



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS**

**JOGO DIDÁTICO: ATIVIDADE SIGNIFICATIVA NO ENSINO DE
CONFIGURAÇÃO ELETRÔNICA**

ESTELITA SIMÕES

**PROF. DR^a. ELANE CHAVEIRO SOARES
ORIENTADORA**

**CUIABÁ - MT
2022**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS

**JOGO DIDÁTICO: ATIVIDADE SIGNIFICATIVA NO ENSINO DE
CONFIGURAÇÃO ELETRÔNICA**

ESTELITA SIMÕES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais da Universidade Federal de Mato Grosso, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências Naturais.

Área de concentração: Ensino de Química
Linha de pesquisa: Processos de Ensino e Aprendizagem em Educação Científica.

PROF. DR^a ELANE CHAVEIRO SOARES

ORIENTADORA

CUIABÁ-MT
2022

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

S593j Simões, Estelita.
JOGO DIDÁTICO: ATIVIDADE SIGNIFICATIVA NO
ENSINO DE CONFIGURAÇÃO ELETRÔNICA / Estelita Simões.
-- 2022
76 f. ; 30 cm.

Orientadora: Elane Chaveiro Soares.
Dissertação (mestrado profissional) – Universidade Federal de
Mato Grosso, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação
Profissional em Ensino de Ciências Naturais, Cuiabá, 2022.
Inclui bibliografia.

1. jogo didático. 2. configuração eletrônica. 3. aprendizagem
significativa. 4. ensino de química.. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "JOGO DIDÁTICO: ATIVIDADE SIGNIFICATIVA NO ENSINO DE CONFIGURAÇÃO ELETRÔNICA".

AUTORA: MESTRANDA ESTELITA SIMÕES

Dissertação defendida e aprovada em 31 de maio de 2022.

COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA

1. DOUTORA ELANE CHAVEIRO SOARES (PRESIDENTE DA BANCA / ORIENTADORA)

INSTITUIÇÃO: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO - UFMT

2. DOUTOR MARCEL THIAGO DAMASCENO RIBEIRO (EXAMINADOR INTERNO)

INSTITUIÇÃO: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO - UFMT

3. DOUTORA CLAUDIA JOSEPH NEHME (EXAMINADORA EXTERNA)

INSTITUIÇÃO: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MATO GROSSO - IFMT

CUIABÁ, 31/05/2022.



Documento assinado eletronicamente por **Claudia Joseph Nehme, Usuário Externo**, em 31/05/2022, às 10:39, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **ELANE CHAVEIRO SOARES, Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 31/05/2022, às 11:27, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **MARCEL THIAGO DAMASCENO RIBEIRO, Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 31/05/2022, às 11:29, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufmt.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4734860** e o código CRC **5FC33021**.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família, com todo amor e gratidão.

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, pela graça concedida.

A **professora** Dra. Elane Chaveiro Soares, **minha orientadora**, por proporcionar contribuições em minha formação acadêmica e profissional, por meio de conhecimentos sobre ensino de Química e orientação para o desenvolvimento desse trabalho de pesquisa.

Aos **professores doutores**; Marcel Thiago Damasceno Ribeiro e Claudia Joseph Nehme, pela disposição de participar da banca examinadora e pelas belíssimas contribuições na construção deste trabalho.

Aos **professores** e **professoras** do PPGECCN/UFMT, pela parceria e sabedoria compartilhada durante as aulas.

Ao **meu marido** Dival, e **meu filho** Marcos, pela paciência e compreensão durante o tempo em que me dediquei a esse trabalho de pesquisa.

A **todos** os **colegas** de mestrado que estiveram presentes nesta etapa da minha vida.

Aos **estudantes** sujeitos da pesquisa, por colaborarem na avaliação do produto educacional, proporcionando condições de melhoramento do mesmo.

As **minhas amigas**; Izabel Morais e Ivone França pelo companheirismo e incentivo.

A **todos** que contribuíram direta ou indiretamente para a elaboração deste trabalho, meus agradecimentos.

RESUMO

A prática docente no ensino de Química apresenta diversos desafios, um dos quais é lidar com as dificuldades de ensino para assuntos específicos como, por exemplo, os conceitos sobre configuração e distribuição eletrônica. Nos últimos anos, os jogos didáticos vêm sendo uma das ferramentas mais utilizadas, em sala de aula, para tentar sanar parte destas dificuldades. Nesse sentido, esta pesquisa objetivou refletir sobre a potencialidade de um jogo didático em provocar aprendizagem significativa. Para isso, foi confeccionado e avaliado um manual de um jogo de tabuleiro denominado: *Jogando com o Diagrama de Linus Pauling*. Este jogo propõe o estudo da configuração eletrônica, caracterização dos elementos químicos e sua localização na tabela periódica, bem como lida com a formação de íons e moléculas utilizando linguagem científica de forma lúdica. A metodologia utilizada se configura como qualitativa do tipo estudo de caso e havia sido realizada por etapas constituídas, inicialmente, pela fundamentação teórica, que versou sobre a utilização de jogos didáticos para o ensino de química de configuração eletrônica com foco na tabela periódica e a utilização de sequências didáticas. A seguir foi apresentada a construção de um manual, que contém os materiais necessários para a construção do jogo e as regras para sua aplicação. Segue-se a isso, a proposição de uma sequência didática que visou subsidiar a prática docente. O jogo foi validado por 4 estudantes do curso de Licenciatura em Química da UFMT, campus de Cuiabá matriculados nos estágios supervisionados. Estes participantes receberam o manual do jogo contendo a proposta de criação e de execução e o avaliaram por meio de um formulário on-line. Dessa forma, ao correlacionar os referenciais teóricos e as respostas dadas ao formulário, foi possível evidenciar que o jogo didático não resolve os problemas de aprendizagem de todos os estudantes, mas ao ser trabalhado de forma correta, ou seja, bem planejado, com regras claras, aplicado no momento correto da prática pedagógica, relacionando este com o conteúdo proposto, melhora o desempenho estudantil e pode aumentar o interesse pelas aulas de Química, contribuindo, dessa forma, para uma aprendizagem significativa.

Palavras-chaves: jogo didático; configuração eletrônica; aprendizagem significativa; ensino de química.

ABSTRACT

Teaching practice in Chemistry teaching presents several challenges, one of which is dealing with teaching difficulties for specific subjects, such as the concepts of electronic configuration and distribution. In recent years, educational games have been one of the most used tools in the classroom to try to solve some of these difficulties. In this sense, this research aimed to reflect on the potential of a didactic game to provoke meaningful learning. For this, a manual of a board game called: Playing with the Linus Pauling Diagram was made and evaluated. This game proposes the study of electronic configuration, characterization of chemical elements and their location in the periodic table, as well as dealing with the formation of ions and molecules using scientific language in a playful way. The methodology used is configured as a qualitative case study and had been carried out in stages constituted, initially, by the theoretical foundation, which was about the use of didactic games for the teaching of electronic configuration chemistry with a focus on the periodic table and the use of didactic sequences. Next, the construction of a manual was presented, which contains the materials necessary for the construction of the game and the rules for its application. This is followed by the proposition of a didactic sequence that aimed to subsidize the teaching practice. The game was validated by 4 students from the Degree in Chemistry at UFMT, Cuiabá campus, enrolled in supervised internships. These participants received the game manual containing the creation and execution proposal and evaluated it through an online form. In this way, by correlating the theoretical references and the answers given to the form, it was possible to show that the didactic game does not solve the learning problems of all students, but when it is worked correctly, that is, well planned, with clear rules, applied at the correct moment of pedagogical practice, relating it to the proposed content, improves student performance and can increase interest in Chemistry classes, thus contributing to meaningful learning.

Keywords: Didactic game; Electronic configuration; Meaningful learning; Chemistry teaching.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diagrama energético	39
Figura 2 - Diagrama de Linus Pauling.....	40
Figura 3 - Diagrama de energia	44
Figura 4 - Capa do Produto Educacional.....	56
Figura 5 - Organização das tampinhas	59
Figura 6 - Subníveis prontos.....	59
Figura 7 - Modelo de Tabuleiro.....	60
Figura 8 - Tabuleiro com os subníveis	61

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CONEP	Comissão Nacional de Ética em Pesquisa
DCN	Diretrizes Curriculares Nacionais
IFMT	Instituto Federal de Mato Grosso
LDB	Lei das Diretrizes e Bases da Educação
LDBEN	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MEC	Ministério da Educação
MT	Mato Grosso
PIBID	Programa Institucional de Iniciação à Docência
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PNE	Plano Nacional de Educação
PPGECN	Programa de Pós-Graduação do Ensino de Ciência Naturais
SEI	Sistema Envio Interno
UFMT	Universidade Federal de Mato Grosso

Sumário

INTRODUÇÃO.....	15
1 MOTIVAÇÃO DE PESQUISA	18
1.1 Percurso inicial e formação.....	18
2 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO	21
2.1 O Estado da Questão em relação aos jogos didáticos	21
2.2 Aprendendo com a pesquisa sobre jogos didáticos.....	23
2.3 Sobre jogos didáticos: o que é possível considerar	32
2.4 Um pouco mais sobre jogos didáticos.....	32
3 CONFIGURAÇÃO ELETRÔNICA E TABELA PERIÓDICA.....	37
4 SEQUÊNCIA DIDÁTICA E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	47
5 METODOLOGIA.....	50
5.1 ETAPAS DA PESQUISA.....	51
5.1.1 Etapa 1 - Fundamentação teórica.....	51
5.1.2 Etapa 2 – Criação do Manual do Jogo	51
5.1.3 Etapa 3 – Construção do instrumento de coleta de dados.....	52
5.1.4 Etapa 4 – Discussões e Análise dos dados.....	53
5.1.4.1 Análise dos dados.....	53
6 O PRODUTO EDUCACIONAL	55
6.1 A origem do jogo	55
6.2 Como o produto educacional está estruturado	56
7 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	63
7.1 Bloco A – Sobre a montagem do jogo	64
7.2 Bloco B - Sobre o jogo enquanto material didático	65
7.3 Bloco C - Com os aspectos gerais do jogo.....	66
7.4 Bloco D - Avaliação qualitativa.....	67
CONSIDERAÇÕES FINAIS	70
REFERÊNCIAS	72
APÊNDICE	76
Apêndice 1	76
Apêndice 2	78
Apêndice 3	79

INTRODUÇÃO

Este trabalho aborda uma investigação qualitativa acerca das dificuldades apresentadas pelos estudantes do primeiro ano do Ensino Médio referente ao conteúdo da disciplina de Química, (em especial, configuração eletrônica, caracterização dos elementos químicos e formação de moléculas e íons fórmulas). Dificuldades estas detectadas no decorrer da jornada profissional da pesquisadora, de mais de vinte anos de trabalho em sala de aula.

Nesse sentido, o problema deste trabalho de pesquisa consistiu, basicamente, no estudo e proposição de uma nova metodologia que auxiliasse na compreensão do estudante, do conteúdo de configuração eletrônica, favorecendo, assim, o ensino e o aprendizado desses estudantes logo no primeiro ano do Ensino Médio.

Como as possibilidades de novas metodologias são diversas, optou-se por confeccionar um manual de jogo didático, envolvendo uma sequência didática relacionada ao ensino de química. De acordo com Piaget (1975), o jogo favorece o desenvolvimento cognitivo do ser humano, dando acesso a novas informações, enriquecendo o conteúdo do pensamento. O jogo é capaz de sensibilizar e conscientizar o aprendiz, favorecendo assim a socialização dos estudantes. Dessa forma, pode-se entender a relevância da abordagem do jogo em diferentes fases de aprendizagem escolares.

Segundo Cunha (2012), jogos didáticos, quando levados à sala de aula, proporcionam aos estudantes modos diferenciados para aprendizagem de conceitos e de desenvolvimento de valores. É nesse sentido que reside a maior importância destes, como recurso didático. Para Silva (2015), o jogo didático utilizado no ensino de química se torna uma ferramenta que pode contribuir com o processo de ensino e aprendizagem.

Diante dos argumentos dos autores supracitados, referente ao jogo didático como ferramenta, em sala de aula, houve a necessidade de construir um manual de jogo didático, que contém os materiais necessários para a construção do jogo e as regras para sua aplicação. Este teve início com a proposição de uma sequência didática que visou subsidiar a prática docente para ser abordado com estudante do primeiro ano do Ensino Médio. O jogo foi intitulado JOGANDO COM O DIAGRAMA DE LINUS PAULING, e visou abordar o conteúdo de configuração eletrônica, de forma significativa, em sala de aula. Este jogo foi validado por estudantes matriculados nas disciplinas de estágio supervisionado do curso de Licenciatura em Química da UFMT Campus Cuiabá-MT, através de um formulário on-line, acompanhado do manual do jogo didático. A confecção e validação serviram como propulsores das reflexões

sobre aprendizagem significativa para o ensino de Química, em relação ao uso de jogos didáticos.

Esta necessidade moveu a pesquisadora desde o início da carreira docente, no âmbito do ensino de Química, atividade na qual atua de 2000 até o momento. Assim, foi com o objetivo de motivar e despertar o interesse dos estudantes, sanando dificuldades até então apresentadas referentes ao aprendizado dos conteúdos de configuração eletrônica, caracterização dos elementos químicos e sua localização na tabela periódica, bem como lidar com a formação de íons e moléculas utilizando linguagem científica, de forma lúdica, que a pesquisadora se submeteu a esta experiência de criar jogos didáticos e de validar uma dessas experiências, a partir de uma pesquisa científica no âmbito de um mestrado.

Os referenciais teóricos que nortearam as primeiras experiências continuaram durante toda jornada junto ao mestrado profissional, no qual outras leituras, necessariamente, foram agregadas. Inicialmente, a investigação foi embasada nas teorias dos seguintes autores: Moreira (2000), Freire (1996), Antunes (1999), Kishimoto (1996), Soares (2006) e Piaget (1975). Dessa forma, este trabalho de pesquisa está dimensionado em capítulos como descritos a seguir.

No primeiro capítulo se apresenta a motivação que levou a pesquisadora realizar a referida pesquisa e seu percurso de formação inicial.

O segundo capítulo expressa levantamento bibliográfico realizado em artigos e trabalhos acadêmicos de mestrado e teses de doutorado, que nos últimos dez anos abordaram jogos didáticos e atividades lúdicas com foco principal de suas pesquisas. Abordam-se, ainda, as literaturas que mais se destacaram como referencial teórico para embasar os trabalhos analisados no levantamento bibliográfico sobre jogos didáticos, que também contribuíram para o desenvolvimento desta pesquisa.

O terceiro capítulo explicita o ensino de configuração eletrônica focando a tabela periódica, a importância de se trabalhar este objeto de conhecimento em sala de aula, visando formação de íons, moléculas e a localização dos elementos químicos. Também neste capítulo foram abordados métodos utilizados por alguns autores acerca do diagrama de Linus Pauling, ou outro diagrama em seu livro didático para classificar os subníveis mais energéticos.

No capítulo quatro se discorre sobre a sequência didática e aprendizagem significativa. Questões sobre sequência didática foram embasadas em Zabala (1998), que a define como um “conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articulada para aplicação de certos objetos educacionais”. Também se enfoca a aprendizagem significativa, sendo os estudos voltados para as teorias de Moreira (1999, 2005 e 2010) e Ausubel (1978, apud, MOREIRA, 1999), que

ressaltam que, neste tipo de aprendizagem, o aprendiz não é um receptor, ele deve fazer uso dos significados internalizados em sua estrutura cognitiva.

O quinto capítulo propicia a exposição sobre a metodologia de pesquisa, que foi pautada em uma abordagem qualitativa do tipo estudo de caso, subsidiada pelas teorias de Creswell (2014) e Lüdke e André (1986). Neste capítulo são estruturadas as fases da pesquisa, sujeitos e instrumentos de coletas de dados.

No sexto capítulo é exposto o produto educacional no formato de um manual para o jogo didático. Neste manual se destaca a construção do jogo didático, a presença de uma sequência didática com 4 (quatro) aulas, que objetiva ser uma ferramenta de auxílio ao professor sala de aula, assim como ser facilitador da aprendizagem do estudante.

Por fim, em resultados e discussões, os dados coletados são analisados, apresentamos os resultados obtido, bem como a validação do produto educacional e finaliza-se com as considerações finais.

1 MOTIVAÇÃO DE PESQUISA

Diante das grandes mudanças provocadas por evoluções científicas e tecnológicas, os profissionais da educação não podem finalizar o processo de formação. A sociedade está em constante busca por aperfeiçoamento e, dessa forma, a jornada acadêmica não para, pois o conhecimento nunca estará pronto e acabado, uma vez que se renova a cada geração-

A docência exige um contínuo esforço, não apenas acadêmico, mas também didático-pedagógico e mesmo profissional. Isso quer dizer que as necessidades formativas perpassam o âmbito da formação continuada e da profissionalização aplicada no contexto da escola na qual se atua. Os desafios são diversos!

A sociedade necessita de profissionais que sejam capazes, não só de lidar com o conhecimento teórico-prático, de forma que o estudante chegue ao curso superior, mas sim, de informações mais profundas que gerem mudanças em sua vida, que lhe torne capaz de resolver problemas do cotidiano, transformar o ambiente em que está inserido, de forma sustentável, e que melhore a qualidade de vida, tanto sua, quanto daqueles que lhes são próximos. Dessa forma, enfatiza-se que a formação continuada – no âmbito docente – é uma questão de responsabilidade social e política, que pode provocar, positivamente, um crescimento pessoal e profissional, promovendo e ampliando o alcance de uma vida melhor.

Abordar os conteúdos para o ensino de Química, de forma contextualizada e interdisciplinar, e de forma lúdica, com foco no jogo didático tem sido um grande desafio, pois instiga cada vez mais ir à busca de capacitação profissional, assim como conhecer metodologias diversificadas, sempre tentando, quando possível, relacionar teoria, prática e as atividades lúdicas, para melhorar o processo de ensino e aprendizagem. Imagina-se que, só assim, será possível auxiliar na formação de indivíduos críticos e reflexivos, na medida em que se provoca a aprendizagem significativa.

A seguir apresenta-se o percurso de formação da pesquisadora.

1.1 PERCURSO INICIAL E FORMAÇÃO

No ano de 1994, após ter terminado o curso de Pedagogia na Universidade Estadual de Maringá (Estado do Paraná), senti a necessidade de ingressar na carreira educacional, a fim de satisfazer uma necessidade pessoal de exercer a função de educadora. Quando ministrei aulas

no curso de magistério, com a disciplina de biologia educacional, percebi que havia a necessidade de aprofundar os conhecimentos até então adquiridos. Assim, ingressei no curso de Pós-Graduação em Didática: Fundamentos Teóricos de Prática Pedagógica, na Faculdade de Educação São Luís Associação de Educação e Cultura em Jaboticabal (Estado de São Paulo), uma especialização com carga horária de 400 horas, que foi desenvolvida no período de: 05/01/98 a 11/07/98.

