilação, o equilíbrio seria perturbado e sua adaptação levaria à aprendizagem. Entretanto, esse motivo é relevante, mas incerto, uma vez que os estudantes desse grupo conseguiram responder corretamente os primeiros dois desafios e, portanto, deveriam ter essas abstrações em suas estruturas de cognição. No entanto, Bloom *et al.* (1974) nos alertam que ter abstrações não é garantia de aplicá-las na solução de um problema qualquer.

O quarto desafio do jogo de RPG estava localizado em um *QR-CODE* fixado em uma das paredes do laboratório e, quando os estudantes fizessem sua leitura por meio de seus *smartphones*, eles teriam que prever os principais ângulos de ligação de determinadas moléculas. O objetivo educacional para esse desafio envolve os estudantes analisarem diferentes estruturas moleculares para apontar seus principais ângulos de ligação. Segundo Atkins, Jones e Laverman (2018), para que o estudante possa prever os ângulos de ligação em uma molécula, é preciso que ele domine a habilidade de representar a geometria molecular. Para isso, é necessário prever a estrutura de Lewis de modo a localizar os possíveis pares de elétrons livres no átomo central, pois, como vimos na teoria VSEPR, há influência direta na geometria molecular, bem como propor a fórmula VSEPR para estimar a geometria, e somente então discutir os ângulos das ligações presentes na molécula. A seguir, em um trecho extraído da participação do grupo 5 no RPG, é possível visualizar o seguimento dessa sequência de passos para prever os ângulos de ligação:

- 198.**E26**: *(lendo em voz alta para todos os colegas do grupo): Considere as fórmulas moleculares abaixo*
 199.*representadas. Qual o resultado da soma da quantidade de moléculas que apresentam ângulo de ligação*
 200.*igual a 109,5° com a quantidade de moléculas com ângulo de ligação de 120°?*
 201.**E29**: *tem que ver o que faz 120°. O CO₂ é 120.*
 202.**E26**: *é um com 120, que é o CO₂. De um lado “pro” outro. CO₂ [...]*
 203.**E29**: *é não, é 120°.*
 204.**E26**: *pois isso não vai dar certo assim... tem que desenhar Lewis “pra” depois aquela do AX... e ver a*
 205.*geometria que aí a gente sabe o ângulo.*
 206.**E29**: *então “vamo” lá...CH₂O e CH₄ (desenhando as estruturas de Lewis em sua prancheta).*
 207.**E26**: *esse (se referindo ao CH₄) dá 109°.*
 208.**E29**: *109°?*
 209.**E29**: *BF₃ é 120°, olha aqui...eu desenhei.*
 210.**E25**: *Que mais?*

211.**E29**: *GeCl₄ que deu 109° também, igual o CH [...] (apontando para o desenho na prancheta)*

212.**E25**: *ok, qual o outro mesmo? Amônia?*

213.**E24**: *isso...olha aqui eu escrevi é 107°. (Transcrição do Jogo no Grupo 5, Pos. 198-213)*

Conseguimos verificar que E29 fez uma tentativa de deduzir, segundo seus esquemas pré-existentes acerca dos ângulos de ligação, os ângulos de ligação em determinadas ligações nas moléculas apresentadas pelo desafio, apontando que o ângulo C – O em CO₂ seria 120° (turno 202), o que é incorreto, devido a essa estrutura ter somente dois ligantes em seu átomo central. Assim, E26 interpelou E29 nos turnos 206 e 207, afirmando que essas deduções não seriam precisas e o ideal seria desenhar a estrutura de Lewis; prever a fórmula VSEPR; propor a geometria para depois estimar o ângulo de ligação. Dessa forma, percebemos que E29 acatou a sugestão e começou, juntamente com E26, E25 e E24, a desenhar as estruturas de Lewis de tais moléculas.

Inferimos que essa proposição de E29 (turnos 206 e 207) é positiva, pois vai ao encontro das etapas sugeridas por Atkins, Jones e Laverman (2018) para realizar estimativas de ângulos de ligações em moléculas. Além disso, acreditamos que essas etapas se conectam com o entendimento para a categoria análise que, segundo Bloom *et al.* (1974), se encontra em um nível de desenvolvimento cognitivo superior à compreensão e à aplicação e tem como foco o desmembramento de um assunto em partes menores para que se percebam suas inter-relações e os modos de organização. Para esses autores, a categoria de análise é importante, sobretudo nas Ciências da Natureza, na qual os professores esperam que os estudantes desenvolvam habilidades de estabelecer relações entre as ideias e perceber as implicações não explicitamente formuladas à solução de um determinado problema ou de um objetivo educacional.

Bloom *et al.* (1974) afirmam que a categoria de análise da sua taxionomia, em termos de objetivos educacionais, pode ser dividida nas seguintes subcategorias: a) análise de elementos; b) análise de princípios de organização; e c) análise de relações. A subcategoria de análise de elementos está relacionada ao objeto educacional integrar vários elementos, no qual os estudantes precisam utilizar o mecanismo biológico da reconhecimento para considerar que, nesse objeto educacional, há muitos outros elementos que não foram claramente assimilados e acomodados, sendo que esses elementos são importantes para determinar a natureza de tal objeto e, somente quando forem determinados, chegar-se-á a compreender o objeto educacional em sua totalidade. A análise de princípios de organização é uma subcategoria da análise em que a tarefa de analisar a estrutura e a organização de um objeto educacional se encontra em um nível difícil e complexo, pois não são indicados no mencionado objeto de forma explícita os princípios de organização empregados. A terceira subcategoria da análise é a de relações e se

refere ao estudante já ter identificado os diferentes elementos de um objeto educacional, mas ainda tem como tarefa explicitar as relações entre as diversas partes menores que constituem tal objeto. Para os autores, a análise de relações em determinado objeto educacional formará a tese principal do objeto educacional, propiciando a expansão e o desenvolvimento do estudante em um nível mais complexo.

Assim, temos que o quarto desafio do jogo de RPG está disposto na terceira subcategoria (análise de relações) da categoria análise, uma vez que os estudantes a fizeram de aspectos relacionados à estrutura de Lewis, teoria VSEPR e geometria molecular para propor os ângulos de ligação, como podemos verificar nos turnos 236 e 238. Acreditamos que esse desafio da aventura de RPG pode desenvolver nos estudantes habilidades para analisar, de forma complexa, os aspectos relacionados à forma e à estrutura das moléculas, colocando-os em um nível mais alto de desenvolvimento cognitivo do que conhecimento, compreensão e aplicação, por exemplo.

Na epistemologia genética de Piaget, um alto nível de desenvolvimento cognitivo está relacionado à equilibração majorante. Piaget (1982) explica que a inteligência ocorre por meio de uma nova equilibração, que é o estabelecimento do equilíbrio progressivo entre a assimilação e a acomodação complementar. O esquema assimilado só poderá estar equilibrado se houver uma acomodação perfeita, ou seja, nenhum outro esquema poderá modificar os esquemas já acomodados do sujeito. Ao contrário, não haverá equilibração se o novo esquema impôs atitudes motoras ou mentais opostas às que tinham sido adotadas no contato com outros esquemas. Portanto, só haverá equilibração se a assimilação for coerente a um esquema já presente na estrutura de cognição do indivíduo e houver uma estabilidade sistemática entre assimilação e acomodação, ou seja, um equilíbrio entre assimilação e acomodação. E esse equilíbrio poderá ser perturbado se houver uma nova assimilação seguida da acomodação de um esquema que poderá ser novo ou complementar.

Mas, segundo Piaget (1976), esse desequilíbrio voltará à sua adaptação por meio de um novo equilíbrio entre o mecanismo assimilador e a acomodação complementar. Entretanto, esse novo equilíbrio não é a mera realização de uma equilibração nova, mas é entendido como uma equilibração majorante. A equilibração majorante, de acordo com o autor, é um equilíbrio melhor estabilizado, diferente do retorno ao simples equilíbrio anterior que une de forma indissociável as construções e as compensações; não se aplica somente pela necessidade de uma alimentação dos esquemas de assimilação, mas consiste nas estruturas anteriormente equilibradas se tornarem os conteúdos de formas superiores e serem completadas por novos

conteúdos. Isso ocorre, segundo Montagero e Maurice-Naville (1998), pois uma teoria construtivista, pelo fato de ela não demonstrar que o desenvolvimento cognitivo não pode ser explicado exclusivamente pela hereditariedade, nem apenas pela influência do meio, deve propor a presença de um mecanismo interno ao indivíduo que o incentiva a converter seu conhecimento no sentido de uma melhora. Esse processo, segundo Piaget (2013), é o processo da equilibração, em que o desenvolvimento cognitivo é uma evolução dirigida por necessidades internas de equilíbrio. Contudo, o autor explica que não se trata de voltar ao equilíbrio anterior, deve-se buscar formas para propiciar uma equilibração melhor, isto é, uma equilibração que possibilite um alto grau de desenvolvimento cognitivo, ou seja, uma equilibração majorante.

Inferimos que o quarto desafio do jogo de RPG pode ter nos mostrado a presença da equilibração majorante do assunto presente no escopo do nosso RPG na estrutura cognitiva dos estudantes por meio da análise das relações, ou seja, por meio da separação do desafio em partes menores do que seriam respondidas e, posteriormente, montadas para se chegar à resposta final. Isso pode ser visto no grupo 4, por meio do trecho de uma conversa entre eles durante o jogo:

214.**E21**: *pois vamos ver. Vou fazer bem aqui. Vamos lá, quais são as moléculas? Vamos fazer de uma por*
215.*uma. CH₄.*

216.**E22**: *CH₄. Pronto.*

217.**E21**: *ó, tá. Tá certo. 109,5°. É, 109,5°.*

218.**E22**: *ó. 109,5°. E o segundo, qual que é?*

219.**E21**: *BF₃.*

220.**E22**: *que é?*

221.**E20**: *BF₃, que é 120°. (Transcrição do Jogo no Grupo 4, Pos. 154-159)*

Percebemos que E21, nos turnos 241 e 242, resolveu fazer a representação de Lewis de cada uma das moléculas representadas pelas fórmulas moleculares presentes no desafio proveniente do *QR-CODE*. Isso ocorre pois esse desafio foi construído para que os estudantes usassem seus conhecimentos acerca da estrutura de Lewis e da teoria de repulsão dos pares de elétrons na camada de valência em problemas menores para depois chegar à resposta esperada, como podemos visualizar em 217, 218 e 221, por meio das verbalizações de E22, E21 e E20, pois uma das perguntas da entrevista dizia: *eu vi que você chegou ao dígito 4 no desafio do QR-CODE. Como você chegou a esse número? O que você fez?*

222.**E21**: *professor a gente foi fazendo uma por uma das moléculas, e... É, e a gente montou a (estrutura de)*

223.*Lewis, depois aquela do AX... e aí tinha a geometria dela e depois fomos procurando os graus de cada*

224.*um. Aí a gente foi somando [...] (Transcrição da Entrevista no Grupo 4, Pos. 62)*

Assim, entendemos que o conhecimento relativo a propor os ângulos das principais ligações das moléculas pode ter relação com a equilibração majorante, como vimos anteriormente, pois se trata de um problema que demanda outros conhecimentos para ser

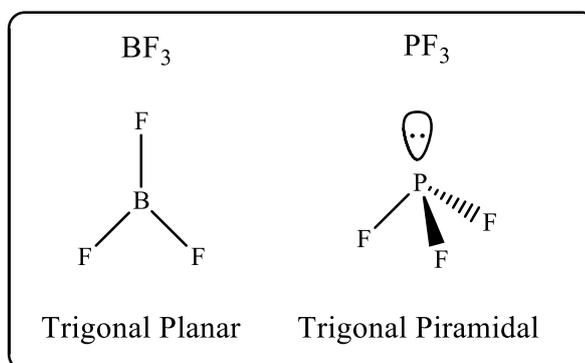
analisado. Por isso, a categoria análise é pertencente ao domínio cognitivo operacional na taxionomia de Bloom.

No quinto desafio do jogo de RPG, os estudantes deveriam encontrar, dentro do laboratório, um caderno de anotações com diversas assertivas acerca do assunto presente no escopo do jogo, julgá-las e somar os números correspondentes às afirmações corretas. A resposta oriunda da soma desses números é o último dígito da senha que abre a caixa onde está localizada a personagem Caroline. O objetivo educacional desse desafio envolvia a capacidade dos estudantes julgarem assertivas acerca de um determinado conhecimento sintetizado. Vejamos uma conversação sobre esse desafio no grupo 1 por meio do seguinte trecho:

- 225.**E3**: (pega o caderno de anotações e faz a leitura para o grupo): Caroline, se você ainda estiver viva,
 226.vamos para o último desafio que testará seus conhecimentos químicos. Para se salvar, você terá de
 227.identificar quais das assertivas abaixo estão corretas.
 228.**E2**: eita [...]
 229.**E3**: 1. A molécula que contém a fórmula molecular PF_3 é trigonal planar, pois, assim como BF_3 , possui
 230.fórmula VSEPR AX_3 .
 231.**E2**: é porque o boro só vai ter três ligantes né e vai ser trigonal planar.
 232.**E3**: eu acho que é. A estrutura de Lewis da molécula é essa (mostra a representação na prancheta)
 233.**E4**: eu acho que está errado.
 234.**E3**: essa primeira estrutura (se referindo a PF_3) seria trigonal piramidal por causa dos pares de
 235.elétrons livres.
 236.**E5**: então aqui é falsa. (Transcrição do Jogo no Grupo 1, Pos. 225-236)

Em 231, o estudante E2 previu que a geometria para a molécula de trifluoreto de boro (BF_3) será trigonal planar. Da mesma forma, E3 nos turnos 234 e 235, afirmou que a geometria molecular da fórmula PF_3 é trigonal piramidal, devido ao par de elétron livre presente no átomo central de fósforo. Essas afirmações de E2 e E3 levaram o estudante E5 a afirmar, no turno 236, que a assertiva número 1 do quinto desafio é falsa. Essa resposta de E5 por meio das falas de E2 e E3 está correta, pois, como podemos verificar na Figura 21, as geometrias esperadas para essas moléculas são: trigonal planar e trigonal piramidal, respectivamente.

Figura 21 – Representação da geometria esperada para as moléculas de BF_3 e PF_3 .



Fonte: autoria própria.

Sendo assim, inferimos que os estudantes E2 e E3 apresentaram a capacidade de sintetizar conhecimentos para apresentar uma resposta para determinada questão e/ou problema. Para Bloom *et al.* (1974), a síntese é uma combinação de partes estudadas anteriormente reorganizadas em um contexto global, novo e integrado. Isto é, a síntese está relacionada a separar conteúdos específicos em suas operações, depois agrupar tais conteúdos em um aspecto novo que seja capaz de integrar todos os conteúdos específicos que outrora foram separados. Assim, quando vimos E2 e E3 desenhar a estrutura de Lewis (turno 232), lembrar particularidades da teoria VSEPR (turno 234) para prever a geometria de duas moléculas, percebemos que a taxionomia do objetivo educacional – síntese –, está sendo visualizada nesses estudantes.

Destacamos que a síntese é uma categoria do domínio cognitivo proposta por Bloom *et al.* (1974), a qual proporciona ao estudante oportunidades maiores para desenvolver um comportamento novo diante de um conteúdo, ou seja, a partir de conteúdos anteriores, como estrutura de Lewis e estimar fórmula VSEPR, é possível produzir um conteúdo novo, como propor a geometria de uma molécula, por exemplo. Contudo, os conteúdos novos criados nessa categoria não são, segundo os autores, totalmente livres, uma vez que o estudante precisa trabalhar dentro dos limites colocados por determinados problemas, materiais ou estruturas lógicas e metodológicas. Nesse aspecto, é importante entender que a síntese é diferente das categorias anteriores da taxionomia (compreensão, aplicação e análise). Assim, Bloom *et al.* (1974) explicam que compreensão, aplicação e análise, assim como a síntese, requerem organização de elementos e elaboração de unidades significativas, mas esses processos são mais parciais e menos completos que a síntese quando se trata da dimensão do problema. Além disso, as categorias compreensão, aplicação e análise não atribuem importância à singularidade e à originalidade, como ocorre na síntese. O trecho, a seguir traz uma discussão acerca do quinto desafio ao grupo 4:

- 237.**E21**: “vamo” lá. A estrutura de Lewis da molécula de água possui 2 pares de elétrons livres no átomo
 238.central de oxigênio, o que faz com que a molécula tenha ângulo de ligação de 104° entre as ligações
 239.H – O – H.
 240.**E18**: cento e quanto?
 241.**E21**: 104° .
 242.**E18**: “Tá” certo.
 243.**E21**: a estrutura de Lewis da molécula de água possui 2 pares de elétrons livres no oxigênio olha aqui
 244.(mostrando o desenho em sua prancheta). Procura onde fica os pares de elétrons livres.
 245.**E18**: não tem. Não tem.
 246.**E21**: não tem par de elétrons livres? Tem olha aqui [...] (mostra o desenho de H₂O na prancheta).
 247.**E20**: tem os que não fazem ligações.
 248.**E21**: então são os pares de elétrons livres.
 249.**E21**: Então a 3 “tá” correta.
 250.**E20**: 104° ?

