



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
PERNAMBUCO - *CAMPUS* BARREIROS
DEPARTAMENTO DE DESENVOLVIMENTO EDUCACIONAL

CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

MARIA LARISSA NASCIMENTO SILVA

**ESTRATÉGIAS DE ENSINO APLICADAS AO CONTEÚDO DE RADIOATIVIDADE:
uma reflexão sobre uso de jogos nas aulas de Química**

Barreiros/PE

2023

MARIA LARISSA NASCIMENTO SILVA

**ESTRATÉGIAS DE ENSINO APLICADAS AO CONTEÚDO DE RADIOATIVIDADE:
uma reflexão sobre uso de jogos nas aulas de Química**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciada em Química.

Orientadora: Profa. Dra. Verônica Maria do Nascimento

Coorientadora: Profa. Ma. Jardiene Manuela Santos da Silva Azevedo

Coorientadora: Profa. Ma. Maria Rita Silva Araújo

Barreiros/PE

2023

Sistema de Bibliotecas Integradas do IFPE (SIBI/IFPE) – Biblioteca do *Campus* Barreiros
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S586e Silva, Maria Larissa Nascimento.
Estratégias de ensino aplicadas ao conteúdo de radioatividade : uma reflexão sobre uso de jogos nas aulas de Química / Mara Larissa Nascimento Silva. – 2023.
35 f. : il.

Orientadora: Profa. Dra. Verônica Maria do Nascimento.

Coorientadora: Profa. Ma. Jardiene Manuela Santos da Silva Azevedo.

Coorientadora: Profa. Ma. Maria Rita Silva Araújo.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, *Campus* Barreiros, 2023.

1. Química - Estudo e ensino (Ensino médio). 2. Jogos no ensino de química.
3. Radioatividade. 4. Estratégias de ensino - Química. 5. Jogos educativos - Química.
I. Nascimento, Verônica Maria do, orientador. II. Azevedo, Jardiene Manuela Santos da Silva, coorientador. III. Araújo, Maria Rita Silva, coorientador. IV. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco. V. Título.

CDD 540.07

MARIA LARISSA NASCIMENTO SILVA

**ESTRATÉGIAS DE ENSINO APLICADAS AO CONTEÚDO DE RADIOATIVIDADE:
uma reflexão sobre uso de jogos nas aulas de Química**

Trabalho aprovado. Barreiros, 14 de junho de 2023.

Profa. Dra. Verônica Maria do Nascimento - Orientadora
(IFPE, Campus Barreiros)

Profa. Ma. Francisca Adriana Correia Celestino – Avaliadora Interna
(IFPE, Campus Barreiros)

Prof. Dr. Álvaro Vinícius de Moraes Barbosa Duarte - Avaliador Externo ao Curso
(IFPE, Campus Barreiros)

Barreiros/PE

2023

Dedico este trabalho à minha querida mãe, a pessoa mais importante e inspiradora da minha vida. Que sempre me incentivou a buscar meus sonhos e nunca desistir, mesmo nos momentos mais difíceis. Sua força, sabedoria e amor incondicional foram fundamentais para que eu chegasse até aqui. Mãe, agradeço por todas as vezes que você esteve ao meu lado, me apoiando, me ajudando e me motivando. Este trabalho é uma pequena homenagem à sua dedicação e sacrifício em prol da minha educação e formação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus professores, que me acompanharam durante todo o processo e me guiaram com sabedoria e paciência. O comprometimento e dedicação de cada um, sem sombra de dúvidas, foram fundamentais para o meu desenvolvimento acadêmico e profissional.

Agradeço também à minha família e amigos, pelo amor, incentivo e apoio incondicional. Sem a presença de vocês em minha vida, este trabalho não seria possível. Obrigado por me apoiarem em cada etapa, por acreditarem em mim e por me encorajarem a buscar sempre o melhor.

Este trabalho de conclusão de curso foi uma experiência enriquecedora e desafiadora, que me permitiu aprender muito e crescer como profissional e pessoa. Espero que ele possa ser útil para aqueles que se interessarem pelo tema, contribuindo significativamente com o desenvolvimento e debate na área.