Após o término da especialização é que ingressei no curso de Ciências Físicas e Biológicas na Faculdade de Ciências e Letras de Jandaia do Sul (no Estado do Paraná). Logo após o término do curso, enviei o currículo para Escola Ranchão distrito de Nova Mutum (no qual estava residindo – Estado de Mato Grosso) e no qual desempenhei a função de professora no Ensino Fundamental nas disciplinas de Ciências, Química e Biologia no Ensino Médio.

Foi então que despertou em mim o interesse pelo estudo do meio ambiente. Era uma escola de campo, na qual se podia fazer um trabalho direto com a natureza, no entanto, a bagagem teórica que eu possuía, até então, não era suficiente para que conseguisse explicar por exemplo, a forma de contaminação do ambiente (reações químicas que produziam substâncias tóxicas) e as substâncias que eram lançadas no mesmo e de que forma estas eram lançadas. Foi então, que em 2004, tomei conhecimento de um curso de Licenciatura Plena em Ciências da Natureza e Matemática, com Habilitação em Química, oferecido pela Universidade Federal de Mato Grosso e realizado na cidade Rondonópolis – MT. De posse do currículo deste curso e demais informações necessárias, matriculei-me e, em dezembro de 2008, graduei-me novamente, agora, com um título mais adequado à minha atuação.

Minha prática pedagógica foi fundamentada e enriquecida, em relação aos vários aspectos, mas, principalmente, com relação à interdisciplinaridade e a abordagem com atividades lúdicas, a partir de jogos didáticos, de forma que a interação com os conteúdos ministrados em sala de aula facilitaram o processo de ensino e aprendizagem, primeiro meu, enquanto professora em formação e, depois, dos estudantes da escola na qual atuei.

Entre 2017 e 2018, realizei mais um curso de Pós-graduação, agora, no Ensino de Química, oferecido pelo Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT), com polo presencial no município de Cuiabá – MT.

Após uma autorreflexão sobre minha jornada profissional, evidencio que, como educadora sou eterna estudante. Sempre percebo que está faltando algo para melhorar minha prática pedagógica, pois a cada momento surgem fenômenos, fatos e situações que os meus conhecimentos não dão conta de explicar.

Nesse sentido, em busca de mais aprofundamento e quiçá de novas metodologias para o ensino de Química, ingressei no Mestrado Profissional no Ensino de Ciências Naturais da UFMT, em que busquei realizar um trabalho de pesquisa voltado para a atividade lúdica com foco em jogos didáticos, para analisar a potencialidade de um jogo, como ferramenta metodológica que pudesse auxiliar o professor, em sala de aula, visando minimizar as dificuldades encontradas até então pelos estudantes referentes ao estudo de configuração eletrônica com foco na tabela periódica.

2 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

A evolução tecnológica trouxe ao mundo profundas transformações que estão ressignificando o conceito de sociedade, de individualidade e de interação. Neste embate estão os conceitos de aprender e de ensinar, sendo esses alterados de forma rápida e, às vezes, irrefletidas, o que pode trazer prejuízos à educação se não forem bem utilizados.

Muitos são os exemplos de aplicação da ciência que poderiam ser citados como a descoberta e a produção de novas substâncias, a utilização cada vez mais intensa de aparelhos eletrônicos, tais como: televisão, celulares, computadores, equipamentos médicos e diversos outros, todos conectados pela internet. Uma evolução que tem permitido aos contemporâneos, viagens literais e experiências diversas, tanto materiais quanto virtuais pelo mundo, impulsionando a globalização.

Nesse contexto, em que surgem as problematizações, como por exemplo: como tem sido feita a educação científica? A escola brasileira tem conseguido acompanhar estas mudanças? Quais metodologias e estratégias didático-pedagógicas têm sido implementadas para que a educação científica sirva como impulsionadora de uma aprendizagem significativa, mais colaborativa e mais ética? No ensino das ciências se fala, atualmente, em jogos didáticos, motivação para aprender, gamificação do ensino, entre outros termos pesquisados, que revelam o esforço dessa área em alcançar melhores resultados no que se refere à prática docente.

Neste trabalho, destaca-se uma das etapas de uma dissertação de mestrado em ensino de ciências naturais, em que se debruçou sobre o estado da questão (NÓBREGA-THERRIEN, 2004). Nesta dissertação, foi realizada uma investigação qualitativa acerca das dificuldades apresentadas por estudantes do primeiro ano do Ensino Médio referente aos conteúdos abordados na disciplina de Química, (em especial, configuração eletrônica, caracterização e localização dos elementos químicos na tabela periódica).

2.1 O ESTADO DA QUESTÃO EM RELAÇÃO AOS JOGOS DIDÁTICOS

Com este propósito se analisa a questão de pesquisa que foi pensada, inicialmente, em um projeto apresentado à orientação, bem como sua ressignificação, a partir da metodologia de investigação do estado dessa questão. A pergunta desta pesquisa ficou expressa da seguinte

forma: *como o Jogo Didático “JOGANDO COM O DIAGRAMA DE LINUS PAULING” colabora com a aprendizagem significativa no ensino de Química na Educação Básica?*

Dessa forma, busca-se compreender a força, as fragilidades e a abrangência dessa questão e sua possível contribuição ao campo da educação científica. Isso foi feito a partir de análises flutuantes de artigos, de dissertações de mestrado e de teses de doutorados publicados no período de 2010 a 2020. Os descritores utilizados para essa investigação foram: jogos didáticos, atividades lúdicas e ensino de química. Deu-se ênfase nas pesquisas aplicadas em sala de aula.

Foram separados, inicialmente, dez artigos e dez trabalhos de dissertação, após a análise flutuante foram utilizados para esta etapa apenas dez textos, conforme Quadro 1.

Quadro 1 - Relação de textos analisados para o estado da questão

Título	Autores	Data Publicação	Referência
Tabela Periódica - Um Super Trunfo para Estudantes do Ensino Fundamental e Ensino Médio	GODOI, Thiago André de Faria, OLIVEIRA, Hueder Paulo Moisés de e CODOGNOTO, Lúcia	02/2010	Química Nova na Escola, vol. 32, N° 1
Pôquer dos Elementos dos Blocos s e p	SATURNINO, Joyce Cristine S.F., LUDUVICO, Inácio e SANTOS, Leandro José dos	08/2013	Química Nova na Escola, vol. 35, N° 3
Pistas orgânicas: uma atividade lúdica para o ensino das funções orgânicas	SILVA, Janduir Egito da	15/02/2013	Mestrado em QUÍMICA Instituição de Ensino: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-RN
Análise das atividades promovidas por um jogo sobre propriedades da tabela periódica	GIMENES, Elen	28/02/2014	Mestrado em Educação para a Ciência e a Matemática Instituição de Ensino: Universidade Estadual de Maringá-PR
Jogo Didático Investigativo: Uma Ferramenta para o Ensino de Química Inorgânica	SILVA, Bruna da, CORDEIRO, Márcia Regina e KIILL, Keila Bossolani	02/2015	Química Nova na Escola, vol. 37, N° 1

O uso de atividades lúdicas pedagógicas no ensino de química: Um estudo de caso na escola estadual PRIMO BITTI	ANDRADE, Leonardo Pimentel de	13/03/2015	Mestrado Profissional em Gestão Social, Educação e Desenvolvimento Regional Instituição de Ensino: Faculdade Vale do Cricaré, São Mateus- ES
O lúdico na química: influência da aplicação de jogos químicos no aprendizado dos alunos dos cursos técnicos de nível médio do IFRN Campus Ipangaçu	JUNIOR, Carlos Antônio Barros e Silva	02/02/2016	Mestrado em Ensino Instituição de Ensino: Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Pau dos Ferros-RN
Jogos e Atividades lúdicas Como Instrumentos Motivadores do Aprendizado de Química no Ensino Médio	LOUZADA, Ligia Oliveira Gomes	04/08/2016	Mestrado Profissional em Ensino das Ciências Instituição de Ensino: Universidade do Grande Rio - PROF Jose de Souza Herdy, Duque de Caxias – RJ
RAIOQUIZ: Discussão de um Conceito de Propriedade Periódica por Meio de um Jogo Educativo	REZENDE, Felipe A. M., CARVALHO, Christina V. M., GONTIJO, Lucas C. e SOARES Márlon H. F. B.	08/2019	Química Nova na Escola, vol. 41, N° 3
Um Jogo Didático para Revisão de Conceitos Químicos e Normas de Segurança em Laboratórios de Química	BENEDETTI-FILHO, Edegar, CAVAGIS, Alexandre Donizeti Martinse BENEDETTI, Luzia Pires dos Santos	02/2020	Química Nova na Escola, vol. 42, N° 1

Fonte: autora (2020).

2.2 APRENDENDO COM A PESQUISA SOBRE JOGOS DIDÁTICOS

Godoi, Oliveira e Codognoto (2010) utilizaram o jogo didático objetivando a aprendizagem e a fixação do conhecimento referente ao ensino da tabela periódica e suas propriedades, para estudantes de Ensino Fundamental e Médio.

O jogo “Super Trunfo” da Tabela Periódica foi desenvolvido baseado no jogo de cartas comercialmente existente chamado Super Trunfo e, foi confeccionado pelo próprio pesquisador e aplicado em sala de aula. Conforme os autores supracitados, após aplicação do

jogo, houve melhora significativa, tanto no comportamento como no entendimento do referido conteúdo. Na pesquisa se alerta para a perspectiva de que, se o jogo fosse confeccionado pelos estudantes, haveria maior êxito. Este aspecto é interessante, pois inclui os estudantes na produção do jogo, podendo fluir uma aprendizagem com mais facilidade, algo que está presente no manual do jogo didático desenvolvido nesta pesquisa de mestrado.

O material pedagógico proposto por Saturnino, Luduvico e Santos (2013) aborda jogos didáticos, visando promover a fixação e a compreensão do conteúdo da tabela periódica de forma dinâmica e descontraída, assim como melhorar a interação professor-aluno e aluno-aluno, em sala de aula, na disciplina de química.

O jogo didático no formato de baralho com 44 (quarenta e quatro) cartas, intitulado “Pôquer dos Elementos dos Blocos s e p” e foi aplicado em turmas do segundo ano do Ensino Médio de escola pública, situadas na cidade de Pará de Minas (MG). No decorrer da aplicação do jogo didático foi realizada uma avaliação de como esta ferramenta poderia auxiliar o processo de aprendizagem dos estudantes referente ao estudo da tabela periódica. Segundo os autores citados anteriormente, o jogo demonstrou ser um instrumento capaz de despertar o interesse do estudante pela disciplina de química e, conseqüentemente, melhorar seu desempenho escolar.

Ainda, de acordo com Saturnino, Luduvico e Santos (2013), após aplicação do jogo, observou evolução no processo de aprendizagem dos estudantes, pois o jogo facilitou o entendimento das relações existentes entre a configuração eletrônica e a localização dos elementos químicos da tabela periódica e, segundo eles, diminuiu, assim, hábito de decorar a localização e características dos elementos químicos da tabela periódica

Os autores defendem a tese de que o jogo “Pôquer dos Elementos dos Blocos s e p” demonstrou ser uma ferramenta útil e facilitadora no ensino de química, tornando a aula divertida e estimulante, contribuindo dessa forma com o processo de aprendizagem, e melhorando o relacionamento entre professor-aluno e aluno-aluno. Com a análise dos resultados foi possível perceber uma maior compreensão e o despertar do interesse dos estudantes pelo conteúdo após a utilização do jogo didático.

Silva (2013), em sua dissertação de mestrado, argumenta que a melhoria do ensino de química depende de mudanças de estratégias para torná-lo mais significativo, isso é o intuito que pretende atingir com o uso do jogo “Pistas Orgânicas”, que teve como objetivo familiarização do estudante com conteúdos conceituais de Química Orgânica.

Nesse sentido, existe o foco de despertar interesse, propiciar motivação dos estudantes pelos conteúdos de química abordados em sala de aula, proporcionando liberdade e,

ocasionalmente, não deixar a sala de aula com uma atmosfera de medo. Ainda segundo Silva (2013), através do jogo didático, o erro pode ser trabalhado de forma lúdica, sem pressão para o estudante e sem opressão por parte de colegas e professor.

O jogo “Pistas Orgânicas” foi desenvolvido com estudantes do terceiro ano do Ensino Médio e turma do 1º semestre de graduação do curso de Química. Durante a aplicação do jogo, o pesquisador observou que este é uma estratégia dinâmica no processo de ensino e aprendizagem dos conceitos da química orgânica, haja vista que estudantes participaram ativamente das aulas, bem como demonstraram estar motivados na construção dos conceitos, além disso, foi possível observar evidências de outras potencialidades do jogo, tais como: troca de conhecimentos entre os pares dos grupos, ocorrendo aprendizagem colaborativa.

Dessa forma, Silva (2013) acredita que o uso desse jogo contribui, de forma significativa, com o ensino de conceitos, para motivação, interesse e socialização dos estudantes, já que estes a todo o momento procuravam tirar dúvidas acerca dos conteúdos conceituais abordados na proposta do jogo.

Usufruindo da mesma ferramenta de ensino (jogo educativo), Gimenes (2014) ressalta que objetivo de seu trabalho está pautado em avaliar as potencialidades do jogo educativo na disciplina de química no primeiro ano do Ensino Médio. Sua pesquisa surgiu em função de uma questão que lhe chamou atenção ao observar que os estudantes consideravam a disciplina de química como vilã e não conseguiam associá-la ao cotidiano, principalmente, ao abordarem conteúdos referentes à tabela periódica.

Após as observações, seguidas de reflexão, a pesquisadora procurou desenvolver um jogo como instrumento educativo, de forma que o estudante se aproximasse do conhecimento das propriedades periódicas, ao ser inserido em uma atividade lúdica. No primeiro momento, Gimenes (2014) apresentou o esboço do jogo de “Tabuleiro e Cartas” da tabela periódica aos professores que trabalham com o primeiro ano do Ensino Médio com a disciplina de química, das escolas nas quais a pesquisa seria realizada, em que algumas mudanças foram sugeridas para concluir a versão final do jogo.

Segundo a pesquisadora, o jogo foi aplicado em nove turmas de primeiro ano do Ensino Médio e, após observação, ela assegura que o jogo instigou os estudantes a desenvolverem o raciocínio, a memória e a atenção. Ressalta, ainda, que jogos apresentam elementos valiosos no processo de apropriação do conhecimento, permitindo o desenvolvimento de competências no âmbito da comunicação, das relações, da liderança e do trabalho em equipe, utilizando a relação cooperação/competição, em um contexto formativo, pois o estudante coopera com os colegas de equipe e disputa com as outras equipes formadas pelos demais colegas da turma.

Gimenes (2014) sustenta que a estratégia adotada possibilitou uma reflexão acerca da importância da aprendizagem colaborativa. Nesse sentido, a autora defende que jogo pode ser recurso propiciador de mudanças nas aulas ditas tradicionais, pois beneficia o resgate de conteúdos implícitos e a exploração de conceitos, especialmente no Ensino Médio, no qual esse recurso é pouco explorado. Dessa forma, surge aula interessante e ambiente mais agradável.

Na sequência, analisa-se o material pedagógico proposto por Silva, Cordeiro, Kiill (2015), que apresentaram um jogo didático de tabuleiro, intitulado “Quiminvestigação” baseado no “Scotland Yard”, ou seja, um material didático com caráter investigativo que requer do estudante diálogo para chegar a uma solução.

Este jogo trabalhou com conteúdos relacionados aos conceitos de funções inorgânicas e tabela periódica, sendo aplicado para 24 (vinte e quatro) estudantes do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública na cidade de Alfenas (MG). Durante a realização dessa atividade, observou-se interesse dos estudantes para realizarem as atividades e, também, a interação entre estes e os autores. Nesse sentido, os autores concluíram que o jogo didático pode ser considerado um instrumento facilitador para a aprendizagem dos objetos educacionais da tabela periódica e funções inorgânicas, por meio da interação dos estudantes com conteúdo, colegas e professores em sala de aula, constituindo uma ferramenta auxiliar para o processo de ensino e aprendizagem.

Andrade (2015) escolheu o conteúdo de Química Orgânica para compor a sua pesquisa, por conta das dificuldades de uma parte significativa de estudantes na apropriação deste conteúdo. Estas dificuldades vinham sendo observadas pelo autor durante os anos de sua atuação como docente na escola na qual a pesquisa foi realizada.

Objetivando sanar as dificuldades, ou pelo menos parte dessas, o autor optou pela utilização de estratégia diversificada para abordar o conteúdo de química orgânica, tal como aplicação de jogos pedagógicos. Partindo do princípio do “Jogo da Velha”, com algumas adaptações nas regras, transformando o mesmo em “Jorgânico”, este foi idealizado e confeccionado pelo pesquisador, juntamente com bolsistas do Programa Institucional de Iniciação à Docência (PIBID), do curso de licenciatura em Química do Instituto Federal do Espírito Santo do campus de Aracruz-ES.

O autor ressalta que através de observações percebeu que a aplicação dos jogos contribuiu no processo educativo, como instrumento facilitador da integração, da sociabilidade e, principalmente, do aprendizado do conteúdo de classificação das cadeias carbônicas, estudo do carbono e evolução da química orgânica. Este jogo também melhorou a interação entre estudantes, estimulando a discussão referente ao conteúdo da disciplina e aumentando o

interesse em responder corretamente as questões formuladas. Nesse sentido, o jogo propiciou ambientes favoráveis à explicitação de ideias e esclarecimento de dúvidas, motivou os estudantes a aprenderem mais facilmente os assuntos abordados, assim como os instigando a serem ativos e participativos nas aulas.

Dessa forma, o pesquisador defende a tese de que o jogo didático conduz o estudante à exploração de sua criatividade, dando-lhe condições de melhorar sua conduta e sua autoestima facilitando, assim, o processo de ensino e aprendizagem. Nesse sentido, Andrade (2015) conclui que, com este tipo de estratégia, se está formando indivíduos criativos para a construção de uma sociedade melhor, pois estes se tornam capazes de realizar descobertas, inventar, reinventar e, conseqüentemente, provocar mudanças.

De acordo com Junior (2016), a abordagem do jogo didático objetiva analisar a influência desse na aprendizagem da disciplina de química, bem como sua eficácia como instrumento facilitador da aprendizagem.

Pará a realização desta pesquisa, foram escolhidas duas turmas de nível médio/técnico do IFRN, campus Ipangaçu. Vale ressaltar que o pesquisador realizou dois jogos neste trabalho, um envolvendo a tabela periódica, sendo o “Bingo Químico”, e outro, o “JOGO DO SIM OU NÃO”, com estudo de nomenclatura dos hidrocarbonetos. O bingo químico se assemelha a um bingo normal. Após explanação do conteúdo, foram utilizadas quatro aulas na aplicação do jogo. Já o jogo do sim ou não, é uma criação de Junior (2016).