251.*E21*: *É, 104°.*

252.*E20*: *Tá certo, E18?*

253.*E18*: *Tá certo. (Transcrição do Jogo no Grupo 4, Pos. 237-253)*

Nesse trecho, notamos uma discussão para chegar ao julgamento da assertiva número 3, que foi lida por E21 nos turnos 237 a 239. Assim, percebemos que E21 desenhou (turno 243) a estrutura de Lewis e notou que, no oxigênio da fórmula H_2O , havia pares de elétrons livres. No entanto, E18, no turno 245, afirmou não haver elétrons livres no átomo central (oxigênio – O), mas foi contestado por E21, que mostrou, no turno 246, a existência de elétrons livres, ou seja, aqueles que não estão fazendo ligações, como disse E20 em 247. Logo, os estudantes chegaram à conclusão de que a alternativa era correta. Tal foi a resposta esperada para essa assertiva, haja vista que a molécula de água (H_2O) tem ligação entre os átomos H – O – H e, devido aos dois pares de elétrons livres no átomo central de oxigênio, há uma repulsão causada pelas nuvens eletrônicas desses elétrons nas ligações H – O, fazendo com que tal molécula tenha geometria do tipo angular e apresente ângulo nessa ligação (H – O) igual a $104,45^\circ$, conforme nos explicam Atkins, Jones e Laverman (2018).

Dessa forma, entendemos que, assim como no grupo 1, o estudante E21 soube proceder com a habilidade de sintetizar informações para chegar a novas conclusões. Ou seja, desenhar a estrutura de Lewis, prever a fórmula VSEPR, propor a geometria e estimar o ângulo de ligação, respectivamente. Logo, entendemos que a conclusão nova seria o ângulo de ligação que foi estimado por meio de abstrações envolvendo estrutura de Lewis, fórmula VSEPR e geometria molecular. Isso parece ser confirmado por meio da seguinte pergunta realizada para E21: *[...] e a (assertiva de) número três por que você disse que estava certa? O que você pensou para afirmar isso?*

254.*E21*: *pois professor foi porque a molécula de água tem água tem $104,45^\circ$ mesmo. Eu já sabia de cor*

255.*porque é uma molécula que todo canto tem. Daí a gente já sabe ela decorado. Mas, mesmo assim para*

256.*não errar a senha eu quis desenhar a estrutura de Lewis e olhar se tinha para de elétrons ou não, porque*

257.*se tivesse a geometria ia ser diferente e o ângulo só pode ser dado quando tem a geometria. Pois eu vi*

258.*que o oxigênio tem dois pares de elétrons não ligantes daí confirmou o 104° . (Transcrição da Entrevista no Grupo 4, Pos. 90-92)*

Assim, entendemos que E21 mobilizou, nos turnos 256 a 258, conteúdos anteriores como estrutura de Lewis e a teoria de repulsão dos pares de elétrons na camada de valência para considerar os possíveis elétrons livres no átomo central, propor a geometria e estimar o ângulo de ligação. Ou seja, é possível ver, em E21, um domínio cognitivo de síntese. De acordo com Bloom *et al.* (1974), na categoria de síntese, o estudante precisa unir elementos de diferentes fontes e organizá-los em uma estrutura ou configuração não percebida anteriormente para que seus esforços possam estar voltados à elaboração de um resultado identificável em vários sentidos e mais coeso e integrado dos que as partes utilizadas no início. Desse modo, os autores

explicam que um problema em nível de síntese requer os conhecimentos abstraídos nas categorias anteriores. Por isso, o domínio da síntese se localiza após o conhecimento, a compreensão, a aplicação e a análise e se configura como um domínio de alto desenvolvimento cognitivo, ou seja, um domínio global.

Segundo Bloom *et al.* (1974), a categoria de síntese tem subcategorias definidas tendo por base o produto ou o resultado. Logo, é possível classificar a síntese em três subcategorias diferentes: i) comunicação singular; ii) plano ou indicação de operações; e iii) conjunto de relações abstratas.

Para os autores, a primeira subcategoria da síntese tem como produto uma comunicação singular e envolve transmitir ideias e experiências. Dessa forma, o resultado dessa categoria pode ser considerado singular pelo menos em dois aspectos. Primeiro, não representa indicação de um conjunto de especificações a serem realizadas, a menos, no sentido restrito de organizar um plano expressivo que possa ser interpretado e desenvolvido por um sujeito. Segundo, não representa uma contribuição ao constructo de conhecimentos básicos, ou seja, sua relação com uma estrutura teórica externa não é objeto de controvérsia.

Na segunda subcategoria da síntese é possível, conforme Bloom *et al.* (1974), caracterizar o resultado como um plano ou indicação de operações e se dará da seguinte forma: primeiro, existe um conjunto proposto de operações, segundo, é seguido da realização conjunta das operações do primeiro momento e, terceiro, é estimado o resultado esperado. Ou seja, essa subcategoria está, segundo os autores, relacionada à capacidade de o estudante propor um conjunto de operações (resultados) com a ajuda de partes menores dessas operações que representam meras ideias ainda não transladadas em ação. Logo, os produtos da síntese devem atender a um conjunto de critérios rigorosos e objetivos.

Para Bloom *et al.* (1974), a terceira subcategoria considera o produto da síntese um conjunto de relações abstratas, cujo conjunto de relações pode ser proveniente de uma análise de certos fenômenos observados a serem comprovados. Além disso, pode ser que essas relações se originem de uma análise entre hipóteses ou outras representações simbólicas e se formariam necessárias.

Tendo explicitado essas três subcategorias do domínio cognitivo da síntese, entendemos que o quinto desafio se localiza na segunda subcategoria, isto é, cujo produto da síntese são resultados novos provenientes de conteúdos anteriores, nos quais o estudante tem muitas oportunidades para expressar suas ideias como, por exemplo, examinar uma ou mais hipóteses

específicas, como vimos nos diálogos oriundos dos grupos 1 e 4 do quinto desafio. Desse modo, ter a capacidade de sintetizar conhecimentos para produzir novos é primordial no processo educacional, pois, como nos explicam Bloom *et al.* (1974), os problemas que requerem a capacidade de síntese proporcionam uma experiência mais interessante do que os problemas que necessitam somente da aquisição de conteúdos de forma mecânica e instrumental. São também importantes as possibilidades de motivação que os problemas de síntese podem oferecer, pois esses problemas podem facilitar a integração do estudante na rotina escolar, além de oferecer oportunidades de satisfação pessoal, haja vista que o estudante criará um conhecimento novo.

Ao finalizarmos essa discussão sobre a primeira categoria de análise, que nomeamos de entendimento, percebemos que ela enseja compreensões em três aspectos: *i*) investigação de aprendizagens em diferentes níveis do domínio cognitivo; *ii*) desenvolvimento cognitivo; *iii*) limitações quanto ao: a) tipo de jogadores; e b) tipo de desafios.

Em relação ao primeiro aspecto, entendemos que o jogo de RPG denominado: *Um crime na Purdue Produtos Químicos* possibilita a investigação de entendimentos acerca dos conteúdos: representação das estruturas de Lewis; teoria da repulsão dos pares de elétrons na camada de valência (VSEPR); proposição de geometria molecular de algumas moléculas e estimativa de ângulos de determinadas ligações em moléculas. Acreditamos que esses conteúdos foram entendidos pelos estudantes que participaram do jogo em diferentes níveis de complexidade, os quais diferenciamos por meio dos domínios da taxionomia dos objetivos educacionais. Ou seja, foi possível observar que houve estudantes que, por meio do respectivo desafio, construído propositalmente para isso, se localizavam nos níveis básico (conhecimento e compreensão), operacional (aplicação e análise) e global (síntese). Assim, a disposição de um determinado estudante em um nível superior pode indicar que ele já tem os entendimentos correspondentes aos domínios anteriores. Acreditamos ser um ponto positivo da aventura de RPG proposta, pois auxiliará o professor a avaliar a aprendizagem de sua turma de estudantes por meio do lúdico, pois, conforme nos explica Cavalcanti (2018):

O jogo proporciona a liberdade e não possui essa atmosfera de medo criada em sala de aula. O erro pode, durante o jogo, ser trabalhado de forma lúdica, sem pressão para o aluno e sem opressão por parte de colegas e professor, fazendo com que o aluno tenha total liberdade para opinar, mostrar toda sua criatividade e interagir com os outros alunos e com o professor, tentando solucionar os problemas de aprendizagem. (Cavalcanti, 2018, p. 51).

Ou seja, avaliar a aprendizagem do estudante por meio do jogo, de acordo com Cavalcanti (2018), possibilita aos estudantes uma nova forma de instrumento para coleta de

dados para a avaliação. E a união da taxionomia dos objetivos educacionais no jogo oferece ao professor a possibilidade de perceber em qual complexidade e profundidade um determinado conteúdo está posto na estrutura cognitiva dos estudantes. O que é importante e necessário, pois auxilia o professor a planejar suas intervenções para avançar ou retomar determinados aspectos do conhecimento químico.

O segundo aspecto percebido na presente categoria de análise foram os desafios do jogo de RPG possibilitarem a visualização da disposição dos estudantes nas categorias conhecimento, compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação, o que foi possível devido a uma previsão englobando os desenvolvimentos cognitivos dos estudantes. Isto é, percebemos, durante os desafios do jogo, que os estudantes mobilizavam seus esquemas por meio de um desequilíbrio entre a assimilação e a acomodação. Tal equilíbrio voltava a se estabilizar por meio da equilibração majorante com um mecanismo assimilador e a acomodação complementar. Como vimos anteriormente, a equilibração majorante é, segundo Piaget (1976), um equilíbrio melhor que o anterior e conduz aos caracteres positivos pertencentes aos esquemas, ou seja, a equilibração majorante é um processo de desenvolvimento cognitivo do sujeito, percebido pela inteligência em alguma área ou aspecto.

O terceiro aspecto envolve as limitações que o jogo de RPG produziu em dois sentidos: quanto à dinâmica de jogo e quanto ao tipo de desafio. Em relação à dinâmica do jogo, ele foi planejado para ser realizado em equipes de cinco a seis componentes, ou seja, envolvia a formação de grupos. Apesar do aspecto cooperativo que um jogo em grupo pode proporcionar, sobretudo quando se trata de um jogo como os de RPG, que têm um desafio a ser vencido pelos jogadores, há momentos em que um estudante domina toda a cena, ao passo que outros estudantes ficam ofuscados pelo protagonismo desse primeiro. Isso ocorre devido às características pessoais de cada estudante, pois há pessoas extrovertidas, espontâneas e brincalhonas, da mesma forma que há pessoas com características opostas às mencionadas. Contudo, não cabe ao professor que ministra o jogo de RPG interferir nessa questão, pois, como podemos ver em Huizinga (2019), o jogo *stricto sensu* tem a liberdade como uma das suas características. Contudo, o jogo educativo é um arremedo desse jogo que também tem, por consequência, a característica da liberdade, de modo que não é passível que o professor obrigue ou determine que algum estudante participe forçosamente de uma atividade lúdica. Isso implica uma limitação de o jogo atuar como instrumento para coleta de dados da avaliação, pois o professor não conseguirá avaliar todos os estudantes, uma vez que nem todos participarão e/ou

falarão durante o jogo. O que pode ser entendido como não dominar o conteúdo presente no escopo do jogo e/ou simplesmente não querer participar de tal atividade.

A segunda dimensão presente no terceiro aspecto do jogo de RPG foi o desafio três, isto é, aquele que envolvia a montagem de peças de um kit de modelo molecular para propor a geometria trigonal piramidal de moléculas existentes. Nesse desafio, percebemos que três dos cinco grupos apenas montaram de forma lógico-dedutiva duas estruturas quaisquer com as peças disponíveis na bancada do laboratório, conforme podemos perceber na entrevista com os estudantes E21 (grupo 4), E25 (grupo 5) e E3 (grupo 1), aos quais foi feita a seguinte pergunta: *E como é que você chegou na resposta 2 lá no terceiro desafio?*

259.*E21: E só juntando dava “pra” formar uma dessa trigonal piramidal. (Transcrição da Entrevista no Grupo 4, Pos. 76)*

260.*E25: Porque ele falou “pra” gente montar as estruturas e só teve duas estruturas para montar. (Transcrição da Entrevista no Grupo 5, Pos. 53)*

261.*E3: juntando todas as pecinhas só dava “pra” formar 2. (Transcrição da Entrevista no Grupo 1, Pos. 28)*

Assim, concluímos que o terceiro desafio, por ser o único de manipular fisicamente, pode não ter despertado nos estudantes um pensamento crítico e reflexivo para propor o número 2 como resposta, mas o fato de montar as peças de forma prática pode ter interferido para os estudantes somente montarem as peças que, por sua vez, dariam justamente duas estruturas com a geometria solicitada pela gravação. Baseado nisso, entendemos que desafios que demandem a mobilização de conhecimentos e também podem ser resolvidos somente com o uso da lógica não podem estar presentes em jogos de RPG, pois a necessidade de alcançar o desafio final do jogo fará com que a pressa prevaleça sobre a análise e reflexão, fazendo com que o caminho mais rápido e simples para se alcançar uma resposta seja utilizado. A seguir, passaremos para a discussão de alguns resultados provenientes da transcrição dos nossos dados e que envolvem a categoria de análise: avaliação.

4.2. Avaliação

A categoria de análise denominada avaliação está relacionada à capacidade que o RPG teve de despertar nos estudantes habilidades como avaliação de hipóteses e tomada de decisões rápidas, precisas e objetivas. Dessa forma, foi possível notar que, em todos os desafios do jogo, habilidades relacionadas com a presente categoria de análise foram visualizadas, uma vez que os estudantes precisavam propor e avaliar um número entre 1 e 9 proveniente de cada desafio. Entretanto, foi no sexto desafio da aventura de RPG que a categoria de análise avaliação foi mais observada, pois esse desafio consistia em os estudantes avaliarem todos os números encontrados nos cinco desafios anteriores para propor a sequência correta desses números,

formando a senha contendo cinco algarismos que não se repetem entre si e, conseqüentemente, liberaria a gerente da empresa de produtos químicos da caixa térmica, onde ela estava presa. Um diálogo envolvendo a mencionada categoria de análise pode ser visto nesse trecho extraído do grupo 1:

262.E5: *então é o número 4.*

263.E4: *é o que?*

264.E5: *a senha é 4.*

265.E3: *mas se for o número de pares de elétrons teria que ser 1 não?! Porque só tem um par de elétrons.*

266.E4: *ele fica só com 1.*

267.E5: *então vamos colocar aqui 1 ou 4 (anotando no papel disponível na prancheta).*

268.E4: *tudo bem.*

269.E3: *não porque “tipo” 1 que é a quantidade de elétrons.*

270.E5: *é pode ser.*

271.E4: *mas eu acho que é 1.*

272.E5: *não, mas a gente vai saber pelo experimento 2 porque ele disse que não se repete entre si, ou seja,*

273.*se aqui for 1 já não é 1 é 4. (Transcrição do Jogo no Grupo 1, Pos. 262-273)*

Esse trecho de conversação entre os estudantes do grupo 1 ocorreu durante o primeiro desafio e eles estavam avaliando o número que deveria ser proposto a partir desse desafio. Para isso, E5 afirmou, nos turnos 262, que tal número deveria ser o 4. No entanto, E3 justificou (turno 265) que o número não era 4, mas 1, uma vez que só há um par de elétrons. É válido lembrar que o primeiro desafio consistia em os estudantes representarem as estruturas de Lewis de XeOF₄, XeOF₂ e XeF₄ e apontar quais dessas substâncias, representadas em frascos numerados de 1 a 3, apresentavam um par de elétrons no átomo central de xenônio. Por isso, E4 concordou com E3, no turno 266, e afirmou que o número era 1, pois a substância do frasco 1 tinha coincidentemente um par de elétrons livres. Mesmo assim, E5 não desistiu da ideia de colocar o número 4 e, para não contrariar o grupo, propôs colocar ou o número 1 ou o número 4 (turno 267). Durante nossas observações e anotações em diário de campo, percebemos que o número 4, proposto por E5, foi mencionado por meio do índice presente (4) no átomo de flúor na fórmula molecular XeOF₄.

Assim, percebemos que os estudantes E3 e E4 apresentaram uma capacidade de fazer uma avaliação em relação a uma decisão a ser tomada, haja vista que era preciso decidir entre escolher o número 1 ou 4 para o primeiro desafio. Para isso, esses estudantes utilizaram argumentos para se contrapor à ideia proposta por E5 que, por sua vez, não utilizou argumentos para defender sua escolha pelo número 4. Desse modo, entendemos que E5 não avaliou as possibilidades para propor sua hipótese.

Como vimos, houve a utilização da prática da argumentação por parte dos estudantes no primeiro desafio, pois, de acordo com Mendonça e Ibraim (2019), a argumentação é compreendida como um processo social direcionado ao estabelecimento de relações entre

evidências e teorias, como o argumento científico com o objetivo de construir conhecimento. Além de ser uma tentativa de validar ou refutar uma conclusão, tendo em vista um conjunto de proposições que refletem os valores da comunidade científica. Dessa forma, as autoras explicam que a argumentação ocorre por meio das evidências que podem ser provenientes de dados, os quais se originam do campo empírico e/ou teórico, sendo que os dados empíricos são os resultados obtidos por experimentos; já os dados provenientes do campo teórico são oriundos das relações entre teorias aceitas pela comunidade científica. Para Mendonça e Ibraim (2019), a argumentação só ocorre nas situações em que há discussão entre dois ou mais posicionamentos e nos quais se busca alcançar uma solução a partir da negociação, além de que o envolvimento do sujeito na argumentação proporciona a elaboração de argumentos para defender seu posicionamento, que será expresso por meio das relações entre o posicionamento adotado e as razões para aceitá-lo ou não.