É com grande satisfação que concluo este ciclo e expresso minha sincera gratidão a todos aqueles que contribuíram para o sucesso deste projeto, seja através de sugestões, críticas construtivas ou simples palavras de incentivo. Por fim, a todos vocês, meu muito obrigada!

RESUMO

A radioatividade é uma das grandes descobertas feitas pelo homem contemporâneo, uma vez que, ao aprofundar seu conhecimento, também abriu importantes campos de aplicação. A radioatividade é amplamente utilizada na medicina, agricultura, indústria, biologia, química e muitas outras áreas. Assim, o presente estudo se justifica pela necessidade de compreender a radioatividade e como ela é trabalhada no Ensino Médio, partindo da consideração de que se trata de um assunto importante na formação de um cidadão crítico. Outrossim, objetivando responder a seguinte indagação: Como realizar o ensino da radioatividade através de jogos pedagógicos no Ensino Médio? Para buscar resposta a essa questão buscou-se materiais que abordam o ensino de radioatividade por meio da utilização e/ou construção de jogos pedagógicos. Para tanto, adotou-se uma abordagem qualitativa de pesquisa, com estudo do tipo revisão bibliográfica da literatura, e no caminho metodológico foram selecionados artigos em bases de dados como o Banco Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e o Banco Virtual em Saúde (BVS), a partir da seleção dos artigos, que foram analisados de modo a identificar abordagens e metodologias utilizadas no ensino da radioatividade por meio de jogos pedagógicos. Os resultados obtidos revelaram que a utilização de jogos no ensino da radioatividade apresenta benefícios significativos, como maior engajamento dos estudantes, melhor compreensão dos conceitos e maior retenção do conhecimento. Além disso, os jogos pedagógicos proporcionaram uma abordagem lúdica e interativa, que estimulou a criatividade, a cooperação e o pensamento crítico dos estudantes. Portanto, a incorporação de jogos no ensino da radioatividade no Ensino Médio se mostrou uma estratégia que auxilia no processo de ensino aprendizagem. Por meio dessa abordagem, é possível despertar o interesse dos alunos, tornando o aprendizado mais dinâmico e prazeroso. Assim, o presente estudo busca contribuir para a valorização e disseminação de práticas educativas, que visam aprimorar a qualidade do ensino e preparar os estudantes para os desafios do mundo contemporâneo, apontando a importância do ensino de radioatividade e suas consequências na alfabetização científica.

Palavras-chave: ensino de Química; radioatividade; Ensino Médio; Ensino de radioatividade.

ABSTRACT

Radioactivity is one of the great discoveries made by contemporary man, since by deepening his knowledge, he also opened important fields of application. Radioactivity widely used in medicine, agriculture, industry, biology, chemistry and many other areas. In this sense, the present study is justified by the need to understand radioactivity and how it is worked in high school, considering that it is an important subject in the formation of a critical citizen. Also, aiming to answer the following question: How to perform the teaching of radioactivity through pedagogical games in high school? We sought materials that address the teaching of radioactivity through the use and/ or construction of pedagogical games. Therefore, a qualitative research approach was adopted, with a literature review study, and in the methodological way were selected articles in databases such as the Brazilian Digital Bank of Theses and Dissertations (BDTD) and the Virtual Health Bank (VHL). From the selection of articles, which were analyzed in order to identify approaches and methodologies used in the teaching of radioactivity through pedagogical games. The results revealed that the use of games in the teaching of radioactivity has significant benefits, such as greater student engagement, better understanding of concepts and greater retention of knowledge. In addition, the pedagogical games provided a playful and interactive approach, which stimulated the creativity, cooperation and critical thinking of students. Therefore, the incorporation of games in the teaching of radioactivity in high school proved to be a strategy that assists in the learning teaching process. Through this approach, it is possible to arouse the interest of students, making learning more dynamic and enjoyable. Thus, this study seeks to contribute to the valorization and dissemination of educational practices, which aim to improve the quality of teaching and prepare students for the challenges of the contemporary world, importance of radioactivity teaching and its consequences in scientific literacy.