Os dois jogos envolveram regras que deveriam ser seguidas. Após a aplicação de ambos, foram realizados debates, com intuito de analisar a eficácia da ferramenta pedagógica facilitadora da aprendizagem, o debate foi conduzido pelo professor pesquisador que tinha função de levantar questões referentes ao conteúdo do jogo para a discussão.

A literatura evidencia que o jogo, assim como destacado nos materiais pesquisados, possui um caráter motivador, que incentiva a participação dos estudantes para sua prática, pois após a aplicação do “Bingo Químico” e o jogo “Sim ou Não”, foi possível observar depois o teste pós-jogo que os estudantes conseguiram compreender e aprender, com mais facilidade os assuntos abordados.

Junior (2016) destaca que através da utilização de jogos educacionais, como recurso auxiliar do processo de ensino e aprendizagem na disciplina de química, tanto no conteúdo da tabela periódica como hidrocarboneto, pode perceber que os estudantes despertaram maior interesse pelos conteúdos ministrados. Isso se a alternativa pedagógica for utilizada corretamente, tornando as aulas mais dinâmicas e satisfatórias, aumentando o nível de participação dos estudantes em relação às aulas sem o jogo.

A partir deste trabalho, Junior (2016) concluiu que o lúdico, através de jogos, apresenta alguns aspectos negativos, um foi observado no momento da execução do jogo e está relacionado com a euforia apresentada pelos estudantes. Isso ocorreu porque o jogo proporcionou uma disputa muito acirrada entre os grupos participantes que, movidos pela vontade de vencer, acabavam falando com tom de voz mais alto do que o normal e discutindo por pequenos motivos com os integrantes dos outros grupos.

Assim, Junior (2016) faz uma alerta, o jogo didático não deve ser visto como instrumento capaz de sanar todas as dificuldades dos estudantes, porém pode ser utilizado como ferramenta facilitadora do ensino e aprendizagem, e como instrumento que permite que os estudantes se sintam motivados a assistirem as aulas de química.

Louzada (2016) objetiva investigar se jogo como recurso didático pode ser um instrumento de motivação para que os estudantes melhorem sua participação e interesse nas aulas, trazendo benefício de ensinar química orgânica de forma lúdica, resultando, enfim, em aulas dinâmicas com melhor qualidade.

A pesquisa foi realizada com turmas do 2º ano do Ensino Médio, do Colégio de Aplicação José de Sousa Herdy, localizado no município de Duque de Caxias - RJ. O jogo aplicado na pesquisa foi intitulado de Dominó Funções Orgânicas e está de acordo com a sugestão dada pelo MEC para o trabalho com jogos, visto que sua aplicação favorece o aprendizado da disciplina Química de um modo prazeroso e colaborativo.

Segundo Louzada (2016), o jogo favorece a socialização entre os estudantes, assim como conscientização do trabalho coletivo, o que é normalmente considerado um fator de estímulo entre os estudantes. Ademais, o trabalho didático utilizando jogos facilita a evolução da criatividade, do senso crítico, da participação, da disputa saudável e da satisfação em aprender, sendo ainda de grande utilidade pedagógica. Continuando o ponto de vista da autora, os jogos didáticos também oferecem ao docente a oportunidade de identificar as falhas de aprendizagem, as condutas e as dificuldades dos estudantes.

A aplicação do “Dominó das Funções Orgânicas”, ainda, segundo autora contribuiu para dinamizar as aulas de química orgânica, que são consideradas, muitas vezes, pelos estudantes, maçantes e desinteressantes. Louzada (2016) chama atenção de que o momento mais propício para a realização do jogo didático deve ser após de uma sequência de apresentação de conteúdo aos estudantes.

Finalmente, a pesquisadora acredita que a estratégia exposta nesta pesquisa por intermédio dos jogos e atividades lúdicas pode auxiliar na metodologia de ensino e no processo de aprendizagem, de forma motivadora e instigante. Dessa forma, com este recurso didático o

docente pode trabalhar conceitos; reforçar conteúdos, promover a sociabilidade entre estudantes; trabalhar a criatividade e a cooperação.

Rezende et al (2019) desenvolveram e aplicaram uma atividade lúdica para apresentar o conteúdo e, posteriormente, aplicar o jogo educativo. O objetivo desta pesquisa é verificar se o jogo educativo poderia ser considerado uma estratégia significativa para ensinar conceitos relacionados ao raio atômico para estudantes do primeiro ano do Ensino Médio, de forma a colocá-los em uma posição de protagonistas da construção do próprio conhecimento.

Para avançar as discussões, é relevante esclarecer a diferença entre jogo educativo e jogo didático. Segundo Cunha (2012), o jogo educativo incorpora ações ativas e dinâmicas, admite que as duas ações atuam nas esferas corporal, cognitiva, afetiva e social do estudante, ações essas orientadas pelo professor, podendo ocorrer em diversos locais. Já o jogo didático está diretamente relacionado ao ensino de conceitos e/ou objetos educacionais, estruturado com regras e atividades programadas e que mantém um equilíbrio entre a função lúdica e a função educativa do jogo, sendo, em geral, realizado em sala de aula. Nesse sentido, o autor conclui que o jogo didático também é educativo.

Com intuito de desvendar obstáculos presentes no ensino de conceitos das propriedades periódicas, principalmente, o raio atômico, os autores supracitados desenvolveram um jogo educativo utilizando como plataforma o jogo de tabuleiro, denominado Banco Imobiliário, pelo fato de ser um jogo bastante conhecido. O jogo recebeu o nome de “RAIOQUIZ”. Por se tratar de um jogo de perguntas e respostas envolvendo conteúdo de raio atômico, esse é composto por um tabuleiro com vinte e uma “casas”, sendo que uma delimita o início e outra o término do jogo.

Antes da aplicação do jogo foi abordada a atividade lúdica, um “quebra-cabeça”, objetivando apresentação do conteúdo sobre raio atômico. Os estudantes ficaram instigados em entender o motivo pelo qual os raios dos átomos apresentam esse comportamento nos grupos e períodos, neste momento, houve discussão e interação entre estudantes e desses com o conteúdo, os pesquisadores também contribuíram para sanar as dúvidas apresentadas referentes aos conceitos abordados. Na sequência ocorreu a aplicação do jogo educativo “RAIOQUIZ”, em que pesquisadores destacaram a possibilidade de, neste momento, realizar avaliação diagnóstica com esta estratégia, tanto em relação à aprendizagem dos estudantes, quanto às dificuldades apresentadas.

Com a dinâmica do jogo ficou evidente a necessidade de melhoria dos conceitos e perguntas referentes aos assuntos mencionados.

Os pesquisadores puderam inferir que o jogo educativo é uma estratégia de ensino que desperta a atenção dos estudantes, tornando-os ativos e participativos, possibilitando o favorecimento do processo de aprendizagem. Os autores concluem que o desenvolvimento do jogo educativo possibilitou verificar o quanto o lúdico é importante nos processos de ensino e aprendizagem, e que esta estratégia, além de contribuir para a aprendizagem dos estudantes, coloca-os em uma posição de protagonistas da construção de seu próprio conhecimento.

A seguir, apresenta-se o trabalho de Benedetti-filho, Cavagis, Benedetti (2020), com a aplicação de um jogo didático como ferramenta de ensino que foi inspirado no tradicional “Jogo dos Sete Erros”, com o intuito de revisar conteúdos referentes às normas de segurança em laboratórios de Química. A atividade foi aplicada para 108 (cento e oito) estudantes de 2º ano do Ensino Médio, em uma escola pública estadual do interior de São Paulo.

O jogo intitulado “Jogo dos Oito Erros” objetivou socialização dos estudantes e induzi-los ao questionamento e ao diálogo, promovendo-lhes as práticas da argumentação, do raciocínio lógico, assim como revisão de conteúdo. O foco central da discussão neste jogo está relacionado aos cuidados experimentais no manuseio de substâncias químicas em laboratório e rever alguns conceitos de química envolvidos na imagem apresentada, tais como: reação química, função inorgânica, tipo de reações e balanceamento de equação.

Segundo os pesquisadores, durante a aplicação da atividade, a figura do professor é de grande relevância para avaliar o comportamento dos estudantes e interação entre eles. Os autores afirmam que essa atividade permitiu tornar a aula de química diferenciada e mais dinâmica para os estudantes, integradora e contextualizada, obtendo uma boa aceitação dos participantes.

Após o debate, os resultados demonstrados reiteram que a atividade lúdica pode ser um importante aliado no processo de ensino e aprendizagem, contribuindo para discussões em sala de aula e intercâmbio de experiências. Os pesquisadores concluíram que o trabalho chamou a atenção para importância da atividade lúdica para revisão e consolidação de conceitos relacionados ao ensino de química e para o melhoramento das relações interpessoais em sala de aula.

Assim, após a realização da leitura mais aprofundada de cada um dos trabalhos citados, são apontados alguns achados e acolhidas algumas questões que permitiram refletir sobre a pesquisa que se intenta fazer e, conseqüentemente, sobre a pergunta problematizadora e suas possíveis respostas.

Primeiro, destaca-se que a literatura utilizada como base teórica para os estudos relacionados ao lúdico e jogos didáticos, que mais foram utilizadas, nos trabalhos analisados

por esta pesquisa foram: (KISHIMOTO, 1996; SOARES, 2006); (CUNHA, 2012); (VYGOTSKY, 2002 e 2003); (SANTANA, 2012); (BRASIL, 1999 e 2002); (PIAGET, 1975); (SANTOS, 2009); (MIRANDA, 2001; (ANTUNES, 1999). Todos esses autores enfatizam a questão da motivação para o aprendizado quando a proposta metodológica inclui a aplicação do jogo didático, pois este está relacionado ao ensino organizado com regras e atividades programadas, e que mantém um equilíbrio entre a função lúdica e a função educativa do jogo.

Ao se optar por um jogo sem regras preestabelecidas, esse perde seu caráter educativo, funcionando apenas como uma atividade lúdica qualquer. Nesse sentido, o jogo didático demonstra ser uma ferramenta metodológica facilitadora do processo de ensino e aprendizagem. Os temas e conceitos utilizados foram jogos didáticos, atividades lúdicas e ensino de química.

Dessa forma, uma questão se sobressaiu, sendo: será que os estudantes aprendem mesmo os conceitos, os temas, os assuntos a partir de um jogo didático? Como já citado anteriormente, para que ocorra aprendizagem com a utilização de jogo didático, em sala de aula, este deve ter regras claras e, antes de sua aplicação, essas regras devem ser esclarecidas, bem como os objetivos propostos do aprendizado dos assuntos abordados. Este, por sua vez, facilitará a compreensão dos conteúdos que estão sendo trabalhados e atingirá maior público no processo de aprendizagem.

Segundo Junior (2016), o jogo didático não deve ser visto como instrumento capaz de sanar todas as dificuldades dos estudantes em relação ao processo de aprendizagem. Porém, pode ser utilizado como ferramenta facilitadora da aprendizagem e como instrumento que pode permitir que os estudantes se sintam motivados para assistirem às aulas de química.

Diante do exposto se pode compreender que o jogo didático pode ser usado como metodologia diferenciada, em sala de aula, e atingir os objetivos propostos, desde que esse seja usado corretamente. Diferente de algumas opiniões de senso comum, quando destacam que o uso desta ferramenta metodológica irá apenas ser utilizada como *enrolação* ou *enganação* em sala de aula.

Segundo Santana (2012) e Valenzuela (2005), citados por Andrade (2015), o professor deve guiar-se por orientações metodológicas bem definidas, deve ser aberto para troca de informações, flexível e motivador quando se trata de atividades lúdicas e jogos, de modo a buscar o desafio e o diálogo com seus estudantes, fazendo com que o processo de aprendizagem ocorra espontaneamente no contexto educacional. Louzada (2016) alerta que momento mais

propício para a realização do jogo didático deve ser após uma sequência de apresentação de conteúdo aos estudantes.

2.3 SOBRE JOGOS DIDÁTICOS: O QUE É POSSÍVEL CONSIDERAR

Após realizar esta pesquisa se compreendeu o objetivo do mestrado profissional, assim como os passos que um trabalho de pesquisa deve seguir para que os objetivos propostos sejam atingidos e a superar os possíveis equívocos que possam surgir. -

A análise realizada em cada trabalho auxiliou para o esclarecimento de dúvidas, tal como momento certo de aplicação do jogo didático, em sala de aula, contribuiu também para o aprofundamento de conhecimentos referentes ao estado da questão, desmistificou alguns pontos obscuros referentes à elaboração e aplicação do produto educacional que é uma exigência nos programas de mestrado profissionais.

Os pesquisadores supracitados relataram experiências positivas e algumas negativas referentes às estratégias que utilizaram jogos didáticos e atividades lúdicas no ensino de química, em sala de aula no Ensino Médio, tanto na aprendizagem de conteúdo, como no despertar do interesse, de participação nas atividades propostas e relações interpessoais.

Assim, finaliza-se este tópico indicando que os pesquisadores que contribuíram com seus trabalhos de pesquisa referente ao jogo didático foram: Godoi, Oliveira e Codognoto (2010), Saturnino, Luduvico e Santos (2013), Silva (2013), Gimenes (2014), Andrade (2015), Silva, Cordeiro, Kiill (2015), Junior (2016), Louzada (2016), Rezende et al.(2019), Benedetti-filho, Cavagis, Benedetti (2020). Sendo assim possível afirmar que todos defendem o uso do jogo didático para melhorar o processo de ensino e aprendizagem, pois afirmam que os conteúdos de química são aprendidos com maior facilidade quando se usa o jogo didático em sala de aula.

2.4 UM POUCO MAIS SOBRE JOGOS DIDÁTICOS

Na medida em que ocorrem os avanços tecnológicos, aumentam também os desafios enfrentados pelo professor, em sala de aula, que passa a necessitar de metodologias diversificadas para chamar a atenção dos estudantes e aumentar o interesse deles para com os

conteúdos abordados. Nesse sentido, atividades lúdicas com foco em jogos didáticos vêm sendo abordados, com mais frequência, em sala de aula, nos últimos anos. Sobre esta metodologia se desenvolve a abordagem a seguir.

De acordo com Cunha (2012), a formação do professor em uma determinada disciplina, no momento atual, não é mais a única condição para enfrentar os desafios existentes no processo de ensino e aprendizagem, pois o professor precisa ser capaz de gerar situações motivadoras e estimuladoras para que os estudantes se interessem pelo objeto de conhecimento proposto em sala de aula, dessa forma o estudante estimulado se tornará um aprendiz ativo capaz de compreender, com mais facilidade, os assuntos que estão sendo abordados em sala de aula.

Segundo Oliveira (2018), a preocupação dos professores, no momento atual, é encontrar materiais alternativos e métodos de ensino que possam aguçar o interesse dos estudantes, objetivando proporcionar uma aprendizagem significativa, porém isso não só acontece no ensino de química, mas sim de forma geral em todas as áreas de conhecimento.

Vygotsky (2002) afirma que os jogos podem auxiliar com que ocorra uma interação entre as atividades que os estudantes são capazes de desenvolver sozinhos (zona de conhecimento real) e as atividades que estes precisam de auxílio para serem resolvidas (zona de conhecimento potencial), pois entre estas duas zonas de conhecimentos está a região que ocorre a aprendizagem, região esta, que Vygotsky chamou de zona de desenvolvimento proximal (ZDP) dos sujeitos, ou seja, através do jogo, o aprendiz interage com o conteúdo que está sendo abordado, a partir desta desperta o interesse e curiosidade fazendo com que ocorra o processo de aprendizagem dos conteúdos que estavam previstos apenas na zona de conhecimento potencial.

Ainda, Vygotsky (2003), em seu livro, *Psicologia Pedagógica*, assegura que o jogo não se manifesta apenas no movimento, mas na assimilação de conteúdo, e no ponto de vista biológico, ele prepara o indivíduo para vida, no aspecto psicológico revela uma das formas de criatividade, no jogo a criança transforma criativamente a realidade.

De acordo com Saturnino, Luduvico e Santos (2013), o jogo didático pode ser usado, em sala de aula, como metodologia diversificada para abordar conteúdo de química, facilitando assim o processo de ensino e aprendizagem, tornando o ambiente de sala de aula mais prazeroso e menos cansativo. Nesse sentido, o professor deixa de ser um transmissor de conhecimento, se tornando apenas um facilitador do processo de aprendizagem. Como dizem Kishimoto (1996) e Cunha (2012), o jogo didático tem que equilibrar duas funções ao entrar em sala de aula: a função lúdica e a educativa; a primeira é a presente no jogo, a segunda é a que permite que o sujeito aprenda algo no ato de jogar.

Soares (2006) ressalta, ainda, que se deve ter cuidado quando se trabalha com jogo, em sala de aula, pois é preciso manter o equilíbrio entre as funções lúdicas e educativas, assim como se deve focar no objetivo proposto a ser alcançado com o objeto de conhecimento que se está abordando na referida aula, pois acredita que só assim a atividade lúdica ocorrerá, de forma significativa, contribuindo para o processo de ensino e aprendizagem.

Para Neto e Moradillo (2016), os jogos e atividades lúdicas estão cada vez mais presentes em sala de aula de química. Os professores têm entendido que essas atividades são relevantes, pois envolvem, motivam e despertam o interesse do estudante pelo conteúdo de química e tornam a aula mais dinâmica e mais interessante. Dessa maneira, os estudantes ficam mais participativos, interagindo com facilidade com os conteúdos abordados em sala de aula.

De acordo com Antunes (1999), o jogo de modo geral é um estimulador da inteligência do aprendiz, pois através desse ocorre a socialização dos indivíduos, estipula controle e impõe regras, assim o jogo exige um nível maior de atenção do educando favorecendo a interação do aluno com o conteúdo, tal como a socialização deles em sala de aula, assim obterão maior êxito no processo de aprendizagem.

Para Oliveira (2018), os jogos podem ser utilizados para atingir determinados objetivos pedagógicos, sendo uma alternativa para melhorar o desempenho dos estudantes em alguns conteúdos de difícil aprendizagem. Nessa perspectiva, visualiza-se o jogo como uma possibilidade de promover a mediação entre professor/aluno e conteúdo/produção de conhecimento.

Ainda, segundo Antunes (1999), a metodologia lúdica com foco no jogo didático só deve ser utilizada, em sala de aula, quando esta objetivar ser uma ferramenta pedagógica auxiliadora do processo de ensino do conteúdo, que está sendo abordado no referido momento em sala de aula. Nesse sentido, os jogos como atividades propostas para serem aplicadas em sala de aula têm que ser planejadas de acordo com o objeto educacional e a necessidade do estudante no momento.

De acordo com Rau (2013, p. 65):

Muitos aspectos podem ser trabalhados por meio da confecção e da aplicação de jogos selecionados, com objetivos como: aprender a lidar com a ansiedade; refletir sobre limites; estimular a autonomia; desenvolver e aprimorar as funções neurossensoriomotoras; desenvolver a atenção e a concentração; ampliar a elaboração de estratégias; estimular o raciocínio lógico e a criatividade. (RAU, 2013, p. 65).