A conclusão do trecho transcrito anteriormente foi feita quase no final da aventura de RPG, na qual os estudantes tinham que decidir qual dos números (1 ou 4) usariam para poder digitar no teclado da caixa a senha numérica de cinco dígitos:

274.E3: *o primeiro é que número então?*

275.E5: *então...agora só falta o primeiro desafio.*

276.E2: *ó... vai de 1 ao 9, então tem que descartar esse aqui ó (se referindo ao número 1 ou 4 do*

277.primeiro desafio).

278.E2: *não mais eu acho que é o 1. Por que é a coisa 1.*

279.E4: *por que tem o 1 bem-marcado no frasco.*

280.E2: *é faz sentido ser o 1. Porque o 4 é só por causa do flúor.*

281.E4: *sim.*

282.E2: *então é 1 mesmo. (Transcrição do Jogo no Grupo 1, Pos. 274-282)*

Percebemos que houve uma aceitação por parte de E5 (turnos 280 e 282) dos argumentos propostos por E2 e E4 para o número referente ao primeiro desafio ser o algarismo 1, como é possível visualizar nos turnos 278 e 279, respectivamente. E5, ao ser perguntado durante a entrevista: *como você avaliou o primeiro desafio para saber que era o número 1, pois eu vi que você estava em dúvida entre 1 e 4? Então como você chegou ao número 1 e não no 4?* respondeu da seguinte forma:

283.E5: *porque tinha vários frascos e estavam enumerados, e fora isso daí também falava lá o menor número*

284.de pares de elétrons. Então como o menor número de pares de elétrons era 1 encontramos o 1, “e

285.também” o 1 ganhava em questão de bater mais o número 1, porque era o número do frasco e 1

286.porque era o número do par de elétrons. O 0 tinha a ver com o flúor, “mas mesmo assim” a gente ficou

287.em dúvida, o que bateu o martelo foi a dica do QR-CODE ter dado 4 e falava na carta que os números não

288.se repetiam. Aí do 4 já não era mais 4 e foi excluído e ficou 1. (Transcrição da Entrevista no Grupo 1, Pos. 283-288)

Logo, percebemos que E5 abstraiu e aceitou os argumentos colocados por E2 e E4 durante as conversas para a resolução do primeiro desafio, pois ele deixou claro, nos turnos

283, 284 e 287, que deveria ser o algarismo um, uma vez que os frascos de reagentes estavam enumerados. Também observou um par de elétrons desemparelhados na substância presente no frasco de número 1 e o quarto desafio que tinha o *QR-CODE* daria como resposta o número 4. Assim, como os números não poderiam se repetir entre si, a resposta do primeiro desafio só poderia ser 1, como previsto por E2 e E4 no início das discussões realizadas. Nesse desafio do *QR-CODE*, os estudantes do grupo 1 travaram o seguinte diálogo com o intuito de avaliar qual seria o algarismo esperado para esse desafio:

289.E2: *ou é 3 ou é 4.*

290.E3: *é o número de moléculas gente...é 4. Não é o número de átomos não, é o número de moléculas.*

291.E5: *tem quatro moléculas aí.*

292.E2: *o somatório das moléculas que tem 109,5° mais os que tem 120°, aí só tem 1 molécula de 120° e 3*

293.*com 109,5°. Então, em teoria, seria 03.*

294.E4: *não, a gente esqueceu do CH₂O que é 120° eu desenhei aqui ó (se referindo ao papel em sua 295.prancheta).*

296.E2: *então vai ser 2 mais 2.*

297.E3: *pode pôr aí: 120°. (apontando para o quadro e se referindo ao CH₂O)*

298.E2: *2 mais 2 é 4. Então se apareceu o 04 agora. Somatório [...]*

299.E3: *ou é 5 ou é 4.*

300.E5: *uai...vai somando né, agora é 120° mais 109,5° né?!*

301.E3: *então vai ser 1 (apontando para CH₄), 02 (apontando para BF₃), 03 (apontando para GeCl₄), 4*

302.*(apontando para CH₂O) ou 05 se a gente arredondar ele (apontando para NH₃). 04 ou 5.*

303.E5: *acho que é 5.*

304.E2: *107° não conta, ângulo não pode arredondar...então dá 4. (Transcrição do Jogo no Grupo 1, Pos. 289-304)*

Nesse desafio, os estudantes discutiram, nos turnos 292 e 293, entre si na tentativa de encontrar o somatório da quantidade de moléculas com ângulo de ligação igual a 109,5° com a quantidade de moléculas com ângulo igual a 120°, considerando que o resultado desse somatório é o algarismo correspondente a um dos dígitos da senha. Percebemos que o estudante E5 acreditava que o resultado do somatório é o número 5 (turno 303), influenciado por E3, que propôs, no turno 302, arredondar o ângulo de ligação N – H da molécula de amônia de 107° para 109,5°. Mas foi interpelado por E2, no turno 304, que afirmou não ser possível arredondar ângulos de ligações e, por isso, a resposta esperada seria o número 4.

Concluimos que os estudantes foram capazes de avaliar as hipóteses para proporem um resultado esperado e válido diante dos diversos argumentos colocados. Isso pareceu nos mostrar a capacidade que os estudantes podem ter apresentado para avaliar situações e escolher a melhor e/ou a mais adequada entre elas. Isso reflete a prática argumentativa que, de acordo com Mendonça e Ibraim (2019), consiste, como vimos, em o estudante ter a capacidade de avaliar conclusões por meio de evidências, isto é, ser capaz de reconhecer que as conclusões devem ser explicadas e justificadas de uma forma que faça sentido, ou seja, que tenha base em teorias e/ou evidências. Durante a resolução do primeiro desafio, os estudantes do grupo 2 também

apresentaram domínios cognitivos relacionados à categoria avaliação, conforme podemos perceber no trecho a seguir:

- 305.**E6**: *é aqui (se referindo ao XeOF₄) é só um.*
 306.**E9**: *e o resto tudo dois. Cadê a carta? O que tá perguntando?*
 307.**E6**: *é o que tem o menor número de elétrons.*
 308.**E6**: *é o primeiro.*
 309.**E9**: *XeOF₄.*
 310.**E6**: *é.*
 311.**E8**: *que é qual frascos?*
 312.**E9**: *é o frasco 1.*
 313.**E6**: *é o 1.*
 314.**E8**: *então qual é o dígito?*
 315.**E9**: *é o dígito 1. (Transcrição do Jogo no Grupo 2, Pos. 305-315)*

Nesse trecho, proveniente do grupo 2 enquanto resolviam o primeiro desafio, podemos perceber que os estudantes E6, E8 e E9, nos turnos 308, 311, 312, 314 e 315, respectivamente, avaliaram as possibilidades para afirmarem que o dígito esperado desse desafio seria o número 1. Desse modo, entendemos que esses estudantes podem ter sido capazes de avaliar e julgar as possibilidades existentes, ou seja, julgar a quantidade de pares de elétrons em cada um dos átomos centrais presentes nas respectivas fórmulas, relacionando com a pergunta disponível na carta (turno 306) deixada pela personagem Lewis para avaliar a resposta correta que, conseqüentemente, foi a esperada para esse desafio, como vimos anteriormente na seção entendimento.

De acordo com Bloom *et al.* (1974), o processo cognitivo da avaliação é o processo de julgamento dos valores das proposições realizadas com um determinado fim, implicando o uso de critérios e padronizações que permitem verificar o nível de precisão, efetividade, economia ou suficiência dessas proposições. Esses julgamentos podem ser qualitativos ou quantitativos e o estudante pode determinar os critérios para fazê-los. No trecho transcrito anteriormente (turnos 305 a 315), vimos que os estudantes foram capazes de julgar o algarismo esperado para o primeiro desafio, pois haviam entendido por meio de equilibrações majorantes, isto é, aparentavam ter em suas condições de cognição desenvolvimento a respeito da representação das estruturas de Lewis de átomos localizados abaixo do terceiro período da tabela periódica (exceção à regra do octeto). Isso nos revela que, para que o estudante seja capaz de dominar a categoria de avaliação, far-se-á preciso que ele já tenha abstraído as categorias do domínio cognitivo anteriores a essa. Bloom *et al.* (1974) explicam que a avaliação foi colocada no último nível da sua taxionomia, conforme podemos perceber na Figura 16, pois ela é considerada o estágio final do processo complexo que envolve a combinação de todos os outros comportamentos classificados como: conhecimento, compreensão, aplicação, análise e síntese,

na taxionomia. Essa necessidade de conhecer os domínios cognitivos anteriores para se localizar ou alcançar a avaliação é percebida no seguinte trecho proveniente do grupo 2:

- 316.**E9**: *eu desenhei, mas pelo desenho o PF₃ teria o mesmo ângulo de ligação que a amônia só que os*
 317.*dois não têm o mesmo ângulo de ligação.*
 318.**E6**: *então você desenhou a estrutura errada.*
 319.**E8**: *eu “tava” desenhando a estrutura assim ó. (mostra a estrutura do PF₃ para o E6).*
 320.**E6**: *então se a estrutura é assim qual será o ângulo?*
 321.**E9**: *oh minha gente é porque ele (apontando para a estrutura do BF₃) não tem esse par de elétron aqui*
 322.*sobrando. Então o do “GCE” (se referindo ao GeCl₄) é 109,5° porque ele não tem esse par de elétron*
 323.*sobrando aqui.*
 324.**E6**: *então CH₄ é 109,5°.*
 325.**E9**: *então CH₄ e GeCl₄ são iguais são 109,5°. E os que tem ângulo de ligação 120° é o CH₂O. Então dá*
 326.*03.*
 327.**E8**: *então o CH₄ é quanto gente?*
 328.**E6 e E9**: *109,5°. (Transcrição do Jogo no Grupo 2, Pos. 316-328)*

Essa conversação é oriunda do quarto desafio localizado no *QR-CODE* e pedia que os estudantes somassem a quantidade de moléculas que apresentavam ângulo de ligação igual a 109,5° com a quantidade de moléculas com ângulo de ligação igual a 120°. Percebemos que a estudante E9 desenhou a estrutura de PF₃ e julgou (turnos 316 e 317) que ela tinha o mesmo ângulo de ligação que a molécula de amônia (107°) e as substâncias PF₃ e BF₃ não tinham o mesmo ângulo de ligação. Concluímos que essa avaliação de E9 foi crucial para que tal estudante argumentasse, nos turnos 321 e 322, que a molécula de BF₃ não tinha pares de elétrons livres em seu átomo central. Da mesma forma que, em 325, a estudante E9 avaliou que CH₄ e GeCl₄ têm o mesmo ângulo de ligação entre as ligações H – C e Cl – Ge, ou seja, 109,5°.

Assim, entendemos que, para que o estudante alcance um alto domínio cognitivo, é necessário que ele tenha conhecimentos acerca de certo assunto no nível da avaliação, pois, como vimos no trecho anterior, só é possível avaliar se os conhecimentos que envolvem os domínios anteriores da taxionomia dos objetivos educacionais já se encontram equilibrados na estrutura de cognição do sujeito. Por isso, Bloom *et al.* (1974) explicam que o domínio da avaliação está no mais alto nível cognitivo justamente por incluir todas as classes de comportamento necessárias para fazer acontecer o domínio da avaliação. E esse domínio da categoria avaliação pode ser visto novamente no seguinte trecho, extraído de uma conversação entre os jogadores do grupo 3:

- 329.**E14**: *(lendo a última assertiva do quinto desafio) É possível prever que a estrutura de Lewis de PCl₃ não*
 330.*apresenta nenhum par de elétrons livres em seu átomo central (o átomo menos eletronegativo da fórmula*
 331.*molecular), o que faz com que a fórmula VSEPR dessa molécula seja AX₃ e, conseqüentemente, sua*
 332.*geometria seja trigonal planar com ângulos de ligação entre Cl – P – Cl”, correspondendo a 107°.*
 333.**E14**: *qual é a geometria?*
 334.**E12**: *piramidal do PCl₃.*
 335.**E14**: *então está falsa, pois a questão fala que é planar, mas no caso é piramidal. (lendo o comando final*
 336.*do desafio) A soma dos números que corresponde às alternativas corretas é o último algarismo da senha*
 337.*de 5 dígitos para abrir a caixa de metal em que você está. São só as corretas no caso, então são só duas.*

338.*E11: a soma né?!*

339.*E13: então é 3 mais 5?! Seria?*

340.*E14: é, 3 mais 5, a soma dos números das alternativas corretas.*

341.*E16: dá 8. Mas, essa aqui (apontando para a assertiva de número 7) não tá falsa?*

342.*E14: tá por causa da geometria dela. (Transcrição do Jogo no Grupo 3, Pos. 329-342)*

Como vimos anteriormente, o desafio de número 5 estava relacionado aos estudantes demonstrarem a capacidade de síntese para indicar se e quais assertivas presentes nesse desafio estavam corretas, e a soma dos números correspondentes a essas assertivas seria o último dígito da senha. Além disso, percebemos que o referido desafio possibilitou aos estudantes exporem suas capacidades de avaliar. Ou seja, a estudante E14, ao perguntar qual a geometria da molécula de PCl_3 (tricloreto de fósforo), no turno 333, teve como resposta a inserção de E12 (turno 334), que afirmou ser trigonal piramidal e não trigonal planar, como enunciado na assertiva, considerando-a errada devido ao equívoco na geometria de tal molécula (turno 342). Dessa forma, as estudantes demonstram suas capacidades de avaliação quando mencionaram que a resposta correta seria a soma das assertivas (turno 338) de número 2 e 5 (turno 339), pois, segundo E14 (turno 340), são os números das alternativas corretas, fazendo com que a resposta seja 8, como explicitado por E16, em 341.

Assim, concluímos que as estudantes E11, E12, E13 e E14 têm capacidade de realizar avaliação e, portanto, devem estar localizadas em um alto domínio de desenvolvimento cognitivo. De acordo com Bloom, Hastings e Madaus (1983), a categoria avaliação auxilia o professor a verificar se determinadas mudanças aconteceram no estudante e especificar o grau dessas mudanças, haja vista que o processo educacional pode produzir mudanças significativas nos estudantes. Contudo, nem todos eles se modificarão exatamente da mesma forma, pois caberá a alguém decidir quanto a essas mudanças possíveis e desejáveis, lembrando que cada interação entre estudante e professor se baseia em alguma teoria implícita, tanto por parte do professor quanto do estudante.

No último desafio (6.º), os estudantes deveriam organizar uma sequência correta com os números encontrados nos cinco desafios anteriores. Para isso, espera-se que eles percebam que o primeiro desafio contém o primeiro dígito (número 1) e o quinto desafio o último número da senha (número 8). Contudo, se os estudantes acertaram todos os desafios, eles ficariam com três números (2, 3 e 4), sobrando os que deveriam ser dispostos na senha numérica da seguinte forma: 3 – 2 – 4. Mas, para que eles encontrassem essa sequência, era necessário dominar a taxionomia da avaliação para julgar que o desafio – presente no quadro-branco localizado ao lado da estante contendo os reagentes – se tratava do segundo desafio, pois, em seu enunciado, havia a seguinte inscrição: “A partir do primeiro desafio...”, que dava a entender que esse seria

o segundo desafio. Assim, os estudantes teriam, agora, a seguinte sequência: 1 – 3 – ? – ? – 8. Como eles tinham três tentativas para digitar a senha numérica na caixa, poderiam combinar os números que sobraram (2 e 4) provenientes dos desafios 3 e 4, de modo a formar as seguintes combinações: 1 – 3 – 2 – 4 – 8 e 1 – 2 – 3 – 4 – 8, sendo a primeira sequência a correta. Vejamos, a seguir, um trecho desse desafio proveniente de uma conversa entre os estudantes do grupo 5:

343.E24: *e agora, quem quer digitar?*

344.E29: *deixa eu...Ah, tem três tentativas.*

345.E24: *pode, tem três tentativas. Qual foi a sequência...Espera aí, E24. Qual foi a sequência?*

346.E27: *deu 1-4-2-*

347.E24: *não, 1-3-2-4-8.*

348.E24: *vai digitar ou não?*

349.E29: *vou... “perai”.*

350.E27: *vai? Então vai. Vai lá, vai digitando, espera aí, vai falando.*

351.E29: *1-3-2-4-8.*

352.P: *Senha correta! (Transcrição do Jogo no Grupo 5, Pos. 343-352)*

Nesse trecho, podemos observar, nos turnos 344 e 345, que as estudantes E29 e E24 têm consciência de que há três possibilidades para digitar a senha no teclado da caixa onde estava presa a gerente da *Purdue* Produtos Químicos, contudo não relacionam o fato de haver três possibilidades para possíveis combinações entre os números encontrados nos desafios que estavam espalhados pelo laboratório sem qualquer ordem, ou seja, os jogadores resolviam os desafios conforme iam os encontrando. Embora percebemos que a estudante E24 (turno 347) repreendeu a estudante E27 que soletrou no turno 346 os números da senha em uma sequência incorreta, não há qualquer avaliação e/ou julgamento que explique a opção de E24 e E29 pela sequência que foi digitada (turnos 347 e 351).