Keywords: teaching Chemistry; radioactivity; High School; radioactivity teaching.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BDTD	Banco Digital Brasileiro de Teses e Dissertações
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
BVS	Banco Virtual em Saúde
CF	Constituição Federal
DESC	Descritores em Ciências da Saúde
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais Para o Ensino Médio

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	09
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.1	Introdução à radiação – conceitos fundamentais.....	12
<i>2.1.1</i>	<i>Tipos de exposição à radiação Ionizante.....</i>	<i>13</i>
<i>2.1.2</i>	<i>Poder penetrante da radiação ionizante.....</i>	<i>14</i>
2.2	Ensino da radiação no Ensino Médio	15
2.3	Jogos no ensino da radioatividade	18
3	MATERIAIS E MÉTODOS	21
3.1	Tipo e abordagem de pesquisa	21
3.2	Universo de pesquisa e procedimento de coleta	22
3.3	Análise de dados	23
3.4	Critérios éticos da pesquisa	23
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
5	CONCLUSÃO	33
	REFERÊNCIAS.....	35

1 INTRODUÇÃO

Desde a descoberta de raios-X por Roentgen, em 1895, e da radioatividade por Becquerel, em 1896, o conhecimento sobre suas consequências para a saúde avançou à medida que os estudos de radiação se aprofundaram. O próprio Becquerel sofreu as consequências da exposição à radiação, apresentando lesões cutâneas quando mantinha no bolso uma garrafa contendo rádio. Marie Curie, duas vezes vencedora do Prêmio Nobel, morreu de leucemia, certamente como resultado da exposição à radiação (CLEOPHAS *et al.*, 2018).

Muitos trabalhadores foram expostos à radiação e tiveram consequências graves, especialmente aqueles que utilizaram sais de rádio para pintar mostradores luminosos de relógios e olhos mágicos. A rotina de umedecer os pincéis na boca levou muitos trabalhadores a desenvolver câncer de mandíbula (NOVAIS; ANTUNES, 2017).

Após os Estados Unidos da América terem utilizado bombas atômicas nas cidades japonesas de Hiroshima e Nagasaki, estudos extensivos foram realizados na população de sobreviventes, permitindo uma avaliação mais precisa dos efeitos biológicos da radiação em longo prazo (GARCEZ; SOARES, 2017).

Destaca-se a importância crucial da aceitação da radioatividade pela população, a qual só foi possível devido à necessidade imposta pela força dos eventos históricos. Atualmente, essa aceitação é fundamental para o desenvolvimento do currículo escolar e para a manutenção da vida cotidiana em sociedade (GARCEZ; SOARES, 2017).

A aplicação da radiação na medicina, especialmente no que se refere aos seus fins terapêuticos e diagnósticos, representa um dos grandes benefícios que a humanidade tem sido capaz de usufruir. No entanto, em seus primórdios, tal benefício não era amplamente disponível, em virtude dos danos causados pela exposição à radiação, o que foi sendo reduzido com o avanço da compreensão a respeito das propriedades radioativas e da física aplicada à medicina.

Toda essa carga de aspectos negativos ao longo da história fez com que as populações tivessem concepções bastante errôneas de radiação e radioatividade, considerando-as como uma descoberta desastrosa do homem e intrinsecamente perigosa. No entanto, a radioatividade é uma das grandes descobertas feitas pelo homem, uma vez que ao aprofundar seu conhecimento, possibilitou também abrir importantes campos para a sua aplicação da radioatividade (FATARELI *et al.*, 2017).

A radiação consiste na emissão de ondas ou partículas através do espaço ou de algum meio. Ela envolve fenômenos químicos que incluem a transmissão, manifestação e absorção de energia pela matéria, seja na forma de ondas (radiação eletromagnética) ou partículas subatômicas (NOVAIS; ANTUNES, 2017).

Apesar da importância da radioatividade, os estudantes do Ensino Médio têm dificuldade para compreender seus fenômenos. O que requer que o professor busque desenvolver mecanismos mais eficazes para o ensino desse conteúdo na área de Química e Física (FONSECA, 2018).