O educador, ao trabalhar com jogos, precisa adequar este recurso pedagógico de acordo com o nível de aprendizagem do estudante, só assim conseguirá atingir os objetivos almejados.

Segundo as orientações dos PCN's (BRASIL, 2006), o jogo pedagógico concede o incentivo e o ambiente favorável, facilitando o desenvolvimento espontâneo e criativo dos estudantes, assim como oferece estímulo ao professor para aumentar seu conhecimento de metodologias ativas de ensino, desenvolvendo as capacidades pessoais e profissionais para despertar nos estudantes competência de comunicação e expressão.

Para Benedetti-Filho (2020), a abordagem de atividade lúdica com foco em jogo didático se destaca como ferramenta pedagógica que contribui, significativamente, para melhorar o clima, em sala de aula, assim como despertar o interesse do estudante pelas ciências e aprofundar e debater os conhecimentos de química, pois através desta atividade poderá ocorrer uma interação entre os estudantes com o conteúdo, colegas e professor, havendo troca de informações entre os estudantes possibilitando a ocorrência de aprendizagem colaborativa.

De acordo com Santos (2009), os trabalhos realizados com jogos didáticos apresentam o benefício da motivação, isto em função dos desafios gerados pelo jogo, pois este possibilita o desenvolvimento da metodologia de resolução de problema, a aferição de medidas tomadas e ambientando com termos e conceitos relatados no jogo.

Segundo Rau (2013), o jogo para ser usado como ferramenta pedagógica ele tem que ter regras claras, informar seus objetivos propostos e explicar a relação que ele tem com o conteúdo, que está sendo abordado, ou seja, o estudante tem que estar ciente que o jogo não é uma competição entre eles, mas sim uma metodologia para facilitar o aprendizado do referido conteúdo. Da mesma forma, para Antunes (1999, p.36):

A ideia de que o ensino desperta o interesse do aluno, passou a ser um desafio a competência do professor. O interesse do estudante a ser a força que comanda o processo de aprendizagem, suas experiências e suas descobertas, o motor de seu progresso e o professor um gerador de situações estimuladoras e eficazes. É neste contexto que o jogo ganha espaço como ferramenta ideal da aprendizagem, na medida em que propõe estímulo ao interesse do aluno. O jogo ajuda-o construir suas novas descobertas, desenvolve e enriquece sua personalidade e simboliza um instrumento pedagógico que leva ao professor a condição de condutor, estimulador e avaliador da aprendizagem (ANTUNES, 1999, p. 36).

Na perspectiva de vencer este desafio foi que, nesta proposta, se escolheu elaborar um manual com sequência didática e do jogo didático com designer de apresentação lúdica, que envolva o conteúdo configuração eletrônica, visando facilitar o trabalho do professor para o ensino das características dos elementos químicos da tabela periódica.

Apesar desta atividade não resolver todos os problemas de aprendizagem com os quais os professores se deparam constantemente, em sala de aula, acredita-se que metodologia diversificada seja uma das alternativas para buscar motivar o estudante para aguçar seu interesse pelos conteúdos abordados. De acordo com Brasil (2017), as instituições de ensino da Educação

Básica devem proporcionar aprendizagem colaborativa, pois assim se desenvolverá a capacidade dos estudantes trabalharem em grupo e aprenderem com seus colegas, assim como incentivar a formação de atitudes coletivas e responsáveis para enfrentar os desafios com os quais se deparam no ambiente em que se encontra inserido de um modo geral.

Dessa forma, o manual do jogo didático elaborado neste trabalho está de acordo com a proposta de Brasil (2017), pois sua aplicação será em grupo com estudantes do Ensino Médio, sob a orientação do professor, objetivando criar métodos inovadores de aprendizagem que seja dinâmica e cooperativa, assim como formar estudantes críticos e argumentativos, tornando-se assim protagonista de seu próprio conhecimento.

3 CONFIGURAÇÃO ELETRÔNICA E TABELA PERIÓDICA

Em que momento da história o ensino de configuração eletrônica passou a ser abordado nos livros didáticos no Brasil? Qual a relevância do estudo de configuração eletrônica para o Ensino de Química na Educação Básica? Estas foram algumas das questões que balizaram as pesquisas em relação ao tema.

Segundo Bianco e Meloni (2019), o ano de 1939 se justifica em função do trabalho de Linus Pauling e que as pesquisas indicam ser o primeiro a propor um esquema de distribuição de elétrons motivando a elaboração de outras versões publicadas, principalmente, no *Journal of Chemical Education*, uma vez que investigaram livros que abordaram configuração eletrônica no período de 1960 a 1970, visando analisar os saberes escolares ensinados utilizando diagrama de Linus Pauling entre outros.

Segundo os pesquisadores, a escolha deste período para ser analisado decorre de que o tema configuração eletrônica usando o diagrama de Linus Pauling e outros diagramas começou a ser abordado, nos livros didáticos, a partir de 1960, no Brasil, e se consolidou com a obra *Atomística* de Ricardo Feltre¹ e Setsuo Yoshinaga, de 1970.

Nesta pesquisa se concluiu que com o passar do tempo ocorreram modificações na proposta de Pauling, que objetivava dispensar cálculos matemáticos no processo de distribuição eletrônica, sendo que as propostas posteriores tinham como objetivo criar ferramenta que facilitasse o processo de memorização da distribuição dos elétrons na eletrosfera. Foi possível verificar, em alguns livros didáticos analisados, que o diagrama de Pauling, assim como dos outros cientistas, foi descontextualizado, evidenciou se, também, com exceção da obra de Feltre e Yoshinaga (1970), que o diagrama foi despersonalizado da proposta original. Dessa forma, percebeu-se que as finalidades do diagrama se transformaram durante o período de 1960 a 1970, de um instrumento de auxílio para as explicações sobre a estrutura da eletrosfera, para um instrumento de apoio às regras que definem a estrutura da eletrosfera.

De acordo com Feltre (2005), o átomo pode ser formado com até sete camadas que são denominadas de níveis, sendo essas; K, L, M, N, O, P e Q, e estas surgiram no modelo atômico Rutherford Bohr, dependendo do número atômico do átomo é que será seu número de camadas. Essas camadas foram denominadas de níveis de energia. Nos níveis de energia estão presentes

¹ Ricardo Feltre foi professor, editor e autor de livros de Química muito utilizados no Ensino Médio. Além disso, fundou em 1968, a Editora Moderna, da qual é presidente de honra. Faleceu aos 93 anos no dia 5 de novembro de 2021. Neste Relatório de Pesquisa, utilizamos livros de sua autoria lançados em anos diferentes, apenas como forma de apontar a extensão de seu alcance na distribuição de material didático.

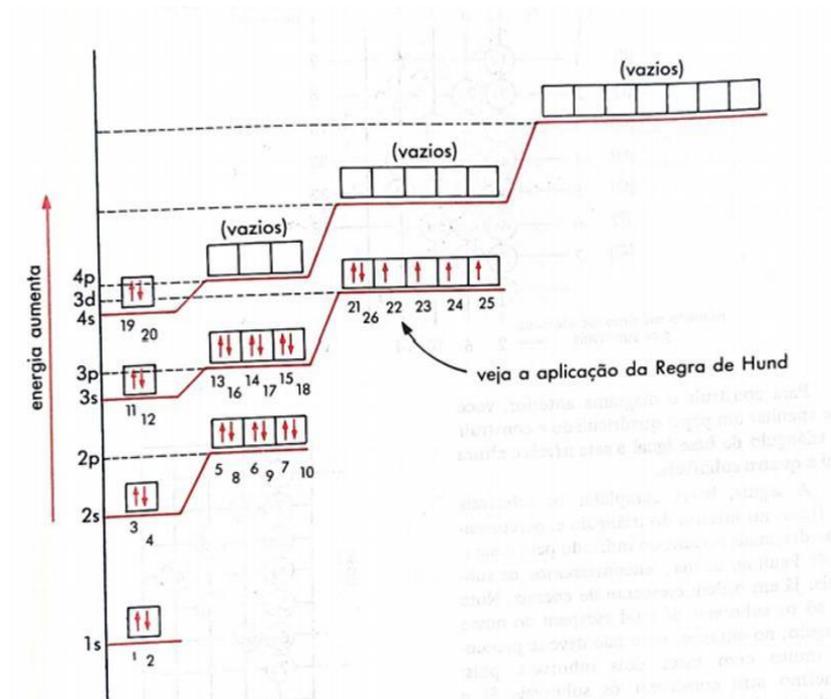
os seguintes subníveis, s, p, d, e f. Cada nível apresenta característica própria, em que o nível K está presente apenas o subnível s, já no nível L, estão presentes subnível s e p, enquanto na camada M se podem encontrar subníveis; s, p e d, apenas no nível N e O que são encontrados os quatro subníveis; s, p, d, e f, na camada P estão presentes, subníveis; s, p e d, e finaliza-se com a camada Q que apresenta apenas dois subníveis; s e p. Assim, foi possível observar que o subnível s está presente em todos os níveis.

Nesse sentido, cada subnível comporta uma quantidade máxima de elétrons, s comporta no máximo 2 elétrons, p no máximo 6 elétrons, d no máximo 10 elétrons e f no máximo 14 elétrons. Dessa forma, cada subnível comporta diferentes números de orbitais, sendo que cada orbital deve ser preenchido com apenas dois elétrons, seguindo a Lei de Pauli.

Para explicar a distribuição dos elétrons em um átomo, Feltre (1998) sugere o uso de diagrama de energia, em que os elétrons vão se acomodando de baixo para cima, seguindo os níveis e subníveis de menor energia para maior energia, só quando estes estiverem preenchidos que se passará para um subnível superior. No mesmo subnível, cada orbital deve receber um elétron no primeiro momento, só quando todos os orbitais estiverem parcialmente preenchidos, que receberão o segundo elétron com spin contrário, seguindo desta forma a Regra de Hund. Nesse sentido, Feltre (2005) objetiva demonstrar a posição dos elétrons em um átomo neutro.

No diagrama a seguir se apresenta, como exemplo, a distribuição eletrônica em um diagrama de energia, do átomo de ferro (Fe), de número ($Z=26$), os números abaixo dos orbitais indica a ordem de entrada dos elétrons.

Figura 1 - Diagrama energético

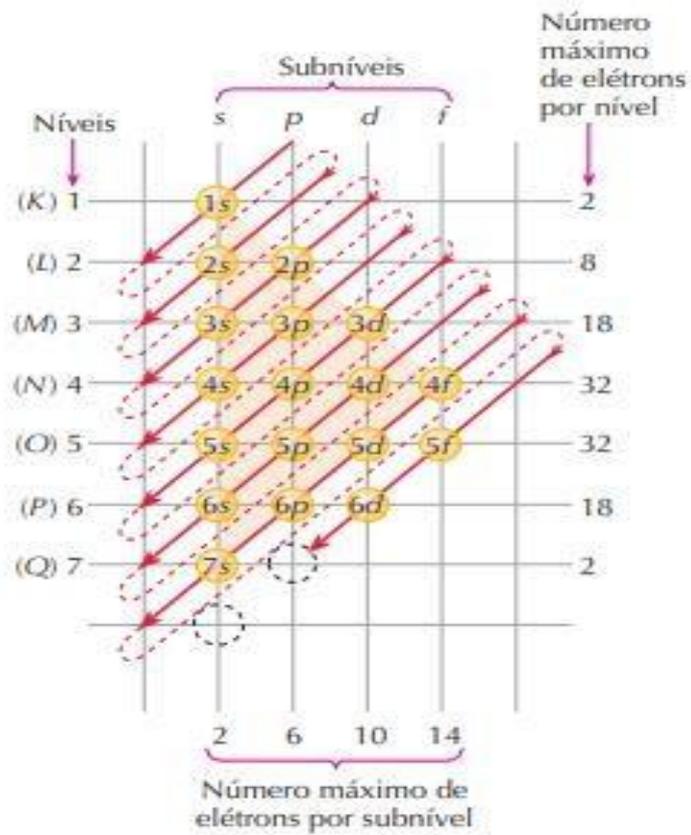


Fonte: Feltre (1998).

No diagrama acima está representada a configuração eletrônica do ferro por níveis de energia, em que estes são identificados pelos números quânticos principais (n) e devem ser representados por números inteiros variando de 1 a 7. Nesta configuração se tem apenas quatro níveis de energia, e estes por sua vez representam o período em que o elemento químico se localiza na tabela periódica. Enquanto os subníveis de energia são identificados pelas letras, s, p, d e f, e estão relacionados com número quântico secundário que é representado pela letra ℓ , assim cada um dos subníveis assume os seguintes valores, s, 0, p, 1, d, 2 e f, 3.

Ainda, segundo Feltre (1992), para fazer a distribuição eletrônica de um elemento químico usando o diagrama de energia acima é necessário ter conhecimento das posições dos subníveis, o que torna difícil para ser realizado se não tiver um modelo vazio do diagrama. Para resolver este problema, o cientista Linus Pauling elaborou o diagrama que ficou conhecido como Diagrama de Pauling, que objetivou facilitar a configuração eletrônica em ordem crescente de energia. Segue abaixo exemplo de diagrama de Pauling:

Figura 2 - Diagrama de Linus Pauling



Fonte: Feltre, (2005).

O diagrama acima indica como fazer a distribuição eletrônica seguindo a ordem crescente de energia, de acordo com a direção das setas na ordem de entrada dos elétrons na eletrosfera.

Godoy, Agnolo e Melo (2020) indicam que Bohr propõe em seu modelo atômico que o átomo pode apresentar até sete camadas de energia, tais como os níveis K, L, M, N, O, P e Q, assim dependendo do número atômico que será a quantidade de camadas de cada átomo. E ainda ressalta que alguns cientistas, como o físico alemão Madelung (1881-1972), o químico russo Klechkovsky (1900-1972) e o químico Linus Pauling (1901-1994), entre outros, contribuíram de forma precisa para o entendimento da distribuição dos elétrons na eletrosfera, com a elaboração de um diagrama que distribuiu os elétrons em ordem crescente de energia.

Nesse sentido, será possível identificar as propriedades químicas de um átomo no estado fundamental, baseando-se em sua distribuição eletrônica, dessa forma o estudo de distribuição

eletrônica é de essencial relevância para se entender como acontecem as ligações químicas e o comportamento das substâncias que se formam.

Fábrega (2016) aponta a importância da distribuição eletrônica, pois é sabido que são os elétrons da última camada ou do subnível de energia que farão ligações com outros átomos formando as moléculas para originar as substâncias. Para isso se precisa saber quantos elétrons estão localizados na última camada da distribuição, denominada camada de valência.

Para Fonseca (2016), outra relevância da configuração eletrônica é existência da relação entre a quantidade de camadas do átomo, quando configurado, com o período da tabela periódica, ou seja, a quantidade de camadas do átomo na configuração eletrônica é o número do período que esse se encontra na tabela periódica. O autor chama a atenção para relação existente entre o número de elétrons da camada com o grupo que o elemento químico está localizado na tabela periódica.

Assim, em uma configuração eletrônica, quando os elétrons de mais energia estiverem presentes nos subníveis **s e p**, classificam-se estes elementos químicos de elementos representativos, quando os elétrons de maior energia estiverem no subnível **d**, chama-se estes elementos de transição externa, ao passo que, se os elétrons mais energéticos se encontrarem no subnível **f**, estes elementos serão classificados como elementos de transição interna.

Ainda, Fonseca (2016) destaca outras importâncias da identificação da camada de valência de um átomo, sendo a camada de valência que indica o tipo e quantidades de ligação que um átomo realiza para formar substância, como também as propriedades e tipos de reações que estas substâncias apresentam.

Nesse sentido, para realizar a distribuição eletrônica, Fonseca (2016) utilizou um modelo de diagrama desenvolvido pelo cientista Madelung, um diagrama de energia que pode ser deduzido pela mecânica quântica para calcular a energia de subníveis usando os seguintes critérios: o elétron possui maior energia, quando apresenta maior a soma de n (número quântico principal) + ℓ (número quântico secundário). Pode-se citar exemplo da configuração eletrônica do ferro $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$, em que se irá analisar 4s e 3d para saber qual dos dois subníveis se diz mais energético.

Exemplo: elétron para 3d = $n = 3$ (nível) + ℓ (para d = 2) = 5

Elétron para 4s = $n = 4$ (nível) + ℓ (para s = 0) = 4

Nesse sentido, Fonseca (2016) em sua literatura do primeiro ano do Ensino Médio, conclui que de acordo com diagrama de Madelung, os elétrons em 3d ($n + \ell = 5$) encontra-se em um estado de maior energia que o elétron em 4s ($n + \ell = 4$). Fonseca (2016) alerta que a distribuição eletrônica de um átomo no estado fundamental termina com os elétrons mais

energéticos no átomo, sendo indicado através de setas em ordem crescente de energia, ou seja, com aqueles elétrons que possuem maior energia potencial e cinética, não sendo necessário ser o nível mais externo.

Dessa forma, Fonseca (2016) afirma que “as propriedades químicas dos elementos podem ser previstas com base na distribuição eletrônica do átomo no estado fundamental”. Nesse sentido, “o diagrama de energia fornece indicações claras sobre as propriedades químicas dos elementos” e de acordo com Coelho (2015, p.25):

A mecânica quântica determinou que quanto maior o valor de número quântico principal, n , maior será a energia das diferentes camadas. Em relação ao número quântico orbital, para um mesmo n terá maior energia aquele orbital que possui o maior valor de l . Portanto, podemos escrever a seguinte ordem de energia: $1s < 2s < 3s < 3p < 3d < 4s < 4p < 4d < 4f < 5s < 5p < 5d < 5f < 6s$ e assim por diante.

Coelho (2015) discorda do modelo que Madelung utiliza para identificar o subnível mais energético após a configuração eletrônica de um átomo, pois em sua teoria ele ressalta que o subnível $4s$ na configuração eletrônica do ferro é mais energético do que o subnível $3d$, citado anteriormente por Fonseca (2016).

Para Coelho (2015), os números quânticos de momento angular igual a um se terão três valores de números quânticos magnéticos ($-1, 0, +1$), ou seja, cada número quântico magnético pode ser chamado de orbital, assim se têm os orbitais p_x, p_y e p_z . Os três orbitais possuem energia semelhantes, portanto, são degenerados. O mesmo se pode dizer dos orbitais d que os cinco possuem a mesma quantidade de energia.

Ao fazer a configuração eletrônica do nitrogênio, sódio e enxofre, percebe-se que a configuração ocorreu em ordem crescente de energia dos orbitais seguindo o princípio da exclusão de Pauli, sempre com dois elétrons, no máximo, em cada orbital. Assim, obedecendo a regra de multiplicidade máxima de Hund.