Dessa forma, entendemos que as estudantes desse grupo não conseguiram alcançar a categoria da avaliação da taxionomia dos objetivos educacionais, pelo menos não por meio de uma verbalização oral que nos possibilitasse verificar que um estudante alcançou tal domínio cognitivo em detrimento de outro. Isso pode ser confirmado por meio da seguinte pergunta: *E a sequência, por que deixou E29 digitar aquela sequência de números? Quais foram os números mesmo? Você se lembra?*

353.E24: *foi 1-3-2-4-8. É, porque eu pensei na sequência que a gente foi encontrando, então foi fácil...como*

354.*era seguido da um, eu acho que já tinha a probabilidade de ser essa que a E29 digitou. Pois acabou que*

355.*deu foi certo. (Transcrição da Entrevista no Grupo 5, Pos. 127)*

Percebemos, nessa resposta de E24, que, de fato, não houve uma avaliação a respeito dos números a serem digitados. Para Bloom, Hastings e Madaus (1983), isso ocorreu uma vez que a idade, o grau escolar e o tipo de aprendizagem prévia são fatores que interferem na legitimação para o alcance a determinados objetivos educacionais. Além disso, o professor em

sala de aula se deparou com um grupo de estudantes específico com níveis diferentes de capacidade em relação à aprendizagem. Dessa forma, os autores explicam que o que se deseja para determinados estudantes depende de suas características atuais e suas metas e aspirações futuras.

Essa especificidade cognitiva de cada estudante está relacionada ao que Piaget (2019) entende por desenvolvimento. Para o autor, o desenvolvimento cognitivo, ou seja, a inteligência, é uma equilibrção progressiva que envolve a passagem contínua de um estado de menor equilíbrio para um estado de equilíbrio superior. E essa mudança nos equilíbrios que proporcionam o desenvolvimento não acontece de uma forma brusca, mas por meio de estádios de desenvolvimento. Segundo Piaget (2017), os estádios são as etapas de representação dinâmica do mundo para a criança advindos dos diferentes níveis de expressão da lógica e, portanto, se situam em estruturas dinâmicas diferentes. É importante esclarecer que a noção estádio de desenvolvimento é um instrumento metodológico e um princípio de classificação que quer se limitar aos conceitos explicativos das condutas em cada estádio. Assim, tais estádios são nomeados por Piaget (2017) como: atividade sensorio motora; pensamento pré-conceitual; pensamento intuitivo e atividade operatória. No entanto, esses estádios são progressivos, isto é, a criança e o adolescente vão os alcançando um após o outro, e dependem, entre outras coisas, da maturação biológica do sujeito, por isso, Piaget estabeleceu idades médias, que podem ser flexíveis, para se alcançar tais estádios.

Dessa forma, inferimos que as estudantes E24, E27 e E29 ainda não têm uma maturação biológica suficiente que lhes proporcionassem a possibilidade de alcançar o domínio cognitivo da avaliação, como vimos nos turnos 343 a 352. De acordo com Piaget (2017), a maturação é um fator necessário à gênese do desenvolvimento, mas não é o único fator, uma vez que esse conceito é entendido pelo autor como uma possibilidade que aparece como uma das muitas outras condições necessárias ao desenvolvimento da estrutura de cognição do sujeito em realizar determinadas condutas, como foi o caso do trecho (turnos 343 a 352), oriundo do grupo 5. Uma situação quase semelhante ocorreu no momento de escolher a ordem dos dígitos da senha (6.º desafio) pelo grupo 3:

356.*E16: a sequência que a gente achou foi 1, 3, 4, 2 e 8. Eu vou digitar.*

357.*P: senha incorreta.*

358.*E16: a ordem dos números está errada?*

Percebemos, nesse trecho, que a estudante E16 digitou (turno 356) uma senha aleatória no teclado presente na caixa onde estava a Caroline, sendo tal senha incorreta. Endentemos que o erro pode ter ocorrido, pois E16 não fez qualquer tipo de ponderação e/ou avaliação para

julgar qual seria a combinação de números esperada, haja vista que havia cinco números, sendo dois devidamente localizados, isto é, com a localização definida e três números sem indicação de disposição. Contudo, diferentemente dos estudantes do grupo 5 que, em uma jogada de sorte acertaram a sequência da senha, também, sem qualquer tipo de julgamento, o grupo 3 não teve a mesma sorte e errou a sequência digitada. Dessa forma, entendemos que isso pode ter conduzido esses estudantes a avaliarem as possibilidades possíveis para a combinação dos números, conforme podemos perceber a seguir:

- 359.**E13**: *Eu acho que deveria ser 1, 2, 3, 4 e 8 por causa da ordem crescente. Porque [...]*
 360.**E16**: *a gente já sabe que não repete os números, então tá ok.*
 361.**E12**: *sabe que é de 1 a 9, então “tá” certo.*
 362.**E13**: *o primeiro número certeza que é 1. A gente sabe o primeiro e o último. Certeza que o último é o*
 363.**8**. *Porque lá no caderno afirma né como último dígito.*
 364.**E12**: *só que se a gente for combinar esses três números aqui vai passar das 3 tentativas que a gente tem*
 365.*que na real só tem mais 2.*
 366.**E12**: *esse daqui (apontando para o quadro = 2.º desafio) foi o nosso segundo desafio então a gente*
 367.*poderia colocar na ordem do que a gente fez.*
 368.**E12**: *primeiro a gente fez esse daqui (apontando para a estante de reagentes), depois a gente foi “pro”*
 369.*quadro o quebra-cabeças.*
 370.**E14**: *certo, mas o quebra-cabeças foi o segundo. Que deu o número 3.*
 371.**E16**: *o QR-CODE deu o número 4 e o do gravador deu o 2. Só que o 8 é o último porque lá fala que é o*
 372.*último.*
 373.**E11**: *o do QR-CODE não fala onde ele está. O do gravador não fala nada de lugar.*
 374.**E14**: *esse daí (apontando para o quadro = 2.º desafio) a gente só pode fazer esse desafio se a gente tiver*
 375.*o primeiro número que a estrutura de Lewis dos reagentes. Então esse (apontando para o quadro = 2.º*
 376.*desafio) seria o segundo.*
 377.**E13**: *qual que seria o segundo?*
 378.**E14**: *o terceiro mesmo (se referindo ao número 3 na posição 2 da senha).*
 379.**E13**: *ele ficaria no segundo lugar.*
 380.**E11**: *então a gente só inverte aí. Inverte o 2 e o 4. Aí a gente tenta de uma forma e se não der certo a*
 381.*gente tenta da outra.*
 382.**E15**: *eu vou digitar... 1, 3, 2, 4 e 8 enter.*
 383.**P**: *senha correta. (Transcrição do Jogo no Grupo 3, Pos. 359-387)*

Nesse trecho, é possível perceber que a estudante E13 avaliou que os números deveriam estar em ordem crescente (turno 359) e, logo, formar a sequência: 1 – 3 – 2 – 4 – 8. Já os estudantes E16 e E12 julgaram, no turno 360 e 361, respectivamente, que os números não devem se repetir e serem de 1 a 9, o que está de acordo com o previsto, haja vista que os números que o grupo tem não se repetem e estão dentro do intervalo esperado (1 a 9). Outra avaliação feita nesse trecho está relacionada à estudante E13 afirmar (turnos 362 e 263) que já sabe qual deve ser o primeiro (1) e o último (8) dígito da senha, pois o pedaço de papel na estante de reagentes e o caderno de anotações disposto em cima da bancada deixou isso claro. Uma interessante avaliação é feita pelo estudante E12, que mencionou que o grupo só teria mais duas tentativas para acertar a senha, o que seria dificultado por eles terem três números para combinarem, e passaria das tentativas restantes (turnos 364 e 365). Com base nessa fala de E12, os estudantes E11, E12, E13, E14 e E16 começaram a julgar a ordem dos desafios que eles

realizaram, percebendo que o segundo desafio feito foi o localizado no quadro-branco (366 a 369) e, por isso (turno 376), o número correspondente a ele deve ficar na segunda posição (turnos 378 e 379), sobrando, portanto, dois números que podem ser permutados de lugar entre si (turnos 380 e 381) e gerar duas senhas numéricas, sendo a sequência: 1 – 3 – 2 – 4 – 8 a que foi digitada por E15, em 382. Quando perguntamos a E15 *o que te levou a propor a sequência que você digitou lá na caixa?*, ele respondeu da seguinte forma:

384.**E12**: *a gente digitou os números na ordem que a gente foi achando eles, mas como o senhor falou que*
 385. *“tava” errado a gente inverteu o 2 e o 4 porque era mais rápido. E fixamos o 3 por causa do enunciado*
 386. *da questão que “tava” no quadro, porque tinha uma dependência demais do que a gente encontrou no*
 387. *primeiro. Precisava das fórmulas “pra” fazer o 2. Dai esses três (1, 3 e 8) estavam fixos, aí realmente*
 388. *era inverter o 2 e o 4 ou conferir um por um [...] (Transcrição da Entrevista no Grupo 3, Pos. 384-388)*

Dessa forma, inferimos que os estudantes do grupo 3 conseguiram julgar de forma minuciosa as informações provenientes dos desafios para encontrarem a sequência de números correta por meio de uma avaliação séria e criteriosa. Segundo Tyler (1986):

É desejável analisar de forma séria e criteriosa os resultados de uma avaliação para indicar os diversos pontos verdadeiros ou falsos, bem como examinar os dados oriundos dessa avaliação para sugerir possíveis explicações ou hipóteses para esses pontos verdadeiros ou falsos (Tyler, 1986, p. 86).

Assim, o autor destaca que os resultados fornecidos pela avaliação não se constituem um termo descritivo, mas um perfil em um amplo conjunto de termos descritivos, indicando o grau de adiantamento do estudante. Os estudantes do grupo 1 conseguiram encontrar a senha numérica na primeira tentativa, conforme podemos perceber nesse trecho:

389.**E3**: *a primeira foi aquela dali (apontando para a estante de reagentes) né?!
 390.**E4**: *isso.*
 391.**E3**: *aí a segunda era a 3 que é essa daqui (aponta para o quadro).*
 392.**E4**: *é.*
 393.**E3**: *aí a terceira eu coloquei como sendo [...]*
 394.**E4**: *aquela que a gente fez na bancada.*
 395.**E3**: *exatamente...a 2.*
 396.**E2**: *se não for essa (se referindo à ordem proposta pelo E3) é 1, 3, 4, 2 e 8.*
 397.**E3**: *eu acho que...exatamente...que se se for inverter alguma coisa vai ser o 4 só...porque o 1 é aquele*
 398. *(apontando para a estante), esse aqui (apontando para o quadro) tem relação direta com a*
 399. *primeira...então é 1, 3. Aí a última já falou que é 8.*
 400.**E3**: *então se for inverter é ou 1, 3, 4, 2 e 8 ou é 1, 3, 2, 4 e 8.*
 401.**E2**: *então tu acha que é o terceiro ou o segundo (apontando para as sequências desenhadas no quadro,*
 402. *sendo que a segunda sequência é 1, 3, 2, 4 e 8 e a terceira é 1, 3, 4, 2 e 8 e a primeira está incompleta,*
 403. *apenas com 1, 3 e 8)?*
 404.**E4**: *então quem vai digitar na caixa?*
 405.**E2**: *vai lá (olha para o E3 e aponta a caixa).*
 406.**E3** *(digitando na caixa): 1, 3, 2, 4 e 8.*
 407.**P**: *senha correta. (Transcrição do Jogo no Grupo 1, Pos. 389-407)**

Percebemos que os estudantes julgaram que o primeiro desafio lhes dava o primeiro dígito da senha (turno 389), o quinto desafio o último dígito (turno 399) e fixaram o número 3 (turno 401) na segunda posição dos cinco números da senha, propondo, no turno 402, que

existiam duas possibilidades para a senha numérica, sendo que os estudantes optaram por digitar a sequência esperada, como vimos no turno 406. Quando fizemos a seguinte pergunta: *como você encontrou a sequência correta dos números da senha?* para E3, obtivemos esta resposta:

408. *E3: eu pensei foi porque ia ser o 4 não faz nenhum sentido, porque o 3 complementava o 1, e o 4*
 409. *complementava o 8 (se referindo ao fato de um conteúdo ser sequência do outro). Porque fala ó: a*
 410. *partir das estruturas de Lewis que você desenhou no primeiro desafio, então sobrava 4 e 2. “Pra”*
 411. *gente organizar e escolher qual das duas (se referindo às duas sequências de números possíveis). Aí a*
 412. *gente colocou 2 e 4 porque a 4 (se referindo ao quarto desafio) tinha mais a ver com a questão 8*
 413. *(se referindo ao quinto desafio) do que a 2 (segundo desafio). E a 2 (segundo desafio encontrado por*
 414. *eles (modelo molecular)) não tinha nada a ver com a questão 1 (primeiro desafio) e realmente a questão*
 415. *4 (quarto desafio) tem mais a ver com o último desafio porque é com ângulo. A proximidade do assunto,*
 416. *do conteúdo. O senhor fez isso não fez não? O quinto desafio também fala de ângulo. Por isso que a 4*
 417. *(quarto desafio) combina com o 08 (quinto desafio). A 04 (quarto desafio) e 8 (quinto desafio) também*
 418. *fala de ângulo então os dois devem estar juntos. Aí ó... a lógica que eu usei foi a seguinte: a primeira*
 419. *(primeiro desafio) era aquela dali (apontando para a estante de reagentes), a segunda (segundo desafio)*
 420. *já falava de VSEPR, na próxima (quinto desafio) também falava desse negócio (se referindo à VSEPR)*
 421. *só que na depois dessa (terceiro desafio) não falava mais, era só geometria. Então provavelmente não*
 422. *tinha nada com tanta proximidade de assunto. Não tinha a sequência lógica e mesmo se a nossa dedução*
 423. *estivesse errada a gente ia testar do outro jeito (outra sequência), mas a primeira tentativa foi por causa*
 424. *da proximidade do assunto mesmo. (Transcrição da Entrevista no Grupo 1, Pos. 71-88)*

Podemos observar que E3 fez inúmeros julgamentos acerca das relações com os desafios e a sequência numérica correta a ser proposta. Primeiro, o referido estudante no turno 408 fixou o número proveniente do segundo desafio (número 3) na segunda posição, o que lhe fez ter uma combinação entre os números 2 e 4 para propor a senha correta. No entanto, para estimar essa proposição E3, avaliou que os números da senha deveriam estar interligados com relação ao conteúdo programático presente em cada um dos desafios (turnos 415 e 416). Isso pode ser visto quando o referido estudante relacionou, nos turnos 417 e 418, o quarto desafio que gerou o número (4) com o último desafio, no qual obteve o número 8 como último dígito para senha, baseando-se no fato de esses dois desafios terem em seu escopo a presença da temática: ângulo de ligação, fazendo E3 avaliar que os números 4 e 8 deveriam estar em ordem crescente, respectivamente (turno 418).

Assim, inferimos que o estudante E3 conseguiu perceber que os desafios estavam organizados e foram propostos de modo a obter uma sequência, cujo nível de complexidade dos desafios fosse crescente, isto é, começamos com as habilidades de representação de estruturas de Lewis de moléculas que comportam mais que oito elétrons em sua camada de valência (primeiro desafio), proposição da fórmula VSEPR (segundo desafio), consideração de aspectos da teoria de repulsão dos pares de elétrons na camada de valência para prever a geometria molecular (terceiro desafio) e estimar ângulos de ligação de determinadas ligações (quarto desafio) presentes em certas moléculas. No entanto, não ficou claro para o mencionado estudante visualizar (turnos 421 e 422) que o terceiro desafio – que envolvia montar a

representação das estruturas moleculares com o auxílio das peças do *kit* de modelo molecular – se relacionava diretamente com a fórmula VSEPR, uma vez que, para prever a geometria de uma molécula, essa teoria se faz necessária. Acreditamos que esse equívoco de E3 se deu somente durante o momento da entrevista, pois, durante a partida de RPG, ele, nos turnos 165 e 167, fez ponderações a respeito de aspectos da fórmula VSEPR para prever quais as montagens das peças do *kit* de modelo molecular formariam a geometria do tipo trigonal piramidal.

A opção de propor os desafios utilizando a sequência de conteúdos escolhida e posta do menor para o maior nível de desenvolvimento cognitivo em diferentes desafios foi baseada em Luckesi (2011a), para quem:

A avaliação da aprendizagem deverá coletar apenas os dados essenciais, relevantes e significativos, haja vista que a avaliação não pode depositar sua atenção sobre dados secundários do processo de ensino e aprendizagem, mas devem ser coletados os dados das temáticas relevantes oriundas do planejamento do professor e do currículo previsto no Projeto Político-Pedagógico do curso (Luckesi, 2011a, p. 176).

Isso nos mostra que a avaliação da aprendizagem é uma tarefa complexa e nos obriga a ter em mente as diversas variáveis a serem levadas em consideração na coleta dos dados para avaliação e não somente as variáveis que interessam ao professor ou que para ele é vista como suficiente. Logo, Luckesi (2011a) destaca que, para diagnosticar e tomar decisões considerando a melhoria do aprendizado do estudante, não basta avaliar seu desempenho em uma aprendizagem específica, é necessário considerar as variáveis intervenientes que atuam nos resultados dos dados coletados durante a avaliação. Ou seja, o autor explica que, quando houver a coleta de dados para a avaliação da aprendizagem, deve-se propor percepções que englobem todos os níveis de complexidade de um determinado assunto, indo do menor para o maior grau de complexidade, tomando os devidos cuidados na elaboração do instrumento avaliativo e tendo em vista que a interpretação dos dados coletados deve ser feita com muito cuidado para evitar ser inadequada e injusta.