Para auxiliar no processo de ensino aprendizagem, o docente pode partir do conhecimento preexistente do Ensino Fundamental que possa estar relacionado com radiação e radioatividade. É indispensável utilizar situações da vida cotidiana dos estudantes como uma forma de aprendizagem. Para lembrar e aprender novos conteúdos, é fundamental aproveitar o que faz parte do dia a dia dos estudantes. Também podemos afirmar que, a consolidação do conhecimento que envolve radioatividade auxiliará na compreensão dos fenômenos mais complexos que envolvem as transformações físico-químicas da matéria (CLEOPHAS *et al.*, 2018).

Sob esse prisma, é categórico afirmar que a maioria dos professores de Química encontram dificuldade em ensinar ao estudante o conteúdo, especialmente porque o ensino na área de exatas e ciências da natureza é tratado miticamente como um conteúdo complexo e de pouco ou de quase nenhum uso. Cabe então ao professor suplantar esse “folclore” acerca do ensino de química, buscando maneiras mais simples e interessantes de explicá-los (SUART; SOUZA, 2018).

Imerso a essa perspectiva, as atividades lúdicas são importantes na sala de aula, porque contribuem com o desenvolvimento dos estudantes, estimulando, por exemplo, a imaginação e o raciocínio lógico deles. Além disso, através das práticas pedagógicas o estudante passa a ser um elemento ativo no processo de aprendizagem, vivenciando a construção do próprio saber, abandonando a posição de ouvinte passivo (LAPA; SANTOS, 2018).

Dessa maneira, o trabalho com jogos pedagógicos representa uma possibilidade para o ensino da radioatividade, porque geralmente faz com que os estudantes participem ativamente das aulas de forma prazerosa, de modo a questionar, enfrentar desafios e solucionar problemas (GARCEZ; SOARES, 2017). O uso/construção de práticas pedagógicas constitui uma excelente opção para que os estudantes abandonem a posição de sujeito passivo no processo ensino-aprendizagem

Observando a importância e a relevância sobre o estudo da radioatividade no Ensino Médio, o presente estudo propõe um entendimento de que a radioatividade e o ensino do conteúdo que a envolve são essenciais para o basilar desenvolvimento dos estudantes do Ensino Médio.

Outrossim, objetivando responder a seguinte indagação: Como realizar o ensino da radioatividade através de jogos pedagógicos no Ensino Médio? Adotou-se como objetivo geral analisar o ensino da radioatividade por meio da utilização e/ou construção de jogos pedagógicos no Ensino Médio e a fim de alcançar o objetivo principal deste trabalho, procurou-se: realizar um levantamento bibliográfico dos estudos que abarquem a discussão dos conceitos fundamentais associados à radiação e seu ensino no campo da Química; Identificar Perspectivas de ensino que contribuam para construção de práticas motivadoras do Ensino da Química com uso de Jogos didáticos; E categorizar as abordagens para o ensino da radioatividade no EM, analisando-as qualitativamente.

Para tanto, à estrutura das seções seguintes foi organizada de forma lógica e coerente. Na primeira sessão, que trata da fundamentação teórica, é feito um resgate sobre a história e os principais conceitos que envolvem a radioatividade, estabelecendo um link com o referido conteúdo aplicado ao Ensino Médio e o uso de jogos.

Na sequência, é apresentado o percurso metodológico adotado, com destaque às etapas e técnicas utilizadas, bem como a análise dos dados e os resultados, destacando os principais achados e discutindo sua relevância para o problema em questão.

O percurso metodológico adotado foi estabelecido com o objetivo de guiar a abordagem e a análise do problema em questão. Primeiramente, foi realizada uma revisão da literatura sobre o assunto para obter uma base teórica sólida. Em seguida, foram coletados dados relevantes por meio de pesquisa exploratória. A análise dos dados foi conduzida de forma cuidadosa e sistemática, buscando identificar padrões, tendências ou relações entre as variáveis estudadas. Foram utilizadas ferramentas de pesquisa com técnicas apropriadas para validar os resultados e obter conclusões confiáveis. Por fim, na conclusão, os resultados obtidos foram relacionados aos objetivos da pesquisa, apontando possíveis direções futuras para estudos adicionais.