Segundo Coelho (2015), esta regra afirma que para o preenchimento de orbitais de mesma energia se deve ir adicionando um elétron de mesmo spin em cada um dos orbitais. Quando todos já possuem elétrons, pode-se dizer que estão semipreenchidos. O elétron seguinte a ser adicionado deve ser com o spin contrário. Para elemento químico com número atômico superior a 19 não segue a ordem crescente de energia, pois o orbital $4s$ ocorre o preenchimento antes do orbital $3d$, mesmo sendo mais energético.

Segundo Atkins & Shriver (2003), a configuração eletrônica do estado fundamental de um átomo é uma relação dos orbitais que seus elétrons ocupam em seu estado fundamental. O hélio, por exemplo, contém número atômico igual a 2 e sua configuração eletrônica é $1s^2$, pois esse tem 2 elétrons no orbital. Seguindo a tabela periódica, o elemento lítio com $Z = 3$, encontra

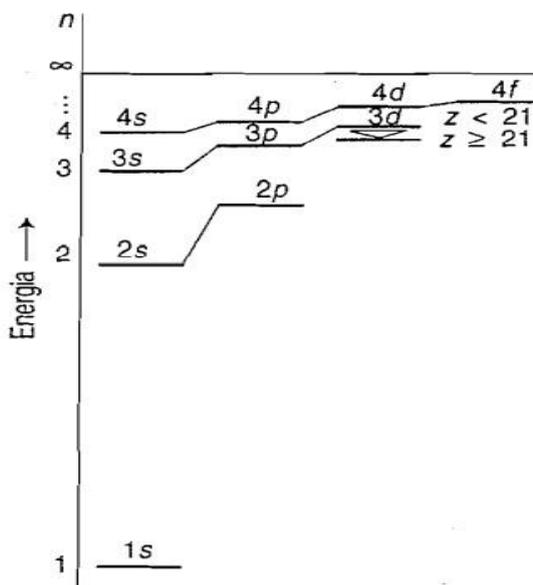
características diferentes, pois o subnível s não comporta 3 elétrons, esta configuração não é válida segundo o princípio da exclusão de Pauli, pois somente dois elétrons podem ocupar um orbital.

Assim, pode-se seguir o diagrama de Linus Pauling em que o terceiro elétron deve ocupar um orbital da camada superior mais próxima, a segunda camada, ou seja, orbital 2s seguindo a ordem crescente de energia, sendo assim a configuração eletrônica do átomo de lítio fica representada da seguinte forma; $1s^2 2s^1$ ou usando o diagrama de Aufbau (He) $2s^1$. Neste caso, de acordo com Atkins & Shriver (2003), se diz que foi usado o hélio como caroço quando utilizado seu símbolo. Segundo o autor, ainda se pode usar símbolo de outros gases nobres como caroço nas próximas configurações eletrônicas, como exemplo, Ca, em que $Z = 20$, $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$ ou (Ar) $4s^2$.

De acordo com Atkins e Shriver (2013): “os blocos da tabela periódica refletem a identidade dos últimos orbitais que são ocupados no processo de construção”. Sendo o número do período no qual o átomo se encontra na tabela periódica é o número quântico principal da camada de valência, e o número do grupo da tabela periódica que o elemento químico está localizado está relacionado ao número de elétrons de valência. Isto ocorre para os elementos dos blocos s e p, ou seja, quando a configuração eletrônica terminar com subnível s ou p, ou seja, quando a configuração eletrônica estiver sendo realizada com os elementos representativos.

Em relação à ordem energética de um átomo multieletrônico, em resultado da penetração e blindagem, em uma determinada camada, pode-se ressaltar que os orbitais s são mais penetrantes que os orbitais f, que podem ser verificados os efeitos de penetração e blindagem no gráfico a seguir.

Figura 3 - Diagrama de energia



Fonte: Atkins e Shriver, (2003).

Nota-se que os níveis de energia de átomos multieletrônicos, representados acima no gráfico, são para átomos com $Z < 21$, ou seja, até o cálcio. Nesse sentido, há uma mudança na ordem para $Z \geq 21$ (do escândio para diante). Este diagrama justifica o princípio da construção, em que os orbitais de átomos neutros são tratados como sendo ocupados na ordem determinada em parte pelo número quântico principal e em parte pela penetração e blindagem, sendo permitido até dois elétrons ocuparem cada orbital.

A constante de blindagem e carga nuclear efetiva podem ser calculadas de acordo com Coelho (2015), usando o método descrito, originalmente, por Slater (John Clarke Slater (22/12/1900 – 25/07/1976) com uma modificação na regra 3 feita por Waldron e colaboradores (2001). A carga nuclear efetiva é dada por: $Z_{ef} = Z - S$, sendo: S é o fator de Slater, que é calculado como uma somatória da contribuição, de cada grupo, para a blindagem do enésimo elétron, ou seja, o elétron para o qual se deseja calcular Z_{ef} . Para fazer este cálculo se usam as seguintes regras:

1. Escreva a configuração eletrônica do elemento que deseja calcular a carga nuclear efetiva. Organize esta configuração agrupando os orbitais atômicos, segundo a seguinte sequência: (1s) (2s2p) (3s3p) (3d) (4s4p) (4d) (4f) (5s5p), e assim por diante.

2. Os elétrons que estão à direita do grupo do enésimo elétron não contribuem para o cálculo, ou seja, o fator é zero;

3. Os elétrons adicionais do grupo a que pertencem o enésimo elétron contribuem com um fator de 0,35;

- O elétron a ser blindado é um elétron s ou p: os elétrons do grupo com número quântico principal $n-1$, em que n é o número quântico principal do enésimo elétron, contribuem com um fator de 0,85 para os elétrons s e p, 0,50 para os elétrons d e 0,60 para os elétrons f.

- O elétron a ser blindado é um elétron d ou f: usa-se um fator igual a 1,0 para todos os elétrons à esquerda do grupo.

4. Todos os elétrons com $n < n-2$ contribuem com o fator de 1,0 para a blindagem, ou seja, protegem totalmente o enésimo elétron.

Abaixo segue o cálculo da constante de blindagem (b) e carga nuclear efetiva (Z^*) do elemento químico ferro com $Z = 26$.

Exemplo: determine o valor de b e Z^* para um elétron 3d e 4s do Fe ($Z = 26$). Primeiro momento fazer a configuração eletrônica completa do Fe é: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$;

◆ Elétron 3d:

Como os elétrons 4s são externos, logo esses não blindam os elétrons ($3d^6$). Sendo 1 elétron analisado restam 5 elétrons para contribuir com o fator 0,35 e estes resultados deverão ser adicionados aos elétrons da esquerda que contribuirão com fator 1,0, pois o elétron que está sendo blindado é do subnível d. Assim, a constante de blindagem de 3d assume o seguinte valor:

$$B_{00_{3d}}(\text{total}) = 5 \times 0,35 + 18 \times 1 = 19,75$$

Em seguida se aplica o valor da constante de blindagem na fórmula, $Z^* = Z - b$, para calcular o valor da carga nuclear efetiva.

$$Z^*(3d) = Z - b_{3d}(\text{total}) = 26 - 19,75 = 6,25$$

◆ Elétron 4s: Fe é: $(1s^2 2s^2 2p^6) (3s^2 3p^6) (3d^6) 4s^2$. Para calcular a carga nuclear efetiva do subnível ($4s^2$); 1 elétron está sendo analisado, resta apenas 1 para contribuir com fator 0,35. Para os elétrons s e p, $n-1$, contribuem com fator 0,85, orbital d contribuem com 0,50 e os demais orbitais à esquerda contribuem com 1,0.

$$b_{4s}(\text{total}) = 1 \times 0,35 + 6 \times 0,50 + 8 \times 0,85 + 10 \times 1 = 20,15$$

Em seguida se aplica o valor da constante de blindagem na fórmula, $Z^* = Z - b$, para calcular o valor da carga nuclear efetiva.

$$Z^*(4s) = Z - b_{4s}(\text{total}) = 26 - 20,15 = 5,85$$

Dessa forma se pode constatar que, de acordo com o cálculo da constante de blindagem, se percebe que a constante de blindagem dos elétrons do subnível 3d é menor que a constante de blindagem dos elétrons do subnível 4s, logo sua carga nuclear efetiva é maior do que a carga nuclear efetiva do subnível 4s.

De acordo com Santos (2011), a tendência de diminuição da energia dos elétrons 3d com relação ao 4s para cada elétron adicionado é bastante válida, ou seja, à medida que a carga nuclear efetiva aumenta, as energias dos elétrons 3d se tornam menores que dos elétrons 4s. Portanto, pode-se definir que o subnível 4s é mais energético do que o subnível 3d na configuração eletrônica do ferro e de outros elementos que terminam sua configuração no subnível 3d. Neste sentido, ocorrerá uma variação para identificar o subnível mais energético, quando a configuração eletrônica for realizada em elementos químicos de transição. Assim, pode-se destacar que o Diagrama de Linus Pauling e o diagrama de Madelung, que segue a ordem crescente de energia, e esta ordem precisa apenas para identificação de subníveis mais energéticos para elementos químicos representativos.

Para os átomos com configuração eletrônica, que terminam com subníveis, d e f, ou seja, para elementos de transição, os diagramas podem ser usados para auxiliar no processo de distribuição eletrônica, assim como na identificação de outras características, tais como: fórmula de Lewis, como os íons cátions e ânions são formados, formação das moléculas e localização dos elementos químicos na tabela periódica.

Nesse sentido, pode-se identificar a origem das substâncias. Para identificar o subnível mais energético de elementos químicos de transição, Coelho (2015) aconselha fazer o cálculo usando constante de blindagem e carga nuclear efetiva, utilizando as regras de Slater com modificações feitas em sua terceira regra.

Dessa forma, as literaturas utilizadas na referida pesquisa sobre configuração eletrônica foram as dos seguintes autores: Bianco e Meloni (2019), Feltre e Yoshinaga (1970), Feltre (2005, 1992, 1988), Godoy, Agnolo e Melo (2020), Fábrega (2016), Fonseca (2016), Coelho (2015) e Atkins e Shriver (2003).

Este trabalho de pesquisa proporcionou para a pesquisadora uma grande relevância do ensino de configuração eletrônica, pois é através dessa que se identifica o número de elétrons da camada de valência, que por sua vez indica a quantidade de ligação química que o átomo pode realizar. Contribui também para o entendimento dos arranjos que ocorrem na montagem da fórmula de Lewis, a origem dos íons cátions e ânions, a formação das moléculas e localização dos elementos químicos na tabela periódica. Também se tem que ressaltar a relevância da fórmula de Lewis para identificação da geometria e polaridade da molécula, assim como as forças intermoleculares que unem as moléculas para a formação das substâncias. Nesse sentido, será possível identificar as características que envolvem a composição das substâncias e as reações químicas que ocorrem entre essas.

4 SEQUÊNCIA DIDÁTICA E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

No momento atual se acredita que o processo de ensino e aprendizagem seja um dos grandes desafios que os professores vêm enfrentando, em sala de aula, principalmente na disciplina de química, na qual são utilizadas infinitudes de leis, de teorias e de fórmulas. Entre as dificuldades que devem ser superadas, na área de ensino de Ciências da Natureza, encontra-se a mudança do Ensino Tradicional, no qual os estudantes são agentes passivos, e no qual se tem a aplicação de um ensino mecânico, memorístico e descontextualizado, e que por sua vez está pautado na transmissão de conteúdo pelo professor, sendo o estudante apenas um ouvinte do processo. Essa forma de ensinar tem gerado muitas vezes o desinteresse pelos conteúdos abordados em sala de aula. Nesse sentido, a aprendizagem efetivamente não acontece, podendo levar ao abandono e evasão escolar.

Dessa forma, vários estudiosos da área de educação ressaltam a relevância do ensino acompanhar os processos evolutivos, tais como: tecnológico e contextualizado, ou seja, o ensino deve ser pautado em uma proposta problematizadora, centrado no estudante, tornando o estudante em um agente ativo de transformação e protagonista de seu próprio conhecimento, assim ele poderá exercer uma visão crítica e reflexiva no processo de ensino, buscando uma aprendizagem significativa. Segundo Moreira (2010, p.5) “na aprendizagem significativa, o aprendiz não é um receptor passivo. Longe disso. Ele deve fazer uso dos significados que já internalizou, de maneira substantiva e não arbitrária, para poder captar os significados dos materiais educativos”.

Nesse sentido, visando problematizar o ensino, o professor busca melhorar sua prática educativa, em sala de aula, através da utilização de sequência didática. Zabala (1998, p.18) define uma sequência didática como sendo: “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos estudantes”. Assim, uma sequência didática, para ser bem-sucedida, precisa ter alguns elementos básicos, tais como: tema e conteúdo que serão abordados, objetivos propostos, metodologia utilizada, tempo estipulado e avaliação.

E mais, uma sequência didática, desenvolvida de forma precisa, pode orientar diferentes atividades com métodos diversificados na abordagem de objetos de conhecimento no decorrer das aulas, objetivando tornar o estudante em um ser participativo transformador da sua própria realidade.

Para que uma sequência didática atinja êxito em seus objetivos propostos, o professor precisa fazer uma sondagem para identificar os conhecimentos prévios do estudante referentes ao assunto que será abordado, as atividades precisam ser motivadoras e contextualizadas, ou seja, os conteúdos abordados devem ter algum significado para o estudante, e para que estes sejam significativos, o professor deve levar em conta os conhecimentos preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz, só assim haverá um conflito entre o conhecimento existente com o novo conhecimento e, dessa forma, este será enriquecido, facilitando a ocorrência de uma aprendizagem significativa.

Ausubel (1978, apud MOREIRA, 1999, p. 7) cita ainda que o fator isolado que mais tem influência na aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe, ou seja, seus conhecimentos prévios, de maneira que cabe ao professor identificar e ensinar de acordo com esse conhecimento.

Os professores devem utilizar materiais introdutórios apresentados antes do material de aprendizagem em si mesmo, em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade, para servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que deveria saber para que esse material fosse potencialmente significativo ou, mais importante, para mostrar a relacionabilidade e a discriminabilidade entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio (MOREIRA, 2010, p. 6).

Ainda, Ausubel (1978, apud MOREIRA, 1999, p.155) chamou esse material introdutório de organizadores prévios, e que deve ser introduzido antes do conteúdo que será ministrado em uma sequência didática, pois segundo ele, este material será um relevante facilitador da aprendizagem, funcionando como “pontes cognitivas”, ou seja, este material pode fazer relações entre as ideias existentes nas estruturas cognitivas do aprendiz com as novas informações adquiridas, fazendo com que as novas informações se transformem em aprendizagem significativa.

Ausubel (1978, apud MOREIRA, 1999) também defende que o estudante precisa ter uma pré-disposição para aprender significativamente, ou seja, independentemente de quanto o conteúdo abordado possa ser significativo, se o estudante não apresentar motivação para aprender, o processo de ensino e aprendizagem será apenas mecânico e memorístico. Ainda, segundo Ausubel (1978, apud MOREIRA, 1999, p. 153)“a aprendizagem significativa ocorre quando uma nova informação se ancora em conceitos preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz.”

Moreira (2010) destaca que falta muito para que aprendizagem significativa se torne uma atividade crítica, a começar pela questão da predisposição do aluno para aprender. Como provocá-la? Muito mais do que motivação, o conhecimento precisa ser relevante para o aluno, portanto, o conhecimento científico deve ser abordado de maneira contextualizada, levando em consideração a realidade na qual o aluno se encontra inserido.

Para o autor, a aprendizagem significativa se torna crítica quando permite ao sujeito fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dessa. Nesse sentido, o uso de estratégias diferenciadas que impliquem na participação ativa do estudante no qual o ensino está centrado no aluno é fundamental para facilitar o processo de aprendizagem.

Novak (1981) também corrobora com a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, no entanto, sua proposta é mais ampla, partindo da ideia de que a educação é o conjunto de experiências (cognitivas, afetivas e psicomotoras), que contribuem para o engrandecimento do indivíduo para lidar com a vida diária. Para o autor, os seres humanos pensam, sentem e atuam, ou seja, qualquer evento educativo é uma ação para trocar significados e sentimentos entre o aprendiz e o professor (NOVAK, 1981 apud MOREIRA, 1999, p.167).

Dessa forma, a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação cognitiva entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio. Nesse processo, que é não-litera e não-arbitrário, o novo conhecimento adquire significados para o aprendiz e o conhecimento prévio fica mais rico, mais diferenciado, mais elaborado em termos de significados, e adquire mais estabilidade.

A seguir, apresenta-se a metodologia utilizada para o desenvolvimento da pesquisa.

5 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento desta pesquisa se utiliza a metodologia qualitativa com abordagem de estudo de caso, sendo realizada coleta de dados por meio de questionário, uma vez que esta pesquisa tem como pretensão a confecção e análise de um manual de um jogo didático, objetivando analisar a potencialidade de um jogo didático no processo de ensino e aprendizagem em sala de aula.

De acordo com Creswell (2014), a pesquisa qualitativa com abordagem de estudo de caso, o investigador explora um sistema da vida real, de preferência em casos atuais, utilizando diversas fontes de investigação, tais como coleta de dados com entrevistas e análise de documentos. Assim, o bom estudo de caso deve apresentar uma assimilação total do caso, por isso aconselha utilizar mais de uma fonte de dados para que a pesquisa obtenha melhor êxito.

Segundo Lüdke e André (1986, p. 11): “a pesquisa qualitativa ocorre sempre em ambiente natural, sendo as coletas de dados realizadas de forma diretas, e o principal instrumento de pesquisa é o pesquisador”.

Alves (1991) argumenta que a maioria das pesquisas qualitativas objetiva preencher lacunas no conhecimento, sendo a minoria originadas de planos teóricos. Nesse sentido, a pesquisa qualitativa apresenta grande relevância, pois a partir dessa se pode detectar os conhecimentos prévios, que estão causando a dificuldade dos estudantes, porque são pré-requisitos para que ocorra o aprendizado dos conteúdos, que estão sendo abordados no momento.

Lüdke e André (1986) explicam que a pesquisa qualitativa também é conhecida como naturalística e está relacionada com a aquisição de dados descritivos, alcançada no contato direto do investigador com a situação estudada, enfatizando mais o processo do que o produto e se preocupando em retratar as perspectivas dos participantes. Segundo Freire (1996), na formação continuada dos professores, o importante que esses sejam capazes de refletir criticamente a prática pedagógica, pois após a reflexão da prática atual é que é possível melhorar a prática seguinte.

Após o relato de Freire (1996), foi possível refletir sobre o processo de ensino e aprendizagem, e se percebeu que através de uma sequência didática, seguida da aplicação de um jogo educativo, como atividade a ser realizada, em sala de aula, seria possível trabalhar de forma significativa, dando sentido aos conteúdos abordados. Dessa maneira, pode-se motivar e despertar o interesse do estudante tornando a aula dinâmica e mais interessante. Rezende et al.

(2019) relata a relevância da abordagem de metodologias diversificadas, que auxiliam a aprendizagem do estudante. Dessa forma, justifica-se a abordagem de jogos educativos para facilitar o entendimento de conceitos que apresentam obstáculos para aprendizagem.