Esse contexto de avaliação da aprendizagem é concebido por Luckesi (2011a) em uma perspectiva de investigação, sendo ela um recurso pedagógico disponível para o professor ajudar o estudante na busca de seu desenvolvimento cognitivo e social por meio de oportunidades de aprendizagem bem-sucedidas. Dessa forma, a avaliação deve se constituir como uma investigação da qualidade do desempenho dos estudantes, baseando-se em dados relevantes decorrentes de sua aprendizagem e, se necessário, uma intervenção, a fim de corrigir os rumos da ação. Um exemplo disso é o estudante E3 ter mencionado, durante a entrevista, que o terceiro desafio não tinha qualquer relação com a fórmula VSEPR. Aqui, cabe ao

professor retomar esse aspecto e mostrar ao estudante o contrário, pois a teoria VSEPR governa os fatores que influenciam a geometria das moléculas. Ainda sobre o último desafio, vejamos, a seguir, uma conversação que o grupo 2 realizou:

- 425.E7: *é 1, 2, 3, 4 e 8 né?! Começa aí.*
 426.E9: *o primeiro é 1. O último é 8.*
 427.E6: *é 1, 2, 4, 3 e 8 né não?!*
 428.E7: *só que eu não percebi qual que é a ordem não. Tentei ler a carta, mas não fala.*
 429.E6: *qual das três possibilidades?*
 430.E9: *aí aqui é um dilema. Quais são os outros dígitos fora o 1 e o 8?*
 431.E7: *2, 3 e 4.*
 432.E9: *não são só três possibilidades. Aqui é uma combinação que vai “dá” 3 vezes 2 vezes 1. É um fatorial.*
 433. *Três fatorial. Vai “dá” 6 tipos de sequências e a menina morre. A forma de diminuir essas possibilidades*
 434. *é colocando um número em uma posição. Agora como que vamos saber disso?!*
 435.E6: *qual número e em qual posição? Porque se a gente cravar mais um sobra 2 combinações aí fica*
 436. *fácil.*
 437.E9: *aí é que tá...qual cravar e “aonde”? Será se o número [...]*
 438.E8: *mas esse número 2 não tá certo?! Porque o 2 que a gente achou foi o do modelo molecular. Então*
 439. *ele “tá” na sequência correta não tá?!*
 440.E9: *mas baseado em que? Eu não sei se tipo a sequência do desafio que a gente fez é a sequência a ser*
 441. *digitada. Tipo, a gente fez os desafios por ordem de “achado”, o que foi “achado” primeiro a gente fez*
 442. *primeiro. Não por ordem de...tipo, ah ele colocou esse (apontando para a estante de reagentes) como*
 443. *desafio 01 aquele (se referindo ao terceiro desafio 3 = modelo molecular) como o 2. Ahhh que dúvida*
 444. *cruel.*
 445.E7: *a única coisa que pode dizer assim que começa com 2 é que a gente fez o 1 aqui né (apontando*
 446. *para a estante de reagentes) e logo em seguida quando a gente tá resolvendo ele o 2 era o do gravador.*
 447.E9: *tem algum número associado à resposta do desafio? Tipo foi o desafio que a gente achou como o*
 448. *dígito e a resposta dele é o próprio dígito. Ahhh não sei se ficou legal. Não ficou legal o jeito que eu*
 449. *falei.*
 450.E6: *porque aqui na carta não tem como a gente tirar só se fosse pela questão do aquecimento mais acho*
 451. *que não tem nada a ver. Ou sobre a questão dos Algarismos que vai de 1 a 9 porque se a gente contar*
 452. *aqui 4 com 3 com 2 dá 9.*
 453.E7: *vamos ver se algum dos desafios dá alguma dica.*
 454.E9: *o primeiro não precisa conferir que a gente já sabe é o primeiro.*
 455.E6: *depois foi o da estrutura trigonal piramidal. Na bancada.*
 456.E8: *mas em relação à sequência não.*
 457.E9: *cara o negócio que eu tô achando muito estranho é que muitos desafios estão relacionados a*
 458. *estrutura geométrica. A geometria das moléculas, mas eu não estou conseguindo pensar a relação da*
 459. *[...]*
 460.E7: *o do QR-CODE tinha alguma coisa?*
 461.E6: *não. Porque se a gente for pensar na questão da geometria aí se se for a quantidade de ligações.*
 462.E9: *eu tava pensando em tipo...a quantidade de desafios relacionados à geometria seria o dígito, ou, a*
 463. *posição do dígito. Mas não sei.*
 464.E6: *eu não sei o porquê, mas tem algo relacionado à 3.*
 465.E9: *por quê?*
 466.E6: *porque está muito coincidência. Trigonal da geometria, três quantidade de frascos, três que achamos*
 467. *de estruturas que são iguais de ligações.*
 468.E9: *então “tu” acha que o terceiro dígito seria o 3?*
 469.E6: *ou o segundo dígito.*
 470.E9: *esse aqui (se referindo ao segundo desafio = quadro) diz: “a partir das estruturas de Lewis que você*
 471. *desenhou no 1º desafio”*
 472.E6: *ó... o primeiro desafio as estruturas foram 3 que a gente montou.*
 473.E9: *então “tu” acha que o segundo dígito realmente seria o 3? (Lendo um trecho do desafio escrito no*
 474. *quadro): “e quantas são as fórmulas?”*
 475.E6: *são 03!*
 476.E9: *é 02!*
 477.E6: *é muita coincidência ser 3 estruturas que a gente desenhou, foi 3 “reagente”.*
 478.E9: *gente com 40°C morre viu?! Então vamos cravar o [...]*

479.**E6**: 03. Onde?

480.**E9**: no segundo dígito.

481.**E9**: colocando o três fixo daria 2 possibilidades, 2 fatorial. Daria as senhas 1, 3, 2, 4, 8 ou [...]

482.**E7**: 4, 2, 8.

483.**E6**: 1, 3, 4, 2, 8.

484.**E7**: ó a partir das estruturas de Lewis que você desenhou no 1.º desafio, então teoricamente esse daqui

485. (se referindo ao segundo desafio) é o segundo né?!

486.**E9**: eu vou digitar a primeira sequência. Ai meu Deus! 1, 3, 2, 4 e 8 (digitando na caixa), ai Caroline eu

487. “tô” contigo (risos).

488.**P**: senha correta! (**Transcrição do Jogo no Grupo 2, Pos. 425-488**)

Nesse excerto proveniente das conversas entre os estudantes do grupo 2, percebemos que eles fizeram diversos julgamentos e avaliações para encontrarem significado para os números retirados dos desafios. Em 425 e 427, vimos que os estudantes já avaliam duas possibilidades numéricas para a senha de cinco dígitos, ou será 1 – 2 – 3 – 4 – 8 ou 1 – 2 – 4 – 3 – 8. Entretanto, nos turnos 428 a 431, os estudantes tentam julgar os motivos pelos quais seria uma ou outra sequência, sabendo que os números 1 e 8 estão corretamente localizados nas posições 1 e 5 da senha, sobrando três números e, combinando-os, haveria seis possibilidades para a senha. Assim, para diminuir essas possibilidades (turno 481), haja vista que eles só têm três tentativas para digitar a senha correta, os estudantes resolvem fixar o número 3, oriundo do segundo desafio na posição 2 da senha (turnos 478 e 479), gerando as duas possibilidades de senha mencionadas anteriormente. Contudo, o E9 resolveu, no turno 486, digitar entre as duas possíveis senhas a esperada, liberando Caroline da caixa térmica em que estava presa.

Entendemos que esse grupo de estudantes (grupo 2) foi o que melhor fez julgamentos para avaliar as possibilidades que tinham em relação à senha a ser digitada. Inferimos que isso é positivo, pois o domínio cognitivo da avaliação proporciona aos estudantes o julgamento de possibilidades a serem escolhidas e suas consequências, fazendo com que tais estudantes estejam preparados para viver em uma sociedade marcada por escolhas que devem ser avaliadas para serem assumidas. De acordo com Bloom *et al.* (1974), o julgamento de diferentes aspectos para se avaliar alguma atitude se desenvolve em um processo altamente consciente e se baseia em compreensões e análises (taxionomias anteriores à avaliação) dos fenômenos a serem avaliados e diz respeito ao reconhecimento de que os procedimentos educacionais devem visar ao desenvolvimento de tipos de comportamento desejáveis e não os habituais. Assim, um dos princípios da educação, segundo esses autores, é tornar o estudante consciente das bases nas quais os julgamentos para a realização de avaliações estão suportados. Ou seja, a categoria avaliação da taxionomia deve-se basear na utilização de teorias ou argumentos externos derivados de uma consideração dos fins e da adequação dos meios específicos para se alcançar esse fim.

Em suma, percebemos que o jogo de RPG nos mostrou a presença do domínio cognitivo da avaliação na maioria dos estudantes que participaram de tal jogo. Entendemos que isso é importante, pois pode possibilitar ao professor investigar por meio do referido instrumento para coleta de dados da avaliação da aprendizagem o quanto um determinado estudante aparenta saber sobre um determinado assunto e sua possível localização na escala taxionômica dos objetivos educacionais, sabendo que os domínios cognitivos de um conteúdo qualquer podem ser classificados da menor para a maior complexidade em básico, operacional e global. Esse *feedback* em relação ao real aprendizado do estudante concedido ao professor ocorre, pois, de acordo com Luckesi (2011b):

A avaliação da aprendizagem escolar adquire um sentido de medida em que se articula com um projeto pedagógico e com seu consequente projeto de ensino. A avaliação, tanto no geral quanto no caso específico da aprendizagem, não possui uma finalidade em si; ela subsidia um curso de ação que visa construir um resultado previamente definido. [...] a avaliação subsidia decisões a respeito da aprendizagem dos educandos, tendo em vista garantir a qualidade do resultado que estamos construindo. Por isso, não pode ser estudada, definida e delineada sem um projeto que a articule (Luckesi, 2011b, p. 45).

Dessa forma, ao utilizar o RPG como instrumento de coleta de dados para avaliação da aprendizagem, o professor pode dar significado à avaliação por meio dos conteúdos e temáticas presentes nesse instrumento, ajudando, assim, o docente a perceber os entendimentos de seus estudantes a respeito de um determinado assunto. Isso poderia ter sido feito por meio de um exame, como comumente acontece, contendo uma lista de questões a serem resolvidas, mas essa atitude levará a avaliação a ter um fim em si mesma, o que é criticado por Luckesi (2011b) na citação anterior. Ao contrário disso, o referido autor explica que a prática avaliativa, preocupada com a transformação social e cognitiva do estudante, deverá estar atenta aos modelos de superação do autoritarismo e ao estabelecimento da autonomia do educando, fazendo com que a avaliação educacional se manifeste como um mecanismo de diagnóstico da situação, tendo em primeiro plano o avanço e o crescimento democrático de cada um dos estudantes.

Entendemos que isso incentiva a utilização de diferentes instrumentos de coleta de dados para avaliação como o RPG, por exemplo, haja vista que sua utilização pode ser capaz de superar o autoritarismo em sala de aula e propiciar a autonomia do estudante, pois, conforme nos explica Cavalcanti (2018), o jogo como avaliação, embora não caiba ser utilizado em todas as avaliações, cria nos estudantes de Química um clima de diversão, alegria e animação e traz ao professor respostas sobre o que seus estudantes estão ou não entendendo, fazendo com que o docente repense suas estratégias didáticas para ajudá-los a entender o conteúdo ministrado.

Para Tyler (1986), a avaliação proporciona esse *feedback* ao professor, pois ela é um valioso instrumento que possibilita conhecer os conhecimentos dos estudantes e saber a consecução de várias espécies de objetivos para se ter uma percepção mais precisa de suas possibilidades e limitações.

Contudo, a avaliação da aprendizagem por meio de uma aventura de RPG não é a solução salvadora de todos os problemas do processo de ensino e aprendizagem de Química, pois, como vimos, houve grupo que não conseguiu demonstrar domínio ou não da taxionomia: a avaliação. Concluímos que isso pode ter ocorrido por dois motivos. O primeiro deve estar relacionado simplesmente ao fato de o desenvolvimento cognitivo dos estudantes não estar localizado no domínio taxonômico da avaliação, uma vez que eles não demonstraram a realização de qualquer tipo de julgamento para avaliar qual sequência deveria ser digitada. Isso pode estar relacionado com a maturação desses estudantes, pois, ao contrário do que Piaget acreditava, o jogo pode promover aprendizagens, ou seja, desenvolvimento cognitivo por meio da equilíbrio majorante entre assimilação e acomodação que, como vimos anteriormente, depende do grau de maturação biológica e social dos indivíduos. Cavalcanti (2018) afirma que, dependendo do grau de maturação do sujeito que assimila determinado conteúdo curricular, ele acomoda ou não diferentes conteúdos que serão utilizados em outra ocasião. Isto é, para os estudantes do grupo 3, por exemplo, não houve acomodação de esquemas necessários para se alcançar o nível de desenvolvimento cognitivo da avaliação.

O segundo motivo para determinado grupo de estudantes não ter demonstrado o nível de avaliação em sua estrutura de cognição pode ter sido causado por um desequilíbrio entre as funções lúdica e educativa em nosso jogo de RPG. Segundo Brougère (1998), o jogo educativo surgiu nas escolas maternas da França e é entendido como uma conciliação entre o respeito à criança de brincar e a necessidade de continuar o processo educativo. Dessa forma, Kishimoto (2021) propõe para essa conciliação existente no jogo educativo duas funções: lúdica e educativa, que devem obrigatoriamente estar presentes em tal jogo para que ele funcione como tal. Desse modo, a função lúdica no jogo educativo propicia diversão, alegria e prazer próprios de um jogo; já a função educativa do jogo é ensinar qualquer coisa que possibilite ao sujeito seu desenvolvimento cognitivo. Para a referida autora, o equilíbrio entre essas duas funções de um jogo educativo é o objetivo central para que ele exista, de modo que, se houver um desequilíbrio entre essas funções, poderá ocorrer duas situações. A primeira é a função lúdica prevalecer em relação à função educativa, fazendo com que o jogo educativo deixe de ter essa função e passe a ser um jogo *stricto sensu*, cujos objetivos são ganhar e se divertir. Já a segunda

situação está relacionada com o jogo educativo ser mais educativo que lúdico, levando-o a se converter em uma ferramenta pedagógica ao processo de ensino do professor, não proporcionando a diversão e o caráter lúdico próprios do jogo.

Dessa forma, inferimos que o equilíbrio do nosso último desafio presente no jogo de RPG (estimar a senha correta de cinco dígitos) pode ter prevalecido para a função lúdica, uma vez que os estudantes, em momento algum, pensaram em relacionar as questões educativas imersas nos desafios anteriores para estimar a sequência correta para a senha de cinco dígitos a ser digitada na caixa térmica. Contudo, essa inferência é plausível, mas nos parece ser incerta, uma vez que o equilíbrio entre as funções do jogo educativo estão presentes no jogo propriamente dito. Ou seja, as mencionadas funções pareceram estar equilibradas quando os outros grupos participaram do jogo, pois eles pensaram e refletiram sobre os conteúdos presentes nos desafios anteriores para propor a ordem da senha numérica. No entanto, é difícil saber qual desses dois motivos que inferimos faz sentido, devido ao jogo em grupo, apesar de propiciar a colaboração entre os estudantes, envolver, como já mencionamos, comportamentos e personalidades pessoais dos estudantes, como ter ou não a capacidade para se expressar verbalmente no meio de outras pessoas ou mesmo durante a realização da entrevista individual, na qual determinados estudantes usavam respostas genéricas como *não sei, não lembro, foi isso mesmo, foi tal pessoa que fez*, entre outras como explicações para decisões e atitudes tomadas durante a participação no jogo. Assim, entendemos que nossa aventura de RPG, que envolve um desafio em um ambiente real, apresenta como limitação o professor não conseguir avaliar a aprendizagem de todos os estudantes, devido às particularidades provenientes dos comportamentos e habilidades de cada um desses estudantes, e não se deve forçar para que isso seja diferente, pois, se houver essa interferência, quebraremos o círculo mágico do jogo e sua principal característica, a liberdade. A seguir, passaremos para a discussão da categoria de análise: caráter lúdico.

4.3. Caráter lúdico

Esta categoria de análise foi denominada caráter lúdico, e está relacionada à capacidade que o jogo de RPG tem de despertar nos estudantes sentimentos próprios do jogo como, por exemplo, alegria, diversão, empolgação, cooperação, entre outros. Assim, começaremos nossa análise com os seguintes trechos extraídos do grupo 5:

489.E23: *Gente, ligeiro que a mulher vai morrer [Ri].*

490.P: *31° na caixa.*

491.E24: *Meu Deus.*

492.E29: *Calma, senhora.*

493.E23: “Guenta” aí, né. Senão essa equipe vai ser mandada embora.

494.E29: Meu Deus. Ser demitida no primeiro dia.

495.E24: Ser demitida no primeiro dia. **(Transcrição do Jogo no Grupo 5, Pos. 489-495)**

496.E25: Agora tu “vai” ter que [...]

497.P: 32° na caixa.

498.E29: Eita meu Deus. A mulher vai morrer. **(Transcrição do Jogo no Grupo 5, Pos. 496-498)**

499.P: 33° na caixa.

500.E24: Eita, gente. **(Transcrição do Jogo no Grupo 5, Pos. 499-500)**

501.P: Êee! De primeira! E vocês...E até agora vocês bateram o recorde, em menor tempo.

502.E24: Sério?

503.E27: Meu Deus!