Ao posicionar essa parte no final do trabalho, espera-se que o leitor tenha uma compreensão mais completa do estudo antes de se aprofundar nas etapas metodológicas e análise. Isso permite que o leitor tenha uma visão geral antes de entrar em detalhes sobre o processo de pesquisa.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Introdução à radiação - conceitos fundamentais

De acordo com Novais e Antunes (2017), a radiação ocorre predominantemente de duas formas, seja como ondas ou como partículas. A radiação eletromagnética é determinada por variáveis como:

- Frequência (λ): que corresponde ao número de ondas que passam por um ponto no espaço por unidade de tempo e é medida em Hz (Herz);
- Comprimento de onda (f): que é a distância medida ao longo da linha de propagação entre 2 pontos em fases de ondas adjacentes. É medido em comprimento unitário de nm (nanômetro) a km (quilômetro).
- Energia (E): que é proporcional à frequência, é medida em energia por fóton e sua unidade é o eV (Elétron-volt).

As radiações podem ser de dois tipos: radiação ionizante (RI) e radiação não ionizante (RNI), de acordo com a capacidade de produzir fenômenos de ionização sobre a matéria em que afetam. Essa capacidade de produzir fenômenos de ionização sobre a matéria está relacionada à quantidade de energia que eles implicam.

A radiação ionizante (ri) tem energia suficiente para causar a expulsão de elétrons da órbita atômica (IONIZAÇÃO) na matéria, enquanto a radiação não ionizante (NRI) não tem energia suficiente dos fótons emitidos para ionizar os átomos de matéria (NOVAIS; ANTUNES, 2017).

O grupo de radiações ionizantes, que como indicamos são caracterizadas por sua capacidade de afetar a matéria, ionizando-a, pode ser dividido em ondulações entre as quais estão raios-X e raios gama (γ), e corpuscular entre as quais se destacam partículas alfa (α), partículas betas (β) e nêutrons (n). Dentro do grupo de radiações não ionizantes, incluem-se os campos elétricos, frequências de rádio, micro-ondas, raios infravermelhos, luz visível, luz ultravioleta e raios laser (GARCEZ; SOARES, 2017).

Os seres humanos vivem no meio de múltiplos tipos de radiação, que são radiações de origem natural (radiações terrestres e radiações cósmicas) e radiações de origem artificial, produto da atividade humana. Por exemplo, há radioatividade incorporada aos alimentos e bebidas que comemos. Certos crustáceos e moluscos tendem a concentrar a radioatividade; entre os radionuclídeos naturais que ingerimos, o urânio e seus descendentes se destacam. Algumas águas minerais, provenientes de maciços de granito ricos em urânio que também são

especialmente ricos em material radioativo natural, contribuem com cerca de 12% da dose média global (0,3 mSv por ano) (LAPA; SANTOS, 2018).

Quando a radiação atinge a matéria (ser vivo ou inerte), seja como ondas eletromagnéticas ou como partículas de matéria (que têm ou não uma carga elétrica), produz vários efeitos, que dependem do tipo de radiação, da energia que carrega e do tempo de exposição (GARCEZ; SOARES, 2017).

Após termos introduzido os conceitos fundamentais da radiação, faz-se necessário explorarmos com mais detalhes alguns conceitos relacionados à radioatividade, a partir da caracterização dos seus diferentes tipos.

2.1.1 Tipos de Radiação Ionizante (RI)

De acordo com Cleophas *et al.* (2018), a radiação ionizante pode ser dividida em dois grandes grupos: Ondas Indiretamente Ionizantes (Partículas sem Carga Elétrica) (raios-X, raios gama e raios cósmicos) e Ondas Diretamente Ionizantes (Partículas com Carga Elétrica) (emitidas pelo núcleo quando há um excesso de nêutrons):

Ondas Indiretamente Ionizantes: São radiações eletromagnéticas de alta energia e que têm como particularidade a falta de massa e não têm uma carga elétrica e seus principais expoentes são raios-X e raios gama:

- Raios-X: Ocorrem em reações na crosta do átomo, com energia maior que a luz visível, o que lhe dá a capacidade de passar por corpos opacos;
- Raios gama: Eles têm sua origem em reações de núcleos atômicos instáveis, naturais e artificiais, e que devido ao seu pequeno comprimento de onda podem atravessar importantes espessuras da matéria de radiação gama que é a radiação eletromagnética da extremidade mais energética do espectro espacial, portanto muito penetrante (SUART; SOUZA, 2018).