Moreira (2000) chama atenção para uma formação do indivíduo inserido no cotidiano, que é cheio de incertezas e com decisões que precisam ser tomadas a todo instante.

Ao educando devem ser dadas as condições de construir suas próprias ideias de uma forma crítica e dinâmica, abrangendo diferentes níveis culturais. Nesse sentido, são expostas as etapas de pesquisa.

5.1 ETAPAS DA PESQUISA

5.1.1 Etapa 1 - Fundamentação teórica

Nesta etapa, o levantamento teórico ocorreu nos periódicos disponíveis na CAPES em dissertações e teses e da Revista Química Nova na Escola, entre outros artigos de revistas e livros, que lidam com a temática desta pesquisa. Após o levantamento do material foi realizada uma leitura flutuante no resumo desses textos selecionados, para identificar os trabalhos, que tinham mais relevância com o tema da pesquisa. A partir desta leitura foram aplicados alguns filtros para escolha dos trabalhos que mais se identificaram com o tema, em seguida, foram realizadas as leituras mais aprofundadas.

5.1.2 Etapa 2 – Criação do Manual do Jogo

O manual JOGANDO COM O DIAGRAMA DE LINUS PAULING foi construído objetivando confeccionar um material de fácil acesso e de baixo custo, que auxilie o trabalho do professor, em sala de aula, na disciplina de química, com estudantes do primeiro ano do Ensino Médio, referente ao conteúdo de configuração eletrônica, facilitando assim o entendimento das características dos elementos químicos presentes na tabela periódica.

De acordo com Cunha (2012, p. 92): “a ideia do ensino despertado pelo interesse do estudante passou a ser um desafio à competência do docente. O interesse daquele que aprende

passou a ser a força motora do processo de aprendizagem, e o professor, o gerador de situações estimuladoras para aprendizagem”.

Nesse sentido, a aprendizagem destes conteúdos ocorreu de forma significativa, aguçando o interesse dos estudantes para estes objetos de conhecimento, logo no início do Ensino Médio, tornando esse processo cooperativo, dinâmico e significativo, uma vez que segundo Moreira (2000), a aprendizagem significativa ocorre quando conceitos, preposições, modelos, fórmulas, passam a significar algo para o aprendiz. Dessa forma, o jogo JOGANDO COM O DIAGRAMA DE LINUS PAULING pode colaborar, de maneira lúdica, para a caracterização e localização dos elementos químicos da tabela periódica.

Este manual foi elaborado para ser abordado em mais ou menos quatro aulas, divididas da seguinte forma:

Aula 1 - Exposição dos conteúdos e aplicação de teste 01

Aula 2 e 3 - Confecção e testagem do jogo

Aula 4 - Os estudantes jogam, em seguida, realizarão o teste 02.

5.1.3 Etapa 3 – Construção do instrumento de coleta de dados

A pesquisa se baseou na construção de um manual de jogo didático, visando promover aprendizagem significativa de configuração eletrônica, caracterização dos elementos químicos na tabela periódica, seguido da formação de moléculas e íon fórmula, e deverá ser abordado em sala de aula com estudantes do primeiro ano do Ensino Médio.

A coleta dos dados foi realizada através de um questionário on-line, enviado para os participantes, sobre o jogo, JOGANDO COM O DIAGRAMA DE LINUS PAULING, que contou com a colaboração dos estudantes matriculados nas disciplinas de estágio supervisionado, I, II, III e IV do curso de Licenciatura em Química, Campus Cuiabá, no período de 2021/1, e neste se validou o jogo realizado nesta pesquisa, através de um formulário on-line.

Nesse sentido, o formulário serviu para validar a potencialidade deste jogo, no processo de aprendizagem dos estudantes sobre o conteúdo de distribuição eletrônica na disciplina de química com foco na tabela periódica.

5.1.4 Etapa 4 – Discussões e Análise dos dados

A categorização da análise dos dados foi realizada, basicamente, com os resultados dos formulários e das falas dos acadêmicos colaboradores, uma vez que estes puderam expressar suas opiniões após a resolução do questionário referente ao jogo e, também, foram utilizados alguns referenciais para auxiliar a análise da potencialidade do jogo.

5.1.4.1 Análise dos dados

A análise dos dados se fundamenta em Lüdke e André (1986) para identificar a posição dos estudantes matriculados nas disciplinas de Estágio Supervisionado do curso de Licenciatura em Química, campus Cuiabá, referente à validação do manual do jogo JOGANDO COM DIAGRAMA DE LINUS PAULING.

De acordo com Lüdke e André (1986, p.48), o primeiro passo na análise de dados é a construção de um conjunto de categorias descritivas. O referencial teórico do estudo fornece, geralmente, a base inicial de conceitos, a partir dos quais é feita a primeira classificação dos dados.

As informações extraídas do instrumento de pesquisa passaram por um processo de sucessivas leituras minuciosas, por meio das quais a pesquisadora buscou averiguar as respostas dadas pelos participantes da pesquisa e, assim, utilizar-se de uma classificação dos dados, de acordo com categorias teóricas para validação do jogo.

Sendo assim, as informações extraídas dos instrumentos de pesquisa contribuíram para a validação do potencial da ferramenta referente ao “JOGANDO COM O DIAGRAMA DE LINUS PAULING,” para o ensino de configuração eletrônica com foco na tabela periódica, a partir de ideias produzidas pela pesquisadora, consoante com a dos participantes da pesquisa e os aportes teóricos.

Toda a análise subsidiou a reformulação do manual do jogo didático, ou seja, a metodologia da pesquisa possibilita promover uma compreensão mais facilitada do processo de aprendizagem na disciplina de química, nos conteúdos relacionados à configuração eletrônica dos elementos químicos – a partir de um manual para o ensino de configuração eletrônica, o que culminará em uma proposta lúdica mais abrangente e significativa.

Esta pesquisa se baseou na produção de um jogo didático, que objetivou facilitar o processo de ensino e aprendizagem, levando em conta os conceitos éticos para pesquisa. De acordo com as Resoluções 466/2012 e 510/16 da CONEP, pesquisas que envolvem seres

humanos estão relacionadas com riscos de diversas formas. Neste caso, esta pesquisa assumiu a responsabilidade de abordar métodos e técnicas que não comprometam a saúde física e mental dos participantes, assim como suas idoneidades. Considerando que em qualquer momento da vida das pessoas existem riscos e estes podem ser considerados em uma escala de mínimo, baixo e moderado de um modo geral. Nesta pesquisa, os riscos existentes são mínimos, pois o material que foi utilizado não forneceu nenhuma ameaça e nem constrangimento aos participantes.

A prática docente carece de instrumentos e de produtos educacionais que fortaleçam e/ou promovam a aprendizagem significativa. Esta pesquisa visou produzir um material de fácil acesso e utilização no cotidiano da sala de aula. Nesse sentido, o aprendizado poderá ocorrer de forma significativa, facilitando a interação entre o professor e os estudantes com os objetos de conhecimentos relacionados aos conteúdos de configuração eletrônica, que fazem parte da química ensinada no primeiro ano do Ensino Médio.

Assim, tanto o ensino como a aprendizagem foram mais gratificantes tornando o estudante um ser ativo, participativo, crítico e reflexivo e, dessa forma, os primeiros e maiores beneficiados.

6 O PRODUTO EDUCACIONAL

Neste capítulo se apresenta o produto educacional no formato de um manual de jogo didático, que envolve uma sequência didática, composta por quatro planos de aulas, dois testes avaliativos, inicial e final, seguido de um jogo de tabuleiro referente ao conteúdo de configuração eletrônica.

Configura-se como uma ferramenta que auxiliará o ensino de configuração eletrônica, de forma lúdica, podendo desenvolver a capacidade no estudante de trabalho em equipe, de forma cooperativa, assim como facilitar a aprendizagem do referido conteúdo, tornando assim o processo todo muito mais significativo.

Primeiramente, se apresenta como este jogo, intitulado JOGANDO COM DIAGRAMA DE LINUS PAULING teve origem, em seguida, a estruturação deste produto. Prossegue-se com os resultados e discussões e considerações finais, sendo expostas também as referências bibliográficas.

6.1 A ORIGEM DO JOGO

A proposta do jogo intitulado JOGANDO COM DIAGRAMA DE LINUS PAULING surgiu em um momento de angústia da pesquisadora, enquanto professora da Educação Básica no ensino de química. Os estudantes do primeiro ano do Ensino Médio apresentavam muitas dificuldades e pouca motivação para realizar a configuração eletrônica dos elementos químicos. No decorrer dos vários desafios enfrentados, em sala de aula, para mudar este tipo de cenário, por diversas vezes se aplicou uma atividade lúdica com foco em jogo didático, para ensinar conteúdos considerados difíceis pelos estudantes, obtendo êxito na maioria das vezes.

Assim, no processo de ensino do conteúdo de configuração eletrônica, surgiu a ideia de criar um diagrama de Linus Pauling móvel, ou seja, em forma de jogo, para facilitar o processo de ensino e aprendizagem e demonstrar a relevância do referido conteúdo para o ensino de química. Pensando no trabalho em equipe e na aprendizagem colaborativa, os estudantes foram convidados a confeccionarem o diagrama com tampinhas de garrafa pet.

A utilização do diagrama de Linus Pauling, em forma de jogo, como material alternativo relacionando o conteúdo de configuração eletrônica com foco na tabela periódica, tornou visível a aceitação dos estudantes, pois este se tornou uma ferramenta facilitadora no processo de

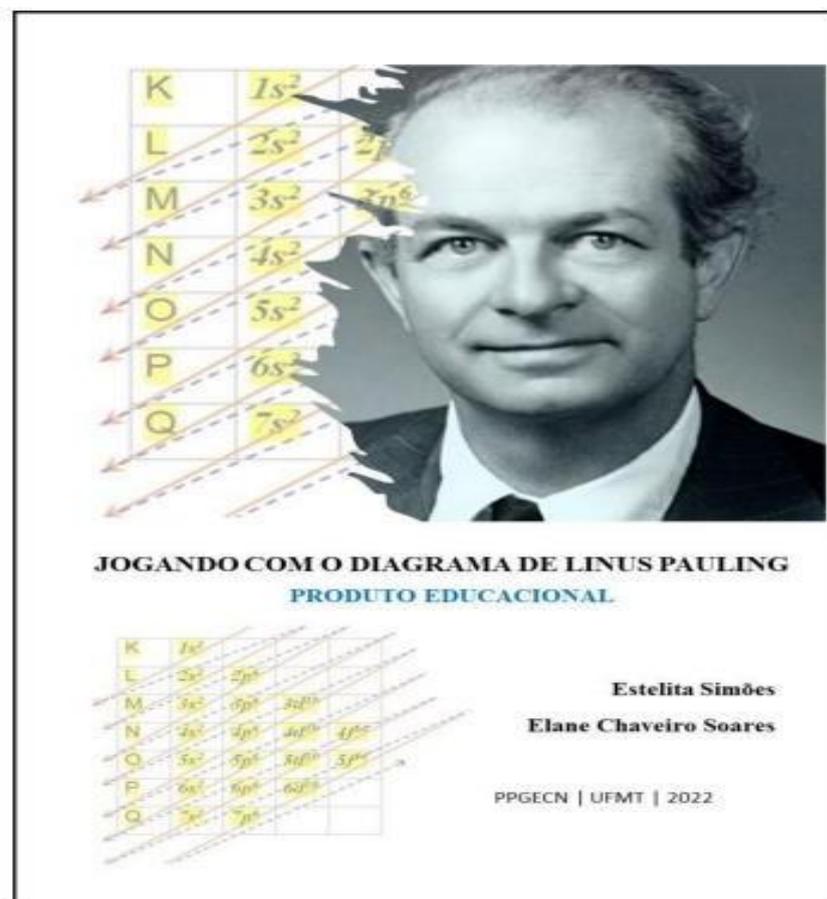
ensino e aprendizagem, sendo capaz de motivar os estudantes na realização das atividades propostas, assim como na socialização de conhecimentos e, conseqüentemente, melhorando o aprendizado.

Dessa forma, surgiu a ideia de confeccionar um manual do jogo, sendo esse pensado como uma proposta ou como uma ferramenta, objetivando auxiliar a prática docente, assim como de outros professores que desejarem utilizar este manual, em sala de aula, para aguçar a curiosidade dos estudantes, tornando-os mais participativos no trabalho em equipe, no momento da abordagem do conteúdo de configuração eletrônica com foco na tabela periódica.

6.2 COMO O PRODUTO EDUCACIONAL ESTÁ ESTRUTURADO

O produto educacional foi estruturado em 30 (trinta) páginas, a capa apresenta o designer da foto e o diagrama de Linus Pauling, para reverenciar o autor que criou o diagrama para ensinar o conteúdo configuração eletrônica.

Figura 4 - Capa do Produto Educacional



Fonte: diagramação da autora.

Na apresentação, o texto versou sobre a proposta pedagógica metodológica que foi pautada na confecção de um manual de jogo didático, desenvolvido em uma sequência didática que envolve mais ou menos 4 (quatro) aulas, para ser utilizado por professores do primeiro ano do Ensino Médio na disciplina de Química, no conteúdo de configuração eletrônica, visando ser uma ferramenta facilitadora do processo de ensino e aprendizagem.

É uma proposta lúdica e colaborativa, cuja finalidade é auxiliar o professor em sua prática pedagógica, assim como desenvolver no estudante a capacidade de trabalhar em equipe proporcionando ensino e aprendizagem significativos.

Este material foi pensado a partir da linha de pesquisa do ensino de Química, em uma concepção do processo de ensino e aprendizagem do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Naturais (PPGECN/UFMT) e sustentado pela conexão com o Laboratório de Pesquisa e Ensino de Química (LabPEQ/UFMT). Este Produto Educacional apresenta um manual de um jogo didático, contendo uma sequência didática, que depende da perspectiva do professor e da pré-disposição dos estudantes para estipular a quantidade de aulas a ser utilizada na aplicação desse, com alternativa favorável para uma aprendizagem significativa de conceitos relacionados à configuração eletrônica com foco na tabela periódica. Tal material foi validado pelos estudantes do curso de licenciatura em Química do Campus de Cuiabá Mato Grosso.

O produto educacional pode ser encontrado no sítio do programa de Pós-graduação em ensino de Ciências Naturais: (<http://fisica.ufmt.br/ppgecn>).

A reprodução deste Manual é livre, desde que citada a fonte, sendo a utilização incentivada para que sirva de ferramenta auxiliadora para o processo de ensino e aprendizagem, não só no local em que a pesquisa foi realizada, mas em qualquer instituição na qual o professor de química queira fazer um trabalho diferenciado com os estudantes, objetivando alcançar êxito no trabalho proposto, tornando assim o ensino colaborativo e significativo.

Dessa forma, acredita-se que este trabalho possa ter contribuído com o processo de ensino e aprendizagem, em sala de aula, tornando este prazeroso e significativo, aguçando assim o interesse e curiosidade dos estudantes para a aprendizagem do conteúdo de configuração eletrônica, tornando os mesmos protagonistas de seus próprios conhecimentos.

Na introdução foi apresentada um resumo geral do manual, demonstrando as teorias que embasaram a atividade lúdica com o jogo e sequências didáticas, assim como a metodologia aplicada, em que Martinez et al. (2008) afirmam que o jogo é uma ferramenta educacional, que serve para auxiliar o processo de ensino e aprendizagem em sala de aula, em diversos níveis de áreas do conhecimento. Já Cunha (2012) assegura que os jogos didáticos desenvolvem habilidades, tais como: o raciocínio, o trabalho em equipe, além de proporcionar uma maior

interação aluno-professor e possibilita um maior desenvolvimento intelectual e pessoal do estudante. No que se refere à aprendizagem, esse material utilizou a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (1978, apud Moreira 1999, p.153) que indica que:

[...] aprendizagem significativa, um processo através do qual uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva (não-literal) e não arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo. Neste processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel chama de "conceito subsunçor" ou, simplesmente "subsunçor", existente na estrutura cognitiva de quem aprende (AUSUBEL, 1978, apud MOREIRA 1999, p.153).

Para explicar a importância de abordar a sequência didática pauta-se na teoria de Zabala (1998, p. 18) que define: “sequências didáticas são um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos estudantes”.

E, também, se conta com a colaboração de Moreira (2010), quando alerta da relevância de considerar os conhecimentos prévios dos estudantes para que ocorra a aprendizagem significativa.

Na sequência se apresenta a biografia de Linus Pauling, seu legado deixado para humanidade, assim como as descobertas para o ensino de química, pois Pauling é também considerado o pai da ligação química, foi ele que concebeu o conceito de eletronegatividade por volta de 1932.

Em seguida, o texto versou sobre o primeiro plano de aula da sequência didática, que objetivou demonstrar a relevância do conteúdo configuração eletrônica para o aprendizado de química, antes da exposição de conteúdo foi realizado um levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes através de um debate, seguido de exposição de conteúdo, de forma dialogada, e uma verificação de conhecimento. Ao final da aula se elencou o material que os estudantes deveriam providenciar para a confecção de um jogo didático, ou seja, 118 (cento e dezoito) tampinhas de garrafa pet de quatro cores, podendo ser: vermelha, branca, azul e amarela, para fazer os subníveis do “JOGANDO COM O DIAGRAMA DE LINUS PAULING.”

Os planos de aulas 2 e 3 contêm explicação do passo a passo, de como confeccionar os subníveis, podendo desenhar no verso das tampinhas os subníveis com caneta permanente preta. Caso ocorra a falta da caneta apropriada, é possível fazer circunferências em papel sulfite, desenhando o subnível e colando (com cola acrílica) na parte superior das tampinhas.

Apresenta-se a organização das tampinhas, optando-se pelas cores abaixo, fazendo os subníveis p em tampinhas vermelhas, e subníveis d, em tampinhas brancas, pois estas cores de

tampinhas são encontradas com mais facilidade, pois estes dois tipos de subníveis envolvem maior número de tampinhas, sendo este o motivo das opções das cores escolhidas.

Figura 5 - Organização das tampinhas



Fonte: autora (2022).

Após a organização das tampinhas, os estudantes devem desenhar, em cada uma dessas, os subníveis, relacionando cor com o subnível selecionado. Iniciando o desenho de cada subnível com um elétron e chegando até o máximo que cada subnível comporta. Assim se poderá fazer a distribuição eletrônica de todos os elementos químicos da tabela periódica.

Abaixo são apresentados alguns exemplos de subníveis já confeccionados, sendo que se representa, nesta figura, o subnível e o máximo de elétrons que os mesmos comportam.