504.E27: Eu achei que a gente “tava” demorando! **(Transcrição do Jogo no Grupo 5, Pos. 501-504)**

Nesses quatro trechos que ocorreram durante a participação desses estudantes, podemos observar que, conforme o mestre da aventura de RPG, o autor desta tese, mencionava sob a forma verbal a temperatura da caixa conforme o tempo de jogo passava, os estudantes se apressavam para tentar solucionar os desafios no menor tempo possível e, então, libertar a gerente da empresa presa na caixa térmica por meio da digitação da senha correta de cinco números. Assim, percebemos que os estudantes E24, E29, E23, E25 e E27 demonstraram estar imersos no círculo mágico proporcionado pela aventura de RPG, pois havia por parte desses estudantes, nos turnos 489, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 498, 500, 502, 503 e 504, uma preocupação constante em relação a conseguir salvar a gerente presa na caixa térmica. Ou seja, concluímos que esses estudantes estavam envolvidos com o jogo de modo a tomarem para si mesmos como realidade a história por trás da aventura de RPG da qual eles estavam participando em um laboratório de ensino de práticas experimentais.

Huizinga (2019), ao falar do jogo *stricto sensu*: isto é, aquele jogo que foi feito para ter um fim em si mesmo, coloca a evasão da vida real, o isolamento e a limitação como algumas de suas características que, por sua natureza, são assumidas pelo jogo educativo, uma vez que, como nos explica Cleophas, Cavalcanti e Soares (2018), esse jogo é um arremedo do jogo *stricto sensu* e, portanto, assume suas características. Nesse sentido, inferimos que a imersão na aventura de RPG vista nos jogadores do grupo 5 pode ter sido proporcionada pelas mencionadas características. Para Huizinga (2019), o jogo se diferencia da vida real tanto pela duração como pelo lugar que ele ocupa, haja vista que é jogado dentro de limites de tempo e espaço que muitas vezes não são percebidos pelos jogadores, como vimos na fala de E27, em 504, que afirmou não ter percebido o quão rápido seu grupo foi para encontrar a senha esperada para ser digitada na caixa térmica. Isso pode ter ocorrido pois, de acordo com Huizinga (2019), enquanto o jogo está ocorrendo, tudo é visto como mudança, movimento, alternância, sucessão, associação e separação, fazendo com que os jogadores se mantenham dentro do círculo do jogo,

cujas leis e cujos costumes da vida cotidiana sejam suprimidos, valendo apenas o que está acontecendo dentro do mundo do jogo.

Essa supressão temporária do mundo real proporcionada pelo jogo ocorre segundo Chateau (1987), pois:

O jogo se constitui um mundo em separado, que não tem mais lugar no mundo real, mas se caracteriza como outro universo. No entanto, tal supressão não se trata de uma alucinação, uma vez que os jogadores sabem o motivo pelo qual estão presentes no mundo do jogo. Isto é, estão imersos no círculo mágico do jogo porque querem estar ali para, entre outras coisas, se divertirem (Chateau, 1987, p. 115).

Além disso, essa saída do mundo real é manifestada principalmente pelas crianças, contudo, não é menos evidente nos adolescentes e adultos, pois, como nos explica Huizinga (2019), jogam desde antes do surgimento da própria cultura. A seguir, apresentamos alguns trechos provenientes de diálogos travados pelos estudantes do grupo 1.

505.E5: *a carta diz que tem que ter o menor possível é?*

506.P: *agora são 33°C na caixa.*

507.E4: *meu Deus...temos que salvar essa mulher, gente. Vamos lá...isso...o menor número de pares. (Transcrição do Jogo no Grupo 1, Pos. 505-507)*

508.P: *agora são 34°C na caixa.*

509.E5: *gente vamos rápido porque senão a Caroline morre. não, espera aí. (Transcrição do Jogo no Grupo 1, Pos. 508-509)*

510.P: *agora está 35°C na caixa.*

511.E2: *gente vamos andar mais rápido porque não podemos ser demitidos hoje do nosso emprego de perito*

512.né?!

513.E5: *quem dera!*

514.E3: *olha aqui...agora tem esse do quadro aqui gente. (Transcrição do Jogo no Grupo 1, Pos. 510-514)*

515.P: *agora está 37°C na caixa.*

516.E5: *calma aí gente...temos que acelerar aqui. Com quantos graus ela morre professor?*

517.P: *uai... vocês que sabem, vocês não são os peritos?!*

518.E4: *37°C é temperatura ambiente aqui em Teresina...aguenta aí mulher. (risos). (Transcrição do Jogo no Grupo 1, Pos. 515-518)*

519.P: *40°C dentro da caixa.*

520.E4: *bora gente... vamos logo. A pobre vai morrer.*

521.E3: *espera aí E4... o primeiro número que a gente viu foi 1.*

522.E4: *eu não! Quem não espera é a Caroline! (Transcrição do Jogo no Grupo 1, Pos. 519-522)*

Esses cinco trechos apareceram nas conversas durante a aventura de RPG da qual os estudantes do grupo 1 participaram e nos mostra, por meio das falas de E4, em 507 e 520 (temos e vamos); E5, em 509 e 516 (vamos e temos), e E2, em 511 (vamos), a utilização de verbos de ação conjugados na segunda pessoa do plural (nós). Assim, inferimos que o jogo de RPG pode ter proporcionado para esses estudantes atitudes do caráter lúdico como cooperação e a não competição, uma vez que os estudantes, quando conversavam com seus colegas, mencionavam, por meio da pessoa na conjugação verbal, atitudes que deveriam ser mobilizadas por todos no coletivo, além de não priorizarem o destaque de um ou outro estudante, mas estavam

perpassados pela concepção que a resolução do desafio deveria ser uma atividade em grupo, não importando quem ganharia ou perderia.

De acordo com Cavalcanti (2018), o ideal para os jogos educativos de RPG é que apresentem o caráter lúdico da cooperação e da não competição, uma vez que é típico desse jogo proporcionar tais características. Caillois (2017) nos explica que os jogos de representação de papéis como o RPG, por exemplo, podem ser classificados como *mimicry* (simulacro), supondo a aceitação temporária de uma ilusão sob aspectos fictícios. Ou seja, é qualquer divertimento em que estamos disfarçados ou interpretando papéis e apresentam todas as características dos demais jogos, inclusive a cooperação e o não acirramento. De acordo com Soares (2023), a cooperação em jogos educativos é importante, pois os estudantes assumirão o jogo como um trabalho fundamentado em equipe para que um ajude o outro no sentido da aprendizagem por meio da diversão proporcionada pelo lúdico, isto é, o objetivo de todo jogo educativo.

Nesse sentido, a não competição percebida nos trechos anteriormente transcritos é fundamental para um jogo educativo, pois, segundo Soares (2023), aspectos competitivos peculiares da nossa atual sociedade capitalista devem ser evitados em jogos utilizados na sala de aula de Química, haja vista que essa competição pode contribuir para possíveis brigas entre estudantes, gana pelo vencer a todo custo, perceber os colegas como adversários e/ou inimigos que precisam ser combatidos. De acordo com o autor, tudo isso pode ser evitado por meio da elaboração de jogos que não tragam o elemento da competitividade em seu escopo, priorizando e preparando jogos, em que possam participar equipes e não indivíduos, de modo que o objetivo final não seja vencer por vencer, mas possibilitar que todos os estudantes cheguem, de uma forma ou de outra, ao final e, assim, todos saiam vencedores e não perdedores. No entanto, para o professor, o ganhador será o grupo que mais se desenvolveu cognitivamente por meio do jogo, ou seja, o grupo que mais aprendeu. Em seguida, listamos alguns trechos oriundos de conversações entre os estudantes do grupo 4:

523.P: Lembrando que a cada minuto que passa, aumenta um grau lá dentro.

524.E20: Meu Deus.

525.E22: Não é cinco minutos não, professor?

526.P: Isso, a cada cinco minutos, né, aumenta um grau. **(Transcrição do Jogo no Grupo 4, Pos. 523-526)**

527.E20: A gente tem até 3 horas, é? (se referindo às 3h da tarde)

528.P: Até a caixa esquentar. Já "tá" 42 graus na caixa.

529.E22: Gente, pelo amor de Deus!

530.E20: E ela mora em Teresina.

531.E22: Ah, ela aguenta. **(Transcrição do Jogo no Grupo 4, Pos. 527-531)**

532.P: "Tá". 43°.

533.*E18*: *Professor a pobre “tá” em Teresina.*

534.*E22*: *Meu Deus. Vai morrer a mulher. (Transcrição do Jogo no Grupo 4, Pos. 532-534)*

535.*P*: *44° C.*

536.*E21*: *“Tá” isso pra ela é só um “calorim” do “B-R-O BRÓ”. Quem digita?*

537.*P*: *Você vai digitar? Vai lá. (Transcrição do Jogo no Grupo 4, Pos. 535-537)*

Nesses trechos transcritos do grupo 4, podemos perceber que os estudantes relacionam a situação vivenciada na aventura de RPG, ou seja, com a realidade conhecida por eles a respeito da temperatura na cidade de Teresina, onde essa aventura de RPG aconteceu. Notamos que E20, no turno 530; E22, em 531, e E18, no turno 533, afirmam que as temperaturas de 42°C e 43°C não causariam a morte da gerente da *Purdue* Produtos Químicos pelo fato de tal pessoa morar em Teresina, capital do Estado do Piauí, considerada uma das cidades que apresentam uma das maiores temperatura de toda a região Nordeste do Brasil e, por isso, a gerente Caroline já estaria acostumada ao calor. Além disso, E21 (turno 536) menciona que a temperatura de 44°C é somente um “calorzim” (sic) do “B-R-O BRÓ” para a gerente Caroline. “B-R-O BRÓ”, dito por E21, no turno 536, refere-se aos nomes dos meses do ano que terminam em -bro como setembro, outubro, novembro e dezembro, considerados os meses do ano em que faz mais calor em todo o Estado do Piauí, com temperaturas podendo chegar aos 45°C facilmente.

Assim, inferimos que o nosso jogo de RPG pode proporcionar nos estudantes a cultura lúdica presente no local, onde eles residem. Entendemos que o despertar da cultura lúdica local é importante, pois propicia aos estudantes relacionarem as situações presenciadas durante o jogo com as vivenciadas na vida cotidiana, evitando, portanto, participarem de jogos que não têm relação com as particularidades experimentadas pelos sujeitos, o que dificultaria a imersão no mundo do jogo e o interesse por algo que não tem qualquer envolvimento com o vivenciado diariamente.

Para Brougère (2010), a cultura lúdica está imersa na cultura geral à qual o sujeito pertence e ela retira elementos presentes na sociedade, na televisão e nos costumes sociais para incorporar nos brinquedos, jogos e brincadeiras esses elementos, fazendo com que o indivíduo se sinta representado pelo objeto lúdico que utiliza, uma vez que tal indivíduo está inserido desde o seu nascimento em um contexto social e seus comportamentos estão impregnados por essa imersão inevitável. Por isso, Soares e Mesquita (2021) afirmam que o jogo depende diretamente da cultura local de um determinado lugar, ou seja, as crianças participaram de um jogo que tem relação com a sua realidade, isto é, com a sua cultura. E esse jogo tem, segundo esses autores, características próprias que o definem tendo como consequência a cultura lúdica local, que é diferente em cada região do nosso país. Nessa perspectiva, Brougère (2010) destaca

que conhecer a cultura lúdica de um local pode revelar qual jogo é preferível pelas crianças, jovens e adolescentes desse lugar.

Isso faz sentido, pois, quando propusemos aos estudantes do curso de Licenciatura em Química da UFPI a oportunidade de participarem de um jogo de RPG, muitos optaram, devido à liberdade própria do lúdico, em não participar, pois não conheciam o jogo e/ou conheciam e não gostavam de tal tipo de jogo. Por outro lado, tivemos estudantes que participaram justamente por ser um jogo de RPG e não ter outras oportunidades na cidade para participar de um jogo desse tipo. Isso pode ser visto nas respostas de E03 (grupo 1) e E14 (grupo 3) para a seguinte pergunta: *como você classifica a sua participação no jogo de RPG?*

538.**E14**: *professor eu acho que foi muito boa, ainda mais (porque) eu nunca tinha participado de um (jogo 539.de) RPG na vida porque aqui em Teresina não tem nada disso... eu pelo menos nunca vi ou fique sabendo. (Transcrição da Entrevista no Grupo 3, Pos. 538-539)*

540.**E03**: *foi ótima porque eu lembrei o conteúdo de Orgânica e ainda joguei um RPG assim fazendo os 541.papéis, porque os que eu já tinha jogado pela internet – por causa que eu jogo com o pessoal pelo 542.(Google) Meet na internet porque aqui em Teresina não tem essas coisas – era os de mesa só de imaginar 543.e ter as cartas com os poderes e habilidades. (Transcrição da Entrevista no Grupo 1, Pos. 540-543)*

A seguir, transcrevemos alguns trechos provenientes dos diálogos realizados entre os estudantes do grupo 2:

544.**E6**: *o que tem escrito aí?*
545.**P**: *só para vocês ficarem informados agora temos 33°C dentro da caixa onde a Caroline está presa.*
546.**E7**: *e ela morre com quantos? (risos)*
547.**E6**: *o ideal é retirar ela de lá no menor tempo possível para evitar que ela sofra mais ainda né?!*
548.**E9**: *e ainda tem a cabeça dela que está a coronhada.*
549.**E6**: *então bora rápido... lê aí esse bilhete. (Transcrição do Jogo no Grupo 2, Pos. 544-549)*

550.**E9**: *já sabem a pegadinha né?! Se a soma dos números, o somatório tem que dar o último dígito então a 551.7 já é falsa. Porque 3 mais 5 dá 8, se somar 7...então já vamos já de 8. Mas, vamos ler. “É possível 552.prever que a estrutura de Lewis de PCl_3 não apresenta nenhum par de elétrons livres em seu átomo 553.central que é o átomo menos eletronegativo da fórmula molecular, o que faz com que a fórmula VSEPR 554.dessa molécula seja AX_3 consequentemente sua geometria será trigonal plana com ângulo de ligação 555.entre $\text{Cl} - \text{P} - \text{Cl}$ corresponda a 107° . (Transcrição do Jogo no Grupo 2, Pos. 550-555)*

556.**E9**: *não sei por que E7, mas eu estou imaginando que... deixa eu ver bem aqui o [...]*
557.**E7**: *faltam 2 desafios.*
558.**E9**: *deixa eu ver bem aqui (pegando a tabela periódica) a massa do mercúrio. Não, não é. Eu imaginava 559.que talvez a massa do mercúrio fosse a senha, que em geral é representado por cinco dígitos na tabela, 560.mas não bate. (Transcrição do Jogo no Grupo 2, Pos. 556-560)*

561.**P**: *agora temos 35°C dentro da caixa.*
562.**E6**: *minha Nossa Senhora do céu... avexa aí E9.*
563.**E7**: *não... nós vamos tirar ela de lá, nem que seja frita a gente vai resolver esses desafios, todo mundo 564.aqui já pagou até Orgânica 3. (risos). Ou...vai ser igual os ângulos. (Transcrição do Jogo no Grupo 2, Pos. 561-564)*

Nesses trechos extraídos do grupo 2, notamos a preocupação dos estudantes em salvar a Caroline para evitar que ela continue sofrendo dentro da caixa térmica (turnos 547 e 548). Além disso, percebemos as relações que o estudante E9, nos turnos 550 e 551, tentou construir

para sintetizar e acertar a última assertiva do quinto desafio, bem como tentou relacionar de alguma forma a massa atômica do metal mercúrio (Hg) para prever a ordem dos números na senha de cinco dígitos (turnos 558 a 560). Nos turnos 563 e 564, o estudante E7 afirmou que conseguiriam resolver esse desafio, pois já cursaram a disciplina de Química Orgânica 1, 2 e 3.

Entendemos que esses estudantes demonstraram, nesses trechos, a capacidade educativa que esse jogo pode proporcionar a eles, uma vez que toda a atenção estava voltada à resolução dos desafios com o intuito de encontrar a resposta correta. De acordo com Cleophas, Cavalcanti e Soares (2018), o jogo educativo deve manter com rigor a intencionalidade educativa, seletiva e específica, contribuindo com a construção de aprendizagens sobre determinados conteúdos, provocar o pensamento crítico, estimular a resolução de problemas e favorecer habilidades cognitivas. No entanto, essa intencionalidade educacional é vislumbrada no jogo educativo formal, pois o jogo educativo informal tem, para esses autores, como pressuposto que o jogo e a educação são paradoxais em suas definições, como nos diz Brougère (1998).

Dessa forma, Cleophas, Cavalcanti e Soares (2018) nos explicam que o professor, ao desenvolver um jogo educativo formal, seja didático ou pedagógico, deve ter elementos favoráveis à construção do conhecimento, contribuindo, portanto, com o desenvolvimento cognitivo do estudante que o joga. Assim, a intencionalidade pedagógica é elemento obrigatório nos jogos educativos, pois eles são elaborados e construídos para contribuir com: *i*) o aumento de aspectos motivacionais, sociais, colaborativos e afetivos no ambiente escolar; *ii*) sanar lacunas geradas durante o processo de ensino e aprendizagem; *iii*) rever conceitos; e *iv*) estimular a resolução de problemas de modo mais dinâmico e menos formal. Os referidos autores salientam que o jogo educativo tem, além da intencionalidade pedagógica, os elementos importantes à vertente lúdica, ou seja, alegria, prazer, diversão, entre outros. A seguir, listamos alguns trechos oriundos das conversações durante a participação dos estudantes do grupo 3 no jogo de RPG.

565.*P*: gente eu vou informando vocês da temperatura dentro da caixa. Lembrando que a cada 10 minutos
566.aumenta-se 1°C lá dentro. Agora temos 33°C lá dentro.

567.*E11*: nossa então tem que ser rápido.