Ondas Diretamente Ionizantes: Ao contrário do anterior, estes têm massa e têm uma carga elétrica definida, e os mais importantes correspondem a partículas alfa (α), partículas beta (β) e nêutrons.

- **Partículas alfa:** São núcleos de hélio com 2 unidades de carga elétrica positiva e quatro unidades de massa. Eles têm muita intensidade de energia, são altamente ionizantes, mas têm um baixo poder de penetração, sendo facilmente detectados, são parados pela pele humana;

- **Partículas beta:** Correspondem a elétrons ou pósitrons da transformação do núcleo, de carga elétrica negativa e massa nula. Eles têm menor capacidade de ionização devido à menor intensidade de energia do que as partículas alfa, mas maior poder de penetração.
- **Nêutrons:** Juntamente com prótons eles fazem parte do núcleo atômico, tem uma unidade de massa e carga elétrica zero, eles têm grande potência penetrante, mas baixa capacidade de ionização (SUART; SOUZA, 2018).

As instalações em que a radiação ionizante é trabalhada podem ser instalações nucleares ou instalações radioativas:

- **As instalações nucleares** são exemplificadas como usinas nucleares, reatores nucleares, fábricas que usam combustíveis nucleares, que realizam o tratamento de substâncias nucleares e resíduos, ou que armazenam substâncias nucleares;
- **Instalações radioativas** são aquelas que têm fontes de radiação ionizante, incluindo aqueles dispositivos geradores de RI utilizados para fins médicos, bem como aquelas instalações, laboratórios, fábricas onde o material radioativo é produzido, manuseado ou armazenado (NOVAIS; ANTUNES, 2017).

Agora que falamos sobre os diferentes tipos de radiação ionizante, vamos explorar o seu poder penetrante.

2.1.2 Poder Penetrante da Radiação Ionizante

De acordo com Fatareli *et al.* (2017), a radiação ionizante apresenta propriedades penetrantes, importantes no estudo e aplicação de materiais radioativos. Os raios alfa que ocorrem naturalmente podem ser bloqueados por um par de folhas de papel ou luvas de borracha. Raios beta para ser bloqueado, precisa de alguns centímetros de madeira. Raios gama e raios-X, dependendo de suas energias, para serem bloqueados requerem uma proteção espessa de material pesado, como ferro, chumbo ou concreto.

Dessa forma, entendo que a radiação ionizante é capaz de penetrar em diversos materiais, incluindo tecidos humanos, e pode causar danos à saúde, como o câncer. Por isso, é importante ter cuidado ao lidar com fontes de radiação ionizante e garantir que as medidas de segurança sejam seguidas rigorosamente em ambientes onde a radiação é utilizada, como hospitais e indústrias. Além disso, acredito que é essencial conscientizar a população sobre os riscos da exposição à radiação ionizante e promover a educação sobre a importância da proteção contra a radiação.

2.2 Radioatividade no Ensino Médio

O primeiro contato do estudante com conhecimentos sobre a radioatividade acontece nos primeiros anos do Ensino Fundamental, entretanto, é no Ensino Médio que a abordagem se intensifica, exigindo que os estudantes sejam capazes de resolver situação-problemas, de modo que possam se tornar competentes para desenvolver argumentos e propostas de intervenção na realidade, utilizando os conhecimentos químicos (FATARELI *et al.*, 2017).

As investigações e reflexões realizadas por Almouloud (2017) permitiram distinguir e caracterizar o conhecimento em dois tipos básicos, sendo eles: o conhecimento conceitual e o conhecimento procedimental. Essa noção ampliada está relacionada ao saber o que, como, quando e por que fazer.

As competências acima destacadas permitem especificar quatro processos gerais em toda atividade no campo das ciências exatas e da natureza, tais como: formular e resolver problemas; modelar processos e fenômenos da realidade; comunicar; raciocinar, formular, comparar e exercitar procedimentos químicos. Esses processos cognitivos são relevantes para alcançar e exceder um nível suficiente em competências na área do conhecimento químico (ALMOULOUD, 2017).