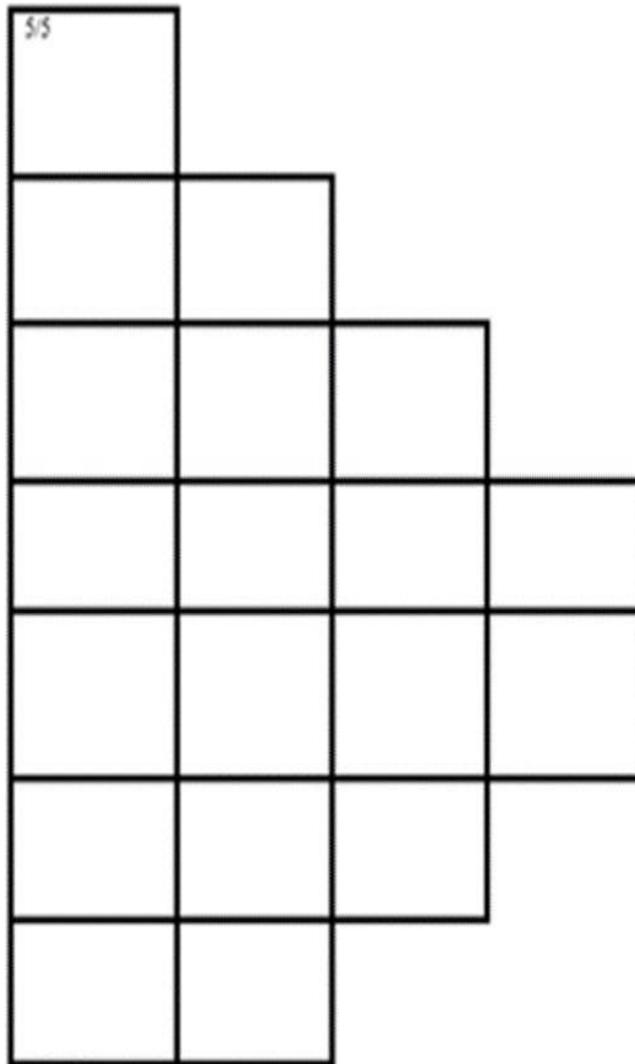
Figura 6 - Subníveis prontos



Fonte: autora (2021).

Também se apresenta o modelo de tabuleiro com suas devidas medidas, que pode ser confeccionado de cartolina, papel cartão ou madeira MDF. O tabuleiro do diagrama está posto com as seguintes medidas: 40 cm de altura e 30 cm de largura e cada quadrado com 5 cm.

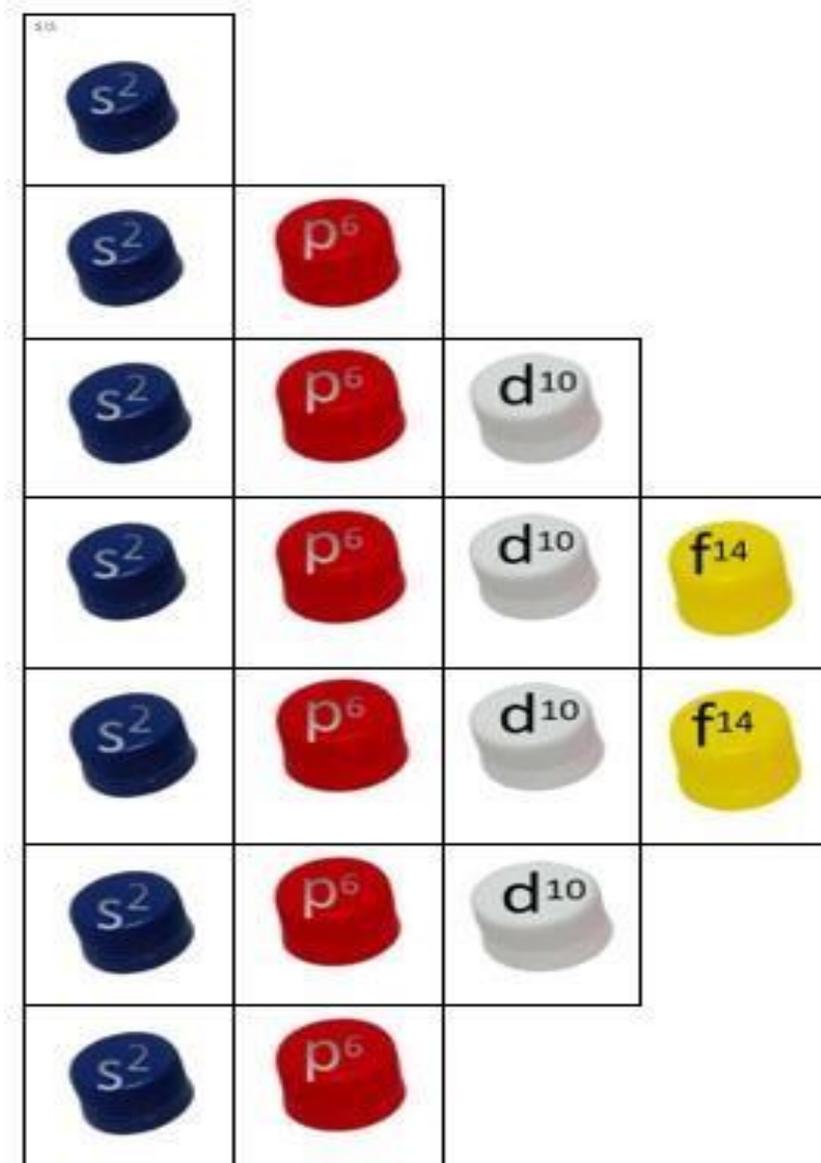
Figura 7 - Modelo de Tabuleiro



Fonte: autora (2021).

A seguir se apresenta o desenho do tabuleiro de tampinhas prontas.

Figura 8 - Tabuleiro com os subníveis



Fonte: autora (2021).

Ao término da confecção do material, ou seja, final da terceira aula, cada grupo de estudantes deve testar o seu jogo, para verificar se está tudo correto, pois na aula seguinte eles irão jogar.

No plano de aula 4, além dos objetivos propostos, o professor apresenta as regras do jogo, explicando passo a passo, estas têm que ser claras para os estudantes, reforçando que o objetivo do jogo é aprendizagem do conteúdo configuração eletrônica, troca de conhecimentos, aprendizagem cooperativa e significativa e não uma disputa entre estudantes. Ainda, no manual estão presentes os testes 1 e 2 para verificação de aprendizagem inicial e da potencialidade do

jogo didático no processo de ensino e aprendizagem (Anexo 3). É uma cópia da tabela periódica seguida do link desse, caso o professor queira fazer a impressão para recorte.

Finaliza-se o manual sugerindo que este jogo seja uma ferramenta pedagógica auxiliadora, que objetiva contribuir com o trabalho do professor, em sala de aula, quando este abordar o conteúdo de configuração eletrônica com foco na tabela periódica. Nesse sentido, este manual envolvendo jogo didático visa desenvolver cooperação entre estudantes e professores, proporcionando assim a desejada aprendizagem significativa.

Foram também feitas algumas ressalvas sobre os cuidados que se devem tomar quanto ao uso de atividades lúdicas com foco no jogo didático, pois este por sua vez, requer organização dos materiais, de forma antecipada, conhecimento e domínio das regras e boa condução e articulação docente junto aos estudantes para que haja interação entre todos.

A princípio, a sala de aula ficará um tanto desorganizada e, por isso, antes de iniciar cada uma das aulas, é importante que os estudantes saibam o que deve ser feito e como, gerando anotações e, finalizando cada etapa, para que o dia letivo não seja prejudicado.

7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para melhorar as características do “JOGANDO COM DIAGRAMA DE LINUS PAULING”, bem como validá-lo, foi realizada a aplicação de um questionário com três questões fechadas e cinco questões abertas. As questões fechadas eram constituídas de 4 (quatro) itens, que os participantes deveriam assinalar com respostas do tipo: concorda, concorda fortemente, discorda e discorda fortemente.

As questões abertas tiveram como objetivo a contribuição dos participantes nos itens presentes nas questões fechadas, em que o pesquisado deveria escolher um dos itens da questão fechada anterior e comentar sobre este dando sugestões, objetivando melhorar o manual do jogo didático. As perguntas foram divididas em blocos como a seguir:

- Bloco A: sobre a montagem do jogo
- Bloco B: sobre o jogo quanto material didático
- Bloco C: aspectos do jogo Didático
- Bloco D: avaliação qualitativa

Para realização desta pesquisa se utilizou um formulário elaborado a partir do Google Forms. O link do questionário, juntamente com o termo de livre consentimento e o manual do jogo didático, foi enviado via SEI, para coordenação do curso de Licenciatura em Química da UFMT do Campus de Cuiabá - MT, que encaminhou aos estudantes matriculados na disciplina de estágio supervisionado I, II, III e IV no período de 2021/1. Estes estudantes tiveram o prazo de 51 (cinquenta e um) dias para entrar em contato com o material e realizar o preenchimento do formulário.

Neste período – conforme informações emitidas pela coordenação do curso – estão matriculados 48 (quarenta e oito) discentes. Infelizmente, a participação na pesquisa, a partir de uma ação remota, ficou bem abaixo de expectativa. Apenas 7 (sete) estudantes enviaram suas respostas sendo que destes, apenas 4 (quatro) responderam as questões abertas. Julga-se que o momento complexo vivido pela pandemia e pela falta de contato mais direto com a pesquisadora tornaram o envolvimento dos convidados mais difícil. Os participantes foram denominados de P1, ..., P7 para que suas identidades fossem resguardadas.

A seguir são apresentadas as considerações a partir das análises feitas dos dados coletados.

7.1 BLOCO A – SOBRE A MONTAGEM DO JOGO

As questões fechadas foram constituídas de 4 (quatro) itens, nos quais os participantes deveriam assinalar apenas uma resposta para cada alternativa, ou seja, não podendo marcar duas alternativas na mesma questão, sendo essas; concorda, concorda fortemente, discorda e discorda fortemente. O primeiro item relata: “se as regras são claras”, das três respostas positivas duas responderam concordam e um concordo fortemente. Segundo item: “se foi fácil conseguir os materiais”, das 5 (cinco) respostas 2 (duas) foram concordo e 3 (três) concordo fortemente. No terceiro item das 4 (quatro) respostas sobre: “é um momento bastante dinâmico” dos 4 (quatro) que responderam: 1 (um) concorda e 3 (três) concordo fortemente. Ao perguntar: “se todos colaboraram com a montagem do jogo”, 4 (quatro) concorda e 1 (um) concorda fortemente.

Alternativas	Quantidade de respostas obtidas em cada alternativa
As regras são claras desde o início	3
Foi fácil conseguir os materiais	5
É um momento bastante dinâmico	4
Todos colaboraram com a montagem do jogo	5

Fonte: autora (2021).

Na questão seguinte pediu-se para comentar sobre um dos itens presentes na questão fechada anterior referente ao jogo. P₁ respondeu que: “*sobre a colaboração com a montagem acredito que temos alguns estudantes que são menos atenciosos com trabalhos manuais utilizando cola, tesoura e, também, medição com régua*”. Nesse sentido, está de acordo com Junior (2016), pois o autor ressalta que, em sua pesquisa, alguns estudantes destacaram que não gostam de atividades lúdicas.

Dessa forma, dificilmente se atingirá 100% de participação dos estudantes presentes em sala de aula, quando se abordam jogos didáticos, pois mesmo que ocorra a participação parcial destes não se conseguirá atingir os objetivos da aprendizagem. O autor ainda justifica que esta ferramenta deve ser usada para facilitar o processo de ensino e aprendizagem. Caso isso ocorra, o professor deve estar preparado para abordar uma metodologia diferenciada paralela para trabalhar o conteúdo e sanar as dificuldades destes estudantes.

Nesta mesma questão, P₆ argumenta que: *“em relação aos materiais, achei muito importante utilizar materiais recicláveis como a tampinha que iria para o lixo, pois isso estimula o aluno na reciclagem de outros materiais para a criação de outros jogos”*. Nesse sentido, sobre o material de confecção do jogo, a maioria dos pesquisados concorda ser um material de fácil acesso. P₂, além de concordar com os demais que o material para a confecção do jogo é de fácil aquisição, argumentou sobre a facilidade de encontrar o material para confecção do jogo, assim como P₂, P₆ argumenta sobre o item: *“Foi fácil conseguir os materiais: Sim, pois a maioria dos materiais utilizados pode ser encontrada facilmente no cotidiano”*.

Ainda, neste item, P₇ também comentou sobre a importância de se utilizar materiais presentes no cotidiano e que não têm mais utilidade no dia a dia para fazer trabalhos escolares, ou seja, neste momento, se está incentivando os estudantes a reutilizarem materiais que seriam descartados. Assim, P₇ faz o seguinte comentário: *Creio que os materiais dos quais foram necessários para elaborar os materiais são materiais que estão presentes em nossa casa e utilizados no cotidiano, sendo assim as tampinhas são de fácil acesso.*

7.2 BLOCO B - SOBRE O JOGO ENQUANTO MATERIAL DIDÁTICO

Alternativas	Quantidade de respostas obtidas em cada alternativa
É um jogo fácil de ser jogado	4
Ajuda na compreensão dos conceitos envolvidos	7
É motivador para continuar aprendendo/ensinando	6
É adequado para o tempo da aula previsto em sua escola	5

Fonte: autora (2021).

Pedi-se aos participantes que discorressem sobre o item que mais despertou interesse e chamou atenção na questão anterior. Assim:

P₂ escolheu o item: *“É motivador para continuar aprendendo/ensinando.* E destacou que: *Sim, pois é uma forma dos estudantes apreenderem de maneira dinâmica e significativa, fugindo um pouco de tradicionalismo”*.

Sobre esta questão, Saturnino, Luduvico e Santos (2013) afirmam que, em sua pesquisa, o jogo didático demonstrou ser uma ferramenta útil e facilitadora no ensino de química, tornando a aula divertida e estimulante, contribuindo dessa forma com o processo de aprendizagem, e melhorando o relacionamento entre professor-aluno e aluno-aluno. Imagine-se que isso tenha ocorrido na proposta de jogo didático apresentada nesta pesquisa.

Nesta mesma questão, P₆ argumenta que: *“O jogo é uma forma de o aluno poder observar se ele realmente aprendeu o conteúdo ou apenas decorou ele para a prova, e se ele não conseguiu compreender bem o conteúdo teórico talvez com o jogo ele possa compreender de uma forma melhor, visto que o jogo é bem didático”*. Ainda se tem a confirmação de Junior (2016) que, após aplicação de dois jogos, em seu trabalho de mestrado, ressalta que o jogo didático tem caráter motivador.

P₇ ponderou: *“Acredito que o conteúdo abordado através do jogo se torna bem relevante para compreender mais sobre a distribuição eletrônica, entre outros conceitos. O material se torna necessário tanto para o aluno compreender tanto para o docente ao ensinar”*.

Da mesma forma, Silva (2013) acredita que o uso de jogo didático contribui de forma significativa para o ensino de conceitos, para a motivação, interesse e socialização dos estudantes, já que no momento de aplicação do jogo, em sua pesquisa, os estudantes procuravam tirar dúvidas acerca dos conteúdos conceituais abordados na proposta do jogo.

7.3 BLOCO C - COM OS ASPECTOS GERAIS DO JOGO

Alternativas	Quantidade de respostas obtidas em cada alternativa
Tem boa aparência (designer adequado)	5
A proposta de aplicação é adequada	3
Proporciona o aumento do interesse nas aulas	6
Promove aprendizagem sobre os conceitos tratados	4

Fonte: autora (2021).

Na escolha de uma questão para comentar P₂ concordou com todos os itens, mas descreveu que, a aula que utiliza jogos didáticos *proporciona o aumento de interesse nas aulas*, e destacou que: *Sim, a maioria das aulas utilizando jogos didáticos promovem uma interação*

muito significativa nas aulas, dessa maneira deixando claro o interesse dos estudantes sobre o "conteúdo".

P₆ comentou que: *“acredito que consegue despertar no aluno um interesse muito maior em relação ao conteúdo, assim como P₇; creio que propostas experimentais e didáticas fazem com que haja uma maior interação entre os estudantes”.*

Saturnino, Luduvico e Santos (2013) confirmam os argumentos apresentados nas entrevistas que realizaram, justificando que, após a análise dos resultados se percebeu uma maior compreensão do assunto tratado e o despertar do interesse dos estudantes pelo conteúdo após a utilização do jogo didático.

7.4 BLOCO D - AVALIAÇÃO QUALITATIVA

Participantes	Nota, argumentos e sugestões
P1	Nota 10 e sugeriu: adorei o modelo já pronto do tabuleiro, assim poderia ser impresso em A1 ao invés dos estudantes desenharem, pois os mesmos têm dificuldades de manusear régua tesoura e cola.
P2	Nota 8,5 e justifica sua nota: O jogo "JOGANDO COM O DIAGRAMA DE LINUS PAULING" é um excelente produto educacional e acredito que é uma forma fundamental de ensinar Química nas escolas de educação básica, de forma geral gostei muito. Rever o designer do jogo. Dica: Tente utilizar a Psicologia das cores, para favorecer no designer.
P3	Nota 9,0; não justificou sua nota e respondeu apenas as questões fechada.
P4	nota 10; assim como o participante 3 não justificou sua nota e respondeu apenas as questões fechada.
P5	Respondeu apenas uma questão fechada e não avaliou o manual.

P6	Nota 10 justificando; “o jogo é muito interessante e bem desenvolvido, acredito que consegue despertar no aluno um interesse muito maior em relação ao conteúdo. Eu acho que poderias pensar em utilizar outros materiais para a confecção das peças, como caixa de fósforo”.
P7	Nota 9,5; e fez os seguintes comentários; “achei o jogobem incrível, fácil de ser ministrado nas aulas e de fácil compreensão!

Fonte: autora (2021).

Na questão 7 (sete) foi pedido para os participantes que avaliassem com uma nota de zero a dez para o manual do jogo. E na questão 8 (oito) se pediu aos participantes sugestões para melhorar a potencialidade do manual do jogo didático. P₁ avaliou com 10 e sugeriu: “*Adorei o modelo já pronto do tabuleiro, assim poderia ser impresso em A1 ao invés dos estudantes desenharem, pois os mesmos têm dificuldades de manusear régua tesoura e cola*”. De acordo com P₁, a entrega do tabuleiro impresso auxiliará o trabalho dos estudantes, facilitando assim a utilização do jogo, contribuindo com o processo de aprendizagem do estudante.

P₂ avaliou com 8,5 e justifica sua nota: “*O jogo "JOGANDO COM O DIAGRAMA DE LINUS PAULING" é um excelente produto educacional e acredito que é uma forma fundamental de ensinar Química nas escolas de educação básica, de forma geral gostei muito. Rever o designer do jogo. Dica: Tente utilizar a Psicologia das cores, para favorecer no designer*”. De acordo com P₂ o designer do manual deve ser mais colorido, pois a aparência do jogo pode aguçar a curiosidade dos estudantes e a participação será mais efetiva na atividade proposta.

P₃ e P₄ avaliaram com notas 9,0 e 10,0, sendo que nenhum dos dois participantes justificaram suas notas, e nem deram sugestões, pois eles responderam apenas as questões fechadas. Assim P₅ não avaliou o manual e respondeu apenas um item de uma questão fechada.