568.*E12*: então vamos lá, mas tem que ser de um por um não pode quebrar a ordem [...] **(Transcrição do Jogo no Grupo 3, Pos. 565-568)**

569.*P*: agora está 34°C dentro da caixa.

570.*E14*: eitaaaa que a gente não pode deixar ela morrer gente.

571.*E11*: ela não vai mulher. Confia, "mermã", por causa que tem que seguir cada um dos desafios.
(Transcrição do Jogo no Grupo 3, Pos. 569-571)

572.*P*: agora temos 35°C dentro da caixa.

573.*E16*: gente a gente precisa ser mais rápido e direto porque senão a menina vai morrer queimada e aí

574.não adiantou ter acertado o primeiro.

575.*E14*: só que a gente não pode pular as etapas e ir cada um doido...vai E12 o que você tava falando... vai 576.*rápido*.

577.*E12*: não... eu só falei que tem que somar. (Transcrição do Jogo no Grupo 3, Pos. 572-577)

Nessas transcrições, observamos que há um cuidado por parte dos estudantes E12, no turno 568; E11, no 571, e E14, no turno 575, em seguir o estabelecido pelo jogo e orientado pelo mestre no que diz respeito a resolver cada um dos desafios de uma vez em equipe par, a posteriormente, propor em até três tentativas uma sequência correta para a senha de cinco dígitos. Assim, inferimos, a partir dessas conversações (turnos 568, 571 e 575), que os estudantes E11, E12 e E14 parecem demonstrar um zelo pelas regras estabelecidas no jogo. Entendemos que seguir as regras em um jogo é importante, pois possibilitará aos jogadores estarem imersos e concordando mutuamente com o andamento dele, evitando acirramentos e possíveis estranhamentos entre os jogadores.

De acordo com Huizinga (2019), reina dentro do domínio do jogo uma ordem específica e absoluta, pois ele é e cria ordem, introduzindo na confusão da vida e na imperfeição do mundo um contentamento temporário e limitado que exige seguir uma ordem suprema e absoluta, sendo que a menor desobediência às regras do jogo o destrói, privando-o do seu valor e seu caráter. Para Kishimoto (2011), o jogo, enquanto fato social, assume a imagem e o sentido que cada sociedade lhe atribui, além de conceber um sistema de regras que permite identificar uma estrutura que especifica sua classificação, pois são as regras do jogo que o diferencia de outros jogos. Assim, entendemos que os jogadores, ao seguirem as poucas regras previstas para a aventura de RPG proposta, demonstram a validação da sua classificação enquanto jogo do tipo RPG, uma vez que, como vimos em Huizinga (2019) a quebra das regras provocará a derrocada do mundo do jogo, o que nenhum jogador almeja.

No estabelecimento de regras para o jogo educativo, é necessário conforme, nos orienta Dohme (2011), que elas possam reger o jogo e repercutir no interesse e na motivação que ele despertará no estudante. Desse modo, as regras devem estar intrinsecamente ligadas ao objetivo do jogo, de modo que, se ele for muito simples, as regras poderão causar certo interesse, graças ao seu potencial para dificultar e melhorar o jogo. Da mesma forma que jogos complexos podem ter regras simples. Dohme (2011) afirma que as regras existem para facilitar a participação dos sujeitos no jogo, equiparando as possibilidades para se atingir os objetivos propostos, permitindo uma boa condução ao professor e tornando mais cômoda e precisa a atuação de cada jogador no jogo educativo. Desse modo, inferimos que o estabelecimento das poucas regras para a nossa aventura de RPG possibilitou, entre outras coisas, o equilíbrio entre as funções lúdica e educativa.

Em síntese, percebemos que a categoria de análise denominada caráter lúdico foi vislumbrada na aventura de RPG, por se tratar de um jogo educativo que envolvia conteúdos relacionados à forma e à estrutura das moléculas. Além disso, percebemos que esse jogo despertou nos estudantes características próprias do jogo como a limitação e o isolamento como momento de evasão da vida real. Para Duflo (1999):

O jogo só se justifica quando circunscrito a limites estreitos do repouso com o qual se aparenta. Excessivo, será loucura ou preguiça. Como comedimento, deve ser uma atividade menor, cujo verdadeiro significado é totalmente negativo: é o momento indispensável de não-trabalho. Só é atividade em aparência, pois não pode ser sadiamente concebido a não ser como repouso da atividade (Duflo, 1999, p. 21).

Assim, Duflo (1999) nos esclarece que o jogo como momento de evasão da vida real é compreendido como não trabalho e respeita os limites do repouso do indivíduo que o joga. Por isso, interromper o momento do jogo implica atrapalhar a atividade que está em curso.

O jogo de RPG demonstrou a presença de características como a não competição por meio da cooperação entre seus jogadores que se ajudavam mutuamente. Tais características são importantes e devem obrigatoriamente fazer parte do jogo educativo, haja vista que esse jogo – enquanto jogo educativo formal – é elaborado e construído para proporcionar diversão, prazer e alegria, além de apresentar como intencionalidade pedagógica a aprendizagem de conteúdos curriculares. Em se tratando do uso de jogos educativos em sala de aula com intencionalidade pedagógica, eles precisam ser elaborados sob um processo rigoroso de planejamento, acompanhamento do processo de execução e avaliação de todos os passos que fizeram parte da estratégia didática previamente construída com base no lúdico. Cleophas, Cavalcanti e Soares (2018) afirmam que o jogo educativo formalizado é utilizado no contexto da educação por meio da ação do professor de Química para articular a aprendizagem dessa disciplina, proporcionando situações instrucionais que podem contribuir com a aquisição de conhecimentos.

Além disso, o jogo educativo não proporcionar a competição em sala de aula é positivo, pois despertará nos estudantes atitudes cooperativas, libertando-os do egoísmo para que possam juntos, em equipe, encontrar as respostas necessárias para se chegar ao desafio final do jogo. A não competição e a cooperação que emergiram do jogo de RPG são típicas desse tipo de jogo, pois, de acordo com Cavalcanti (2018),

O jogo de RPG é um jogo cooperativo. Os jogadores se divertem em contar uma história, diferentemente de vencer ou perder. Há momentos que os jogadores precisam se unir e buscar alternativas em comum para vencer um obstáculo, em linhas gerais, um consenso. Além disso, o RPG desperta o interesse pela pesquisa, pela história e pela leitura, principalmente (Cavalcanti, 2018, p. 24).

O RPG, como nos mostra Cavalcanti (2018), é um jogo cooperativo que propicia muitas habilidades aos jogadores, contudo, percebemos que nossa aventura de RPG foi capaz de proporcionar, também, a presença da cultura lúdica, ou seja, inter-relacionar atividades do cotidiano com as questões presentes no jogo. Para Brougère (2010), essa cultura lúdica será promovida para o jogador por meio das socializações na sociedade que pressupõe, portanto, a apropriação de uma cultura compartilhada pelos amigos, vizinhos, parentes, professores, etc. Esse movimento é denominado impregnação cultural, isto é, o mecanismo pelo qual o sujeito dispõe de elementos da cultura pela confrontação com imagens, representações com formatos diferentes e variados. Por isso, foi possível observar, conforme os estudantes participavam do jogo de RPG, que eles traziam elementos da sua cultura para dentro do mundo do jogo, isso é inevitável, pois a cultura lúdica dispõe, segundo o mencionado autor, de uma autonomia de ritmo próprio e recebe estruturas da sociedade, conferindo-lhe um aspecto particular.

Além disso, vimos a presença e o seguimento das regras do jogo por parte dos estudantes. O seguimento às regras é uma característica fundamental aos jogos, pois as regras são os fatores que governam todo o mundo do jogo. Caso haja um descumprimento, isso levará à derrocada do mundo do jogo e, portanto, não haverá mais jogo. Para Chateau (1987), a ordem facilita a ação pela qual o *eu*, da criança, expressa-se e se afirma, sendo a regra não apenas um encontro com um objeto, mas ela é a própria impressão do emblema, fazendo com que a criança tenha amor à regra como forma de autoafirmação. A seguir, apresentamos as Considerações Finais como tentativa de fechamento deste texto.

Considerações Finais

Inferimos, ao finalizar esta tese de doutorado, que ela pode contribuir com a comunidade de pesquisadores em Ensino de Química que estudam o RPG no sentido de desvelar três dimensões, a saber: *i)* atual estado das pesquisas sobre o RPG; *ii)* elaboração de RPG como instrumento de coleta de dados para avaliação da aprendizagem; e *iii)* proposição de enquadramentos dos estudantes em determinados domínios cognitivos.

No que se refere à primeira dimensão, percebemos que a maioria das teses e dissertações que englobavam o RPG na Educação em Ciências são provenientes das regiões Sul, Nordeste e Sudeste, respectivamente. Ao contrário, as regiões Norte e Centro-Oeste apresentam baixíssima quantidade de trabalhos que perpassam essa linha de pesquisa. Além disso, a maioria dos programas de pós-graduação que originaram esses trabalhos acadêmicos são de universidades federais e voltados para o Ensino de Ciências e/ou Matemática, bem como grande parte das dissertações produzidas em mestrados profissionais. Assim, entendemos ser urgente a necessidade de trabalhos em regiões com menos densidade demográfica, como Norte e Centro-Oeste, por exemplo, e que as dissertações possam ser produzidas em programas acadêmicos, haja vista que tais programas possuem uma caracterização mais voltada para a construção de novos conhecimentos teóricos e metodológicos para contribuir com a área, enquanto os mestrados acadêmicos estão mais preocupados com a elaboração e a produção de produtos educacionais. Far-se-á necessário que a construção de trabalhos como teses sejam incentivadas, pois existem, desde 2007 até hoje, apenas duas teses abordando o RPG.

A segunda dimensão que a presente tese apresentou diz respeito à construção de um instrumento para coleta de dados para a avaliação da aprendizagem diferenciado dos tradicionais exames utilizados em sala de aula de Química. Assim, foi elaborado e confeccionado um jogo de RPG, atuando como esse instrumento. Contudo, para que essa elaboração fosse realizada, levamos em consideração os elementos do projeto político do curso, os itens constantes na ementa da disciplina de Química Geral I e o planejamento de ensino, de modo a interrelacionar a avaliação da aprendizagem com os demais atos pedagógicos: planejamento e execução. Dessa forma, tal jogo foi do tipo *Live Action* e envolveu aspectos da forma e geometria molecular, por meio de seis desafios, que tinham diferentes abordagens e níveis de dificuldade. Percebemos que a utilização desse instrumento foi adequada, pois proporcionou aos estudantes sentimentos de prazer, diversão, alegria, suspense, evasão da vida real, limitação, isolamento e espírito de cooperação para a resolução dos problemas. No entanto, é preciso evitar a realização de desafios que envolvam a manipulação física de objetos, pois os

estudantes tendem a usar o pensamento lógico, e não os conhecimentos escolares, para resolvê-los. Tal jogo possibilitou ao professor a capacidade para investigar o quanto um determinado estudante aparenta saber acerca de algum conteúdo anteriormente ministrado.

Esse “quanto o estudante aparenta saber” está na terceira dimensão que esta tese apresenta como contribuição e envolve o professor perceber a possível localização de um determinado estudante em um dos níveis cognitivos: conhecimento, compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação, propostos por Bloom em sua taxionomia original. Reiteramos que não se trata de afirmar a localização perfeita de um determinado estudante em relação a um conteúdo, mas de propor que, de acordo com um desafio presente no escopo do jogo de RPG, a localização seja X ou Y, por exemplo. Além disso, notamos que o posicionamento dos estudantes nos domínios cognitivos da taxionomia pode ser explicado pelo processo de equilibração majorante, em que há a quebra e, posterior, formação de um novo equilíbrio entre um esquema assimilado e acomodado por um estudante. Contudo, a equilibração majorante depende diretamente da maturação do sujeito, por isso vimos estudantes, possivelmente, estarem localizados em alto grau de desenvolvimento cognitivo (síntese e avaliação), enquanto outros podem estar dispostos em baixo grau de desenvolvimento cognitivo (conhecimento e compreensão), uma vez que isso ocorre devido às experiências de aprendizagem estarem correlacionadas ao nível de maturidade dos estudantes e às suas predisposições para compreender um determinado aspecto em um determinado grau do domínio cognitivo.

Dessa forma, entendemos que esta tese traz implicações no sentido de incentivar outros pesquisadores a se debruçarem sobre as relações entre o jogo educativo e a avaliação da aprendizagem, uma vez que, como vimos na análise das teses e dissertações, essa temática de estudo é escassa, mas necessária, haja vista que a avaliação da aprendizagem é um dos três componentes principais do ato pedagógico e o lúdico se configura como uma tendência nas pesquisas de Ensino de Química e Ciências. Além disso, esta tese pode apontar novos caminhos e possibilidades para a realização de estudos envolvendo a Taxionomia dos Objetivos Educacionais, tanto a original, pois as suas contribuições não foram aqui esgotadas, como a revisada. Esta tese também nos aponta implicações que envolvem como elaborar um RPG para funcionar como instrumento de coleta de dados para avaliação da aprendizagem de conteúdos, como forma e geometria das moléculas, para perceber as possíveis disposições de estudantes nos diferentes níveis do domínio cognitivo da Taxionomia de Bloom.

Por fim, esperamos que esta tese possa contribuir, de fato, com os pesquisadores que se dedicam à temática do RPG no Ensino de Química/Ciências. Contudo, reiteramos que nossa

pesquisa possui, como qualquer outra, suas limitações no que se refere, entre outras coisas, ao tamanho e à quantidade de categorias de análise que foram escolhidas e à delimitação do recorte do *corpus* para análise, bem como à não disponibilidade de possíveis teses e dissertações que tratam do tema, mas que não foram localizadas por meio da nossa busca devido a não cadastramento e/ou possíveis inconsistências na plataforma Sucupira. Além disso, entendemos que o próprio RPG não é a solução resolvedora de todos os problemas do processo de ensino, aprendizagem e avaliação em Química e, portanto, possui limitações, como a participação de grupos de muitos estudantes no jogo, a não verbalização de alguns deles durante as partidas do jogo devido às suas particularidades pessoais e o desenvolvimento de desafios manipuláveis fisicamente, que podem ter interferido negativamente para a nossa percepção da localização de tais estudantes nas categorias do domínio cognitivo de Bloom. Entretanto, essas limitações podem ser propulsoras para novas pesquisas, conduzindo, conseqüentemente, a resultados diferentes e melhores. A seguir, listamos as referências utilizadas para a escrita deste texto.

Referências Bibliográficas

AMARAL, R. R.; BASTOS, H. F. B. N. O Roleplaying Game na sala de aula: uma maneira de desenvolver atividades diferentes simultaneamente. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 11, n. 1, p. 103-122, 2011.

ANDERSON, L. W.; KRATHWOHL, D. R.; AIRASIAN, P. W.; CRUIKSHANK, K. A.; MAYER, R. E.; PINTRICH, P. R.; RATHS, J.; WITTRICK, M. C. **A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing**. New York: Longman, 2001.

ANDRADE, D.; CAMPOS, M. Análise do processo cognitivo na construção das figuras de Lissajous. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 27, n. 4, p. 587-591, 2005.

ATKINS, P.; JONES, L.; LAVERMAN, L. **Princípios de Química: questionando a Vida Moderna**. Porto Alegre: Bookman, 2018.

BACHELARD, G. **A Formação do Espírito Científico: Contribuições para uma Psicanálise do Conhecimento**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2007.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BLOOM, B. S.; ENGELHART, M. D.; FURST, E. J.; KRATHWOHL, D. R. **Taxionomia de Objetivos Educacionais**. Porto Alegre: Globo, 1974.

BLOOM, B. S.; HASTINGS, J. T.; MADDAUS, G. F. **Manual de Avaliação Formativa e Somativa do Aprendizado Escolar**. São Paulo: Pioneira, 1983.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação Qualitativa em Educação: uma Introdução à Teoria e aos Métodos**. Porto: Porto Editora, 2013.

BONADIMAN, H.; NONENMACHER, S. E. B. O Gostar e o Aprender no Ensino de Física: uma Proposta Metodológica. **Caderno Brasileiro de Física**, v. 24, n. 2, p. 194-223, 2007.

BRANDÃO, C. R.; STRECK, D. R. **Pesquisa Participante: a Partilha do Saber**. São Paulo: Ideias e Letras, 2015.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2017b.

BRASIL. **Evolução do Sistema Nacional de Pós-Graduação no Decênio do Plano Nacional de Pós-Graduação 2011-2020**. Brasília: CAPES, 2021.

BRASIL. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2006.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais Complementares para o Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2007.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC, 1999.

BRASIL. **Portaria 17 de 2009 que dispõe sobre o Mestrado Profissional no Âmbito da CAPES**. Brasília: CAPES, 2009.

BRASIL. **Portaria 389 de 2017 que dispõe sobre o Mestrado e Doutorado Profissional no Âmbito da pós-graduação stricto sensu.** Brasília: MEC, 2017a.

BROUGÈRE, G. **Brinquedo e Cultura.** São Paulo: Cortez, 2010.

BROUGÈRE, G. **Jogo e Educação.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

CAILLOIS, R. **Os Jogos e os Homens: a Máscara e a Vertigem.** Petrópolis: Vozes, 2017.

CARIELLO, G. M.; SILVA, G. P.; PEGORARO, G. M.; SANTOS-JÚNIOR, J. B. A utilização do RPG Maker para o Ensino de Química: uma revisão da literatura. **Revista EducaOnline**, v. 16, n. 1, p. 135-151, 2022.

CAVALCANTI, E. L. D. **O Uso do RPG no Ensino de Química.** Dissertação (Mestrado em Química) – Instituto de Química, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2007.

CAVALCANTI, E. L. D. **Role Playing Game e Ensino de Química.** Curitiba: Appris, 2018.

CAVALCANTI, E. L. D.; SOARES, M. H. F. B. O Uso de Jogos de Roles (roleplaying game) como Estratégia de Discussão e Avaliação do Conhecimento Químico. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, n. 1, p. 255-282, 2009.

CAVALCANTI, E. L. D.; TRAJANO, B. A. A.; NUNES, F. B.; MARTINS, V. P. N. O.; WEBER, I. T. O RPG (Role Playing Game) como uma Estratégia Avaliativa Utilizando a Química Forense. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 2017, p. 1759-1763, 2017.

CAVALCANTI, E. L. D.; WEBER, I. T. Jogos e química forense: relato do processo de elaboração de quatro diferentes jogos para trabalhar conceitos químicos. *In*: Silva, J. F. M. (Org.). **O Lúdico em Redes: Reflexões e Práticas no Ensino de Ciências da Natureza.** São Paulo: Livraria da Física, 2021, p. 234-255.

CHATEAU, J. **O Jogo e a Criança.** São Paulo: Summus, 1987.

CHURCHES, A. **Bloom's digital taxonomy.** 2009. Disponível em: https://www.academia.edu/30868755/Andrew_Churches_-_Blooms_Digital_Taxonomy.pdf. Acesso em: 13 fev. 24.

CLEOPHAS, M. G.; CAVALCANTI, E. L. D.; SOARES, M. H. F. B. (2018). 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.** São Paulo: Livraria da Física, 2018, p. 33-43.

COSTA, H. R. **Investigando a produção de significados sobre os números quânticos, as formas dos orbitais e as transições eletrônicas do modelo quântico por meio das ferramentas socioculturais.** Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2016.

CRUZ, A. A. C.; RIBEIRO, V. G. P.; LONGHINOTTI, E.; MAZZETTO, S. E. A Ciência Forense no Ensino de Química por Meio da Experimentação Investigativa Lúdica. **Química Nova na Escola**, v. 38, n. 2, p. 167-172, 2016.

CUELLO, I. C.; GALLEGO, R. E.; MERINO, J. M. M.; BARCO, M. A. H. Los microbios, ¿buenos o malos?: el juego de mesa “Los microorganismos en nuestra vida”. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 20, n. 3, p. 1-22, 2023.

CUNHA, M. B. Jogos no Ensino de Química: Contribuições Teóricas para sua Utilização em Sala de Aula. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 2, p. 92-98, 2012.

DINGHI, P. A.; GUZMÁN, N. V.; MONTI, D. S. Jugando con Dragones: Una experiencia lúdica como introducción a los conceptos filogenéticos en la enseñanza de la biodiversidad. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 17, n. 1, p. 1-16, 2019.

DOHME, V. **Atividades Lúdicas na Educação**. Petrópolis: Vozes, 2011.

DUFLO, C. **O Jogo de Pascal a Schiller**. Porto Alegre: ArtMed, 1999.

FERRAZ, A. P. C. M.; BELHOT, R. V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. **Gestão & Produção**, v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010.

GAMA, B. M.; ALVES, A. A. R. Reelaboração de um jogo: recurso didático como facilitador do processo de ensino e aprendizagem no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. 44, n. 1, 17-25, 2022.

GARCEZ, E. S. C.; SOARES, M. H. F. B. Um Estudo do Estado da Arte Sobre a Utilização do Lúdico em Ensino de Química. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. 1, p. 183-214, 2017.

GATTI, B. Estudos Quantitativos em Educação. **Educação e Pesquisa**, v. 30, n. 1, p. 11-30, 2004.

GIL, A. **Metodologia do Ensino Superior**. São Paulo: Atlas, 2023.

GOMES, V. B.; SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L. Elaboração de Textos de Divulgação Científica e sua Avaliação por Alunos de Licenciatura em Química. **Química Nova na Escola**, v. 38, n. 4, p. 387-403, 2016.

GONZÁLEZ-ROBLES, A.; VÁZQUEZ-VÍLCHEZ, M. Propuesta educativa para promover compromisos ambientales a través de los Objetivos de Desarrollo Sostenible em Bachillerato: el juego S.O.S Civilizaciones. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 19, n. 1, p. 1-16, 2022.

HUIZINGA, J. **Homo Ludens: o Jogo como Elemento da Cultura**. São Paulo: Perspectiva, 2019.

JOHNSTONE, A. The Development of Chemistry Teaching. **Journal of Chemical Education**, v. 70, n. 9, p. 701-705, 1993.

JUSTI, R. S.; RUAS, R. M. Aprendizagem de Química: reprodução de pedaços isolados de conhecimento? **Química Nova na Escola**, v. 5, p. 24-27, 1997.

KISHIMOTO, T. M. O Jogo e a Educação Infantil. In: KISHIMOTO, T. M. (Org.). **Jogo, Brinquedo, Brincadeira e a Educação**. São Paulo: Cortez, 2011.

- KISHIMOTO, T. M. **O Jogo e a Educação Infantil**. São Paulo: Cengage Learning, 2021.
- KOCH, I. **A Inter-ação pela Linguagem**. São Paulo: Contexto, 2003.
- KUCKARTZ, U.; RÄDIKER, S. **Analyzing qualitative data with MAXQDA**. Cham: Springer Nature, 2019.
- LAGE, M. C. Os softwares tipo CAQDAS e a sua contribuição para a pesquisa qualitativa em educação. **Educação Temática Digital**, v. 12, n. 2, p. 42-58, 2011.
- LAZALDE, A. R.; MONREAL, M. R.; BONILLA, M. E. P. Experimentación virtual con el simulador dosis-respuesta como herramienta docente en biología. **Apertura**, v. 8, n. 2, p. 22-37, 2016.
- LIBÂNEO, J. C. **Didática**. São Paulo: Cortez, 2013.
- LOPES, T.; PRECIOSO, J. Avaliação da qualidade dos exames de Biologia e Geologia do ensino secundário português. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 35, n. 2, p. 211-227, 2022.
- LUCKESI, C. C. **Avaliação da Aprendizagem Escolar**. São Paulo: Cortez, 2011b.
- LUCKESI, C. C. **Avaliação da Aprendizagem Escolar: passado, presente e futuro**. São Paulo: Cortez, 2021.
- LUCKESI, C. C. **Avaliação da Aprendizagem: Componente do Ato Pedagógico**. São Paulo: Cortez, 2011a.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. Rio de Janeiro: EPU, 2018.
- MARCONDES, G. C. **O Livro das Lendas Aventuras Didáticas**. São Paulo: Zouk, 2004.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. São Paulo: Atlas, 2021.
- MENDONÇA, P. C. C.; IBRAIM, S. S. Argumentação no Ensino de Química. *In*: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A.; MACHADO, P. F. L. (Org.). **Ensino de Química em Foco**, Ijuí: Unijuí, 2019, p. 217-235.
- MNGUNI, L.; SCHÖNBORN, K.; ANDERSON, T. Assessment of visualisation skills in biochemistry students. **South African Journal of Science**, v. 112, n. 9/10, p. 1-8, 2016.
- MONTANGERO, J.; MAURICE-NAVILLE, D. **Piaget ou a Inteligência em Evolução**. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. Análise Textual Discursiva: Processo Reconstutivo de Múltiplas Faces. **Ciência & Educação**, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006.
- MORTIMER, E. F. As Chamas e os Cristais Revisitados: estabelecendo Diálogos entre a Linguagem Científica e a Linguagem Cotidiana no Ensino das Ciências da Natureza. *In*: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A.; MACHADO, P. F. L. (Org.). **Ensino de Química em Foco**, Ijuí: Unijuí, 2019, p. 157-173.

MORTIMER, E. F.; Miranda, L. C. Transformações: Concepções de Estudantes sobre Reações Químicas. **Química Nova na Escola**, v. 2, 23-26, 1995.

NASCIMENTO, S. S. O Mestrado Nacional Profissional de Ensino em Física: a experiência da Sociedade Brasileira de Física. **Polyphonia**, v. 24, n. 2, p. 255-268, 2013.

NERES, C. C.; NOGUEIRA, E. G. D.; BRITO, V. M. Mestrado Profissional em Educação e sua Interseção com a Qualificação Docente na Educação Básica. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, v. 25, n. 11, p. 885-909, 2014.

NESI, E. R.; BATISTA, M. C.; DEIMLING, N. N. M. O Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física no Brasil: Caracterizando a Proposta. **Dialogia**, v. 38, p. 1-21, 2021.

NORRIS, S. P.; PHILLIPS, L. M. How Literacy in its Fundamental Sense is Central to Scientific Literacy. **Science Education**, v. 87, n. 2, p. 224-240, 2003.

OLIVEIRA, J. J. S.; MORAIS, R. O.; MEDEIROS, U. K. L.; RIBEIRO, M. E. N. P. Criação do Jogo: “Um Passeio na Indústria de Laticínios” visando promover a Educação Ambiental no Curso de Técnico de Alimentos. **Química Nova na Escola**, v. 39, n. 2, p. 142-152, 2017.

PAIVA, R. A. **Webquest: uma coreografia didática para a produção do conhecimento na educação à distância**. 2011. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática e Tecnológica) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

PIAGET, J. **A Equilibração das Estruturas Cognitivas**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1976.

PIAGET, J. **A Formação do Símbolo na Criança**. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

PIAGET, J. **A Psicologia da Inteligência**. Petrópolis: Vozes, 2013.

PIAGET, J. **A Representação do Mundo na Criança**. São Paulo: Ideias e Letras, 2008.

PIAGET, J. **Epistemologia Genética**. São Paulo: Martins Fontes, 2012.

PIAGET, J. **O Julgamento Moral na Criança**. São Paulo: Editora Mestre Jou, 1977.

PIAGET, J. **O Nascimento da Inteligência na Criança**. Rio de Janeiro, 1982.

PIAGET, J. **Seis Estudos de Psicologia**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2019.

PIMENTA, S. G.; LIMA, M. S. L. **Estágio e Docência**. São Paulo: Cortez, 2017.

RAMOS, M. G.; MORAES, R. A Avaliação em Química: contribuição aos Processos de Mediação da Aprendizagem e de Melhoria do Ensino. *In*: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A.; MACHADO, P. F. L. (Org.). **Ensino de Química em Foco**, Ijuí: Unijuí, 2019, p. 275-288.

REBEQUE, P. V.; OSTERMANN, F.; VISEU, S. O Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física: Investigando os Modos de Regulação em um Polo Regional do Programa. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 2, p. 399-428, 2018.

REZENDE, F. A. M.; SOARES, M. H. F. B. Análise Teórica e Epistemológica de Jogos para o Ensino de Química Publicados em Periódicos Científicos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 19, p. 747-774, 2019.

RODRIGUES, S. **Roleplaying Game e a Pedagogia da Imaginação no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand, 2004.

RODRÍGUEZ-OROZ, D.; GÓMEZ-ESPINA, R.; PÉREZ, M. J. B.; TRUYOL, M. E. Aprendizaje basado en un proyecto de gamificación: vinculando la educación universitaria con la divulgación de la geomorfología de Chile. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 16, n. 2, p. 1-13, 2019.

SALVIATI, M. E. **Manual do Aplicativo Iramuteq**. Brasília: Editora da UnB, 2017.

SÁNCHEZ-MARTÍN, J.; CORRALES-SERRANO, M.; LUQUE-SENDRA, A.; ZAMORA-POLO, F. Exit for success. Gamifying science and technology for university students using escape-room. A preliminary approach. **Heliyon**, v. 2020, p. 1-9, 2020.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química: compromisso com a Cidadania**. Ijuí: Unijuí, 2010.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização Científica: uma Revisão Bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SCHNETZLER, R. P. Apontamentos sobre a História do Ensino de Química no Brasil. *In*: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A.; MACHADO, P. F. L. (Org.). **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Unijuí, 2019, p. 53-68.

SILVA, A. C. R. **Metodologia da Pesquisa Aplicada**. São Paulo: Atlas, 2003.

SILVA, C. S.; SOARES, C. S. Estudo Bibliográfico sobre Conceito de Jogo, Cultura Lúdica e Abordagem de Pesquisa em um Periódico Científico de Ensino de Química. **Ciência & Educação**, v. 29, p. 1-18, 2023.

SILVA, C. S.; SOARES, C. S. Jogos na Educação em Química: uma Pesquisa Bibliográfica em um Periódico Científico Brasileiro entre 1995 e 2021. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, v. 17, n. 2, p. 1-14, 2022.

SILVA, C. S.; SOARES, M. H. F. B. Geomequímica: um jogo baseado na Teoria Computacional da Mente para a aprendizagem de conceitos de Geometria Molecular. **Química Nova na Escola**, v. 43, n. 4, p. 371-379, 2021.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L. M.; TUNES, E. Experimentar Sem Medo de Errar. *In*: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A.; MACHADO, P. F. L. (Org.). **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Unijuí, 2019, p. 195-216.

SOARES, M. H. F. B. Jogos e Atividades Lúdicas no Ensino de Química: uma Discussão Teórica Necessária para Novos Avanços. **Revista Debate em Ensino de Química**, v. 2, n. 2, p. 5-13, 2016.

SOARES, M. H. F. B. **Jogos e Atividades Lúdicas no Ensino de Química**. São Paulo: Livraria da Física, 2023.

SOARES, M. H. F. B. Sobre o Jogo e suas possíveis relações com a Epistemologia Genética de Jean Piaget: em um Tabuleiro de Xadrez. *In: CLEOPHAS, M. G.; SOARES, M. H. F. B. (Org.). Didatização Lúdica no Ensino de Química/Ciências*, São Paulo: Livraria da Física, 2018, p. 235-248.

SOARES, M. H. F. B.; MESQUITA, N. A. S. Jogos Pedagógicos e suas Relações com a Cultura Lúdica. *In: SILVA, J. F. M. (Org.). O Lúdico em Redes: Reflexões e Práticas no Ensino de Ciências da Natureza*. Porto Alegre: Editora Fi, 2021, p. 100-116.

SOUSA, A. S.; OLIVEIRA, G. S.; ALVES, L. H. A Pesquisa Bibliográfica: Princípios e Fundamentos. *Cadernos da Funcamp*, v. 20, n. 43, p. 64-83, 2021.

STRIEDER, R. B.; KAWAMURA, M. R. D. Educação CTS: Parâmetros e Propósitos Brasileiros. *Alexandria*, v. 10, n. 1, p. 27-56, 2017.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma Introdução Metodológica. *Educação e Pesquisa*, v. 31, n. 3, p. 443-466, 2005.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais: a Pesquisa Qualitativa em Educação**. São Paulo: Atlas, 2019.

TYLER, R. W. **Princípios Básicos de Currículo e Ensino**. Rio de Janeiro: Globo, 1986.

WARTHA, E. J.; SILVA, E. L.; BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química. *Química Nova na Escola*, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2015.

ZANINI, M. C. **RPG e Educação**. São Paulo: Devir, 2004.

Apêndice

Apêndice A



Universidade de Brasília

Instituto de Química

Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Prezado estudante _____ de CPF n.º _____ você participará de uma pesquisa de doutorado que ocorrerá no dia _____ / _____ / _____ durante um horário predeterminado que envolverá a sua participação em um jogo denominado: *Um Crime na Purdue Produtos Químicos*. Esclarecemos que a participação nesta pesquisa não traz complicações legais e os procedimentos adotados nesta pesquisa, que envolvem a gravação da sua voz e da sua imagem em vídeo, obedecem aos Critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos conforme Resolução n.º. 196/1996 do Conselho Nacional de Saúde e nenhum dos procedimentos usados oferece riscos à dignidade ou à saúde.

Todas as informações coletadas neste estudo são estritamente confidenciais. Somente o pesquisador: Cleberson Souza da Silva e seu orientador: prof. Dr. Eduardo Luiz Dias Cavalcanti terão conhecimento dos dados coletados. Explicamos, ainda, que ao participar desta pesquisa você não terá nenhum benefício direto e/ou indireto. Assim, esperamos que este estudo traga informações importantes de forma que o conhecimento que será construído a partir desta pesquisa seja divulgado sob a forma de uma tese de doutorado e de artigos científicos. Reiteramos que você não terá nenhum tipo de despesa para participar desta pesquisa, bem como nada será pago por sua participação.

Após estes esclarecimentos, solicitamos o seu consentimento de forma livre e esclarecido para que possa participar dessa pesquisa.

**DECLARAÇÃO DE ORIGINALIDADE DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO OU TESE DE
DOUTORADO**

Declaro que a presente dissertação/tese é original, elaborada especialmente para este fim, não tendo sido apresentada para obtenção de qualquer título e que identifico e cito devidamente todas as autoras e todos os autores que contribuíram para o trabalho, bem como as contribuições oriundas de outras publicações de minha autoria.

Declaro estar ciente de que a cópia ou o plágio podem gerar responsabilidade civil, criminal e disciplinar, consistindo em grave violação à ética acadêmica.

Brasília, 05 de julho de 2024

Assinatura do/a discente: Cleberson Souza da Silva

Programa: **Pós-Graduação em Educação em Ciências (PPGEDUC)**

Nome completo: **Cleberson Souza da Silva**

Título do Trabalho: **O RPG como instrumento de coleta de dados para a Avaliação da Aprendizagem em Química segundo a Taxionomia dos Objetivos Educacionais**

Nível: () Mestrado (X) Doutorado

Orientador/a: **Eduardo Luiz Dias Cavalcanti**