De acordo com o autor supracitado, os referidos processos podem estar relacionados à perspectiva semiótica desenvolvida por Raymond Duval, que afirma o objeto de conhecimento da química não ser acessível pela percepção (sensorial), mas requerer mediação semiótica para a sua apreensão (ALMOULOUD, 2017).

Assim, a variedade dos tipos de registros de representação semiótica (linguagem natural, representações gráficas, representação numérica, entre outros) usados na química, tem a ver, particularmente, com o tratamento do problema cognitivo entre a distinção do objeto química e as várias representações semióticas que dela podem ser feitas, confusão que ocorre com frequência na educação (PAGANUCCI, 2018).

Nesse sentido, os registros da representação semiótica consideram, principalmente, as possibilidades de transformação de uma representação em outra representação semiótica, a fim de desenvolver novas representações, que são indícios de progresso no conhecimento da química. Nessa perspectiva, a aprendizagem da radioatividade, enquanto uma das áreas de conhecimento da química, centra-se na aquisição de habilidades e competências nos diferentes registros de representação e funcionamento, e não no conhecimento e reprodução dos conteúdos propostos. (ALMOULOUD, 2017).

As diferentes representações semióticas levam o sujeito a ter consciência do que antes não era realidade, correspondendo ao processo de objetivação proposto por Almouloud (2017) para o sujeito que toma consciência; é assim que essa natureza intencional das representações conscientes envolve o estudante em um processo significativo, que pode levá-lo a compreender, avaliar, questionar ou fundamentar suas respostas na hora de resolver uma situação-problema. Portanto, a conversão pelo sujeito diante de dois ou mais registros de representação reflete sua apreensão sobre o objeto de estudo da radioatividade, uma vez que não é tangível.

Isso se deve ao investimento cognitivo que o estudante faz ao passar de um registro para outro, dada a coordenação que deve ser feita entre as representações de um sistema de representação semiótica, haja vista que a radioatividade, deve sua existência a mudanças no registro de representação, já que a construção depende do fato dos tratamentos internos de cada registro e das mudanças em outros registros (ALMOULOU, 2017).

Assim, Fatareli *et al.* (2017) adota essa perspectiva de aprendizagem em torno do papel da representação e da linguagem, chegando à conclusão que as atividades sistemáticas de coordenação de um registro bidimensional (radioatividade) com os registros usuais de escrita permitem que o estudante possa exercer um controle efetivo do uso destes últimos.

Ainda com base no referido autor, é possível afirmar que a atividade de coordenação é decisiva para a mobilização de um conjunto de registros que permite a resolução de problemas que envolvem a radioatividade. O registro figural (de unidades figurais unidimensionais) apresenta elevados custos cognitivos para os estudantes onde a tomada de decisões é o aspecto central permitindo a compreensão sobre a radioatividade e outras questões químicas importantes ao desenvolvimento de competências necessárias à sua formação.

Assim, o modelo proposto por Fatareli *et al.* (2017) busca utilizar práticas pedagógicas baseadas em jogos, isto é, mecanismos de representação que produzem significados sobre o objeto químico representado. O referido instrumento é mediado pela relação do sujeito com a forma de produção da representação e pela natureza da relação: conteúdo da representação - objeto representado.

Novais e Antunes (2017) afirmam que os jogos pedagógicos são importantes pois são capazes de representar um meio de registros de representações semióticas, pois podem levar a um entendimento maior sobre o que os estudantes compreendem em relação à radioatividade.

Diante disso, fica evidente que, para o professor de química conseguir desenvolver competentemente o ensino da radioatividade, ele precisa compreender que parte significativa

dos estudantes pode apresentar dificuldades em compreender este conteúdo, seja por deficiências na matéria, oriundas do Ensino Fundamental, seja devido à complexidade e profundidade exigidas para esse assunto no Ensino Médio (PAGANUCCI, 2018).

O trecho acima destacado revela que é necessário que o professor busque superar as representações apresentadas com base na generalidade, de modo que, o mesmo busque ensinar aos estudantes com base em situações-problemas que desafiem os estudantes, estimule o raciocínio lógico, promova o pensar (NOVAIS; ANTUNES, 2017).

Sendo assim, é urgente