P₆ avaliou com nota 10, e fez o seguinte comentário: “*o jogo é muito interessante e bem desenvolvido, acredito que consegue despertar no aluno um interesse muito maior em relação ao conteúdo*. Assim como os participantes, Silva (2013) acredita que o uso deste jogo contribui, de forma significativa, com o ensino de conceitos, propicia motivação, interesse e socialização dos estudantes, já que estes a todo o momento procuravam tirar dúvidas acerca dos conteúdos

conceituais abordados na proposta do jogo. Ainda, P₆ sugere: *“Eu acho que poderia se pensar em utilizar outros materiais para a confecção das peças, como caixa de fósforo”*.

P₇ avaliou com nota 9,5 e fez os seguintes comentários: *“achei o jogo bem incrível, fácil de ser ministrado nas aulas e de fácil compreensão!”*

Após análise das avaliações realizadas, comentários e sugestões se percebeu a relevância das atividades lúdicas, em sala de aula, pois o resultado, de forma geral, foi positivo. O jogo recebeu nota média de 9,5. Dessa forma, entende-se que o manual pode contribuir, de forma significativa, para o ensino de configuração eletrônica se for aplicado corretamente.

Nesse sentido, sugere-se que esta atividade seja realizada em parceria com a disciplina de Arte, para o processo de construção do jogo, pois para este processo de construção dos subníveis e tabuleiro, os estudantes podem realizar nas aulas de Arte, podendo ter a parceria do professor desta disciplina, tornando este um processo interdisciplinar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa foi realizada com intuito de elaborar um material didático, ou seja, um manual de um jogo objetivando ser uma ferramenta pedagógica para auxiliar o professor no ensino de química, principalmente, com conteúdo de configuração eletrônica, conteúdo este que é, normalmente, abordado no primeiro ano do Ensino Médio. Para isso, foi realizada uma pesquisa bibliográfica no período de 2010 a 2020, em dissertações de mestrado no catálogo da CAPES e em artigos da revista Química Nova na Escola, para que se pudesse perceber qual o estado da questão relacionada ao ensino do conteúdo de configuração eletrônica.

Diante das leituras realizadas houve um enriquecimento nos conhecimentos da pesquisadora, referente aos conceitos e a metodologia lúdica com foco em jogos didáticos, ou seja, para obter mais êxito com jogo em sala de aula.

Godoi, Oliveira e Codognoto (2010) aconselham confeccionar o jogo junto com os estudantes, enquanto Kishimoto (1996) e Cunha (2012) chamam a atenção para as funções presentes no jogo didático, argumentando que são duas funções, a lúdica e a educativa. Acreditam que na hora da confecção do jogo está ocorrendo a função educativa, pois os estudantes estão realizando a pesquisa para esta confecção e, no momento de jogar ocorre a parte lúdica da atividade.

Louzada (2016) deixou claro que o momento certo de aplicação do jogo é após uma sequência didática, sendo que no momento da confecção do jogo surgirão dúvidas que poderão ser sanadas, enquanto o professor percebe as dificuldades apresentadas pelos estudantes.

Com a hipótese de que jogos didáticos promovem aprendizagem significativa, esta pesquisa procurou desenvolver uma possibilidade de utilizar essa estratégia em que o professor(a) possa experimentar algo novo e diferente. A princípio, uma metodologia que retira a todos, professores e estudantes, da zona de conforto de um plano de aula tradicional ou mesmo, corriqueiro e cotidiano, na qual o professor é, simplesmente, quem ensina e o estudante, de forma passiva, o que aprende o conteúdo.

Neste jogo, o trabalho em equipe entre os estudantes é muito importante, pois intenciona certa competição entre eles, podendo haver discussões (no bom sentido) entre os colegas de grupos e de grupos adversários. Neste caso, um planejamento adequado consegue resolver qualquer dificuldade de diálogo.

Uma questão levantada pelos participantes da pesquisa foi com relação aos estudantes que não têm habilidade com atividades lúdicas ou que não querem participar do jogo, ou ainda,

que participam parcialmente da atividade proposta. Sobre isso, Junior (2016) argumenta que o jogo didático não deve ser visto como instrumento capaz de sanar todas as dificuldades dos estudantes. Porém, pode ser utilizado como ferramenta facilitadora do ensino e aprendizagem, e como instrumento que permite que os estudantes se sintam motivados para assistirem aulas de química. A participação de todos deve ser algo negociado entre professores e estudantes. Entende-se que, por ser uma dinâmica, um jogo didático e uma ação que vai requerer muita movimentação, em sala de aula, os estudantes podem confundir essa metodologia, acharem que é somente diversão e se centrarem no aspecto lúdico da atividade. Dessa forma, se o professor não souber conduzir todo o planejamento, o aspecto da aprendizagem será esquecido, o conteúdo não será assimilado e os objetivos não serão alcançados.

Finalmente, conclui-se que este trabalho de pesquisa proporcionou para a pesquisadora um maior entendimento de como abordar a atividade lúdica, com foco em jogo didático, com estudantes da Educação Básica, objetivando melhorar o ensino de química, principalmente, no que se refere à configuração eletrônica.

Este jogo didático já foi aplicado por esta pesquisadora durante sua prática docente nas escolas nas quais lecionou. Após este trabalho de pesquisa de mestrado, foi possível, ainda, evidenciar que o jogo didático não resolve os problemas de aprendizagem de todos os estudantes, mas ao ser trabalhado de forma correta, ou seja, bem planejado, com exposição das regras de forma clara, aplicado em momento adequado, relacionando conteúdo, tempo e organização das aulas, é possível melhorar o desempenho do estudante, em sala de aula, aumentar seu interesse pelas aulas de química e alcançar a desejada aprendizagem significativa.

Acredita-se, por fim, que o manual do jogo didático apresentado nesta pesquisa, ainda que não tenha sido aplicado de forma efetiva, em sala de aula, pelos participantes da pesquisa, uma vez que seus estágios estavam sendo realizados de forma remota, pode em um determinado momento da prática docente ser utilizado como ferramenta pedagógica, contribuindo para melhorar a aprendizagem do estudante, tornando esse processo mais dinâmico e mais significativo. Como proposta de futura investigação derivada desta pesquisa, sugerimos que os participantes da pesquisa sejam professores que ministram aulas para primeiros anos do ensino médio, para responder o questionário, assim como validar o produto educacional, isto após aplicação do manual do jogo didático Jogando com o diagrama de Linus Pauling em sua sala de aula.

REFERÊNCIAS

ALVES, Alda Judith. O Planejamento de Pesquisas Qualitativas em Educação. **Caderno de Pesquisa**, n. 77, p. 53-61, 1991.

ANDRADE, Leonardo Pimentel de. **O uso de atividades lúdicas pedagógicas no ensino de química: Um estudo de caso na escola estadual PRIMO BITTI**. Mestrado Profissional em Gestão Social, Educação e Desenvolvimento Regional Instituição de Ensino: Faculdade Vale do Cricaré, São Mateus- ES, 2015.

ANTUNES, Celso. **Jogos para a Estimulação das Múltiplas Inteligências**. 5^a ed. Editora Vozes, Petrópolis-RJ, 1999.

ATKINS, Peter William, SHRIVER, Duward F. **Química inorgânica**. Porto Alegre: Editora Bookman, 2003.

BRASIL. MEC. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio. Brasília, 1999.

BRASIL. MEC. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCNs+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília, 2002.

BRASIL. PCN+ Ensino Médio: **orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais** – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC; SEMTEC, 2006.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017. Disponível em:
<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf>
Acesso em 17 jan. 2022

BENEDETTI-FILHO, Edeimar, CAVAGIS, Alexandre Donizeti Martins, BENEDETTI, Luzia Pires dos Santos. Um Jogo Didático para Revisão de Conceitos Químicos e Normas de Segurança em Laboratórios de Química. **Química Nova na Escola**, Vol. 42, N° 1, p. 37-44, fev. 2020.

BIANCO, André A. G. e MELONI, Reginaldo A. O Conhecimento Escolar: Um Estudo do Tema Diagrama de Linus Pauling em Livros Didáticos de Química – 1960/1970. **Química Nova na Escola**, v. 41, n. 2, p. 149-155, mai. 2019.

CRESWELL, John W. **Investigação Qualitativa e Projeto de Pesquisa**: escolhendo entre cinco abordagens. Trad. De Sandra Mallmann. 3^a ed. Porto Alegre: Penso. 2014.

COELHO, Augusto Leite. **Química inorgânica descritiva**. Fortaleza: EdUECE, 2015.

CUNHA, Marcia Borin da. Jogos no ensino de química: considerações teóricas para sua utilização em sala de aula. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 2, p. 92-98, mai. 2012.

FÁBREGA, Francine de Mendonça. **Química Geral e Experimental**. – Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2016.

FELTRE, Ricardo. **Fundamentos da Química: Química, Tecnologia e Sociedade** – São Paulo: Volume único - 2005.

_____. **Fundamentos da Química**. São Paulo: Volume 1. Editora Moderna. 1998.

_____. **Química Geral**. São Paulo: Volume Único. Editora Moderna. 1992.

FELTRE, Ricardo; YOSHINAGA, Setsuo. **Atomística**. São Paulo: Editora Moderna, 1970.

FONSECA, Marta Reis Marques da - **Químico Ensino Médio/** volume 1; 2º ed. São Paulo, Editora Ática, 2016.

FREIRE, PAULO. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. p 43. Ed., São Paulo: 1996.

GIMENES, Elen. **Análise das atividades promovidas por um jogo sobre propriedades da tabela periódica**. Mestrado em Educação para a Ciência e a Matemática - Instituição de Ensino: Universidade Estadual de Maringá, Maringá – PR, 2014.

GODOI, Thiago André de Faria, OLIVEIRA, Hueder Paulo Moisés de. CODOGNOTO, Lúcia. Tabela Periódica - Um Super Trunfo para Estudantes do Ensino Fundamental e Médio. **Química Nova na Escola**. vol. 32, N° 1, fev. 2010.

GODOY, Leandro Pereira de., AGNOLO, Rosana Maria Dell. MELO, Wolney Candido de. Multiversos: ciências da natureza: matéria, energia e a vida: Ensino Médio / – 1. ed. – São Paulo: Editora FTD, 2020.

JUNIOR, Carlos Antônio Barros e Silva. **O lúdico na química: influência da aplicação de jogos químicos no aprendizado dos estudantes dos cursos técnicos de nível médio do IFRN Campus Ipanguaçu**. Mestrado em Ensino Instituição de Ensino: Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Pau dos Ferros-RN 2016.

KISHIMOTO, Tizuko Morchida. (Org.). **O Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação**. 4ª ed. São Paulo: Cortez Editora, 1996.

LOUZADA, Ligia Oliveira Gomes. **Jogos e Atividades Lúdicas Como Instrumentos Motivadores do Aprendizado de Química no Ensino Médio**. Mestrado Profissional em Ensino das Ciências Instituição de Ensino: Universidade do Grande Rio – Prof. José de Souza Herdy, Duque de Caxias – RJ, 2016.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MARTINEZ, Emanuel Ricardo Monteiro. FUJIHARA, Ricardo Toshio. MARTINS, Cesar. Show da genética: um jogo interativo para o ensino de genética. **Genética na escola**, 2008.

MOREIRA, Marco Antônio. **Mapas Conceituais e Aprendizagem significativa**. São Paulo: Centauro Editora, 2010.

_____. **Aprendizagem significativa crítica**. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 2005.

_____. **Aprendizagem significativa crítica**. Porto Alegre: [s.n], ca. 2000.

_____. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1999.

NETO, Helio da Silva Masseder; MORADILLO, Edilson Fortuna de. O Lúdico no Ensino de Química: Considerações a partir da Psicologia Histórica - Cultural. **Química Nova na Escola**, v. 38, n. 4, p. 360-368, 2016.

OLIVEIRA, Antônio L. de. O Jogo Educativo como Recurso Interdisciplinar no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**. Vol. 40, N° 2, p. 89-96, maio 2018.

PIAGET, Jean. **A formação do símbolo na criança**. Rio de Janeiro: Zahar, 1975.

RAU, Maria Cristina Trois Dorneles. **A Ludicidade na Educação: uma atitude pedagógica**. Curitiba: Ibpex, 2013.

REZENDE, Felipe A. M., CARVALHO, Christina V. M., GONTIJO, Lucas C. SOARES, Márlon Herbert Flora Barbosa. RAIQUIZ: Discussão de um Conceito de Propriedade Periódica por Meio de um Jogo Educativo. **Química Nova na Escola**. Vol. 41, N° 3, p. 248-258, ago. 2019.

SANTOS, Ana Paula Bernardo dos e Michel, Ricardo Cunha. Vamos Jogar uma SueQuímica? **Química Nova Na Escola**. Vol. 31, N° 3, ago. 2009.

SANTOS, JACKSON DA SILVA. **Análise sobre Diferentes Abordagens de Configuração Eletrônica de Elementos Apresentados em Livros de Química**. Mestrado em QUÍMICA Instituição de Ensino: Universidade Federal do Rio Grande Do Norte, Natal – RN, 01/05/2011.

SATURNINO, Joyce Cristine S. F., LUDUVICO, Inácio e SANTOS, Leandro José dos. Pôquer dos Elementos dos Blocos s e p. **Química Nova na Escola**. Vol. 35, N° 3, p. 174-181, ago. 2013.

SILVA, Bruna Da. Jogo Didático Investigativo: Uma Ferramenta para o Ensino de Química inorgânica. **Química Nova na Escola** Vol. 37, N° 1, p. 27-34, fev. 2015.

SILVA, Janduir Egito da. **Pistas orgânicas: uma atividade lúdica para o ensino das funções orgânicas**. Mestrado em QUÍMICA Instituição de Ensino: Universidade Federal Do Rio Grande Do Norte, Natal-RN, 2013.

SOARES, Márlon Herbert Flora Barbosa, e CAVALHEIRO, Éder Tadeu Gomes. O ludo como um jogo para discutir conceitos em termoquímica. **Química Nova na Escola**, v. 23, p. 27-31, 2006.

VYGOTSKY, Lev. Semenovich. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 6°ed. São Paulo, Martins Fontes, 2002.

VYGOTSKY, Lev. Semenovich. **Psicologia Pedagógica – edição comentada**. Porto Alegre: Artmed, 2003.

ZABALA, A. Antony. **Prática Educativa: como ensinar**. Tradução: ROSA, E. F. F, ArtMed: Porto Alegre, 1998.

Apêndice

Apêndice 1

Formulário AVALIAÇÃO DO JOGO DIDÁTICO

Por favor, preencha este formulário e nos auxilie na melhoria do jogo didático.

C = concordo

CF = concordo fortemente

D = discordo

DF = discordo fortemente

1. Sobre a montagem do jogo

	C	CF	D	DF
A regras são claras desde o início				
Foi fácil conseguir os materiais				
É um momento bastante dinâmico				
Todos colaboraram com a montagem				

2. Escolha um dos itens da tabela acima e descreva melhor sua avaliação.

3. Sobre o jogo didático

	C	CF	D	DF
É um jogo fácil de ser jogado				
Ajuda na compreensão dos conceitos envolvidos				
É motivador para continuar aprendendo				
Usou o tempo de forma adequada				

4. Escolha um dos itens da tabela acima e descreva melhor sua avaliação.

5. Aspectos gerais do jogo

	C	CF	D	DF
Tem boa aparência (designer adequado)				
A aplicação feita pelo(a) professor foi clara				
A sala se manteve organizada e com todos envolvidos				
Proporciona o aumento de interesse nas aulas				
Promoveu minha aprendizagem sobre o assunto tratado				

6. Escolha um dos itens da tabela acima e descreva melhor sua avaliação.

7. Se pudesse avaliar o jogo com uma nota, qual seria?

8. Se quiser acrescentar algo a mais sobre o jogo, fique à vontade.

Apêndice 2

Ficha que o estudante recebe no início do jogo

Após cada configuração eletrônica, os estudantes de cada grupo se reúnem para o preenchimento da ficha, pois:

[...] promover a aprendizagem colaborativa, desenvolvendo nos estudantes a capacidade de trabalharem em equipe e aprenderem com seus pares, e estimular atitudes cooperativas e propositivas para o enfrentamento dos desafios da comunidade, do mundo do trabalho e da sociedade em geral, alicerçadas no conhecimento e na inovação (BRASIL, 2018, p.465).

Neste momento, os estudantes trocam informações, tiram dúvidas sobre a configuração eletrônica e entre si, facilitando assim o preenchimento da ficha e o processo de ensino e aprendizagem.

Nome completo: _____

Turma: _____ **Data:** ____/____/____

Preencha a ficha do elemento químico sorteado

- a) Nome do elemento: _____
- b) Considerando que A= massa atômica, Z = número atômico e X = símbolo. Faça o desenho do elemento sorteado no esquema da tabela abaixo:



- a) Configuração eletrônica:

- b) Grupo a que pertence:

- c) Período da tabela na qual se encontra:

- d) Quantidade de elétrons na camada de valência:

- e) Este átomo tem tendência a ganhar ou perder elétrons? Quantos?

- f) Seu subnível mais energético é:

- g) Que tipo de íon forma? _____

Apêndice 3

Teste de verificação de aprendizagem final após o jogo

Nome completo: _____

Turma: _____ Data: ____/____/____

Preencha a ficha do elemento químico CÁLCIO

- a) Nome do elemento: _____
- b) Considerando que A= massa atômica, Z = número atômico e X = símbolo. Faça o desenho do elemento sorteado no esquema da tabela abaixo:



- Configuração eletrônica: _____
- Grupo a que pertence: _____
- Período da tabela na qual se encontra: _____
- Quantidade de elétrons na camada de valência: _____
- Este átomo tem tendência a ganhar ou perder elétrons? Quantos? _____
- Seu subnível mais energético é: _____
- Que tipo de íon forma? _____
- Em 2019, a tabela periódica completou 150 anos desde que o russo Dimitri Ivanovich Mendeleiev (1834-1907) a instituiu. A Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas (ONU) e a Unesco instituíram este, como o ano internacional da tabela periódica.

“Enquanto as contribuições do sistema para a ciência são indiscutíveis, a celebração levanta questionamentos políticos sobre sua origem e como o uso dos elementos afeta o meio ambiente”. “À medida que os químicos foram sofisticando as teorias sobre propriedades elétricas, começaram a melhorar os métodos de quantificar os dados. Até que chegou o momento em que havia mais de 50 elementos conhecidos e era preciso organizá-los”, conta Guilherme Marson, professor do Instituto de Química da Universidade de São Paulo (USP). “A tabela periódica é o instrumento mais poderoso para trafegar das coisas materiais para o mundo das ideias químicas”².

² Disponível em <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2020/03/tabela-periodica-conheca-historia-e-o-futuro-incerto-do-sistema.html>. Acesso em 21 abr. 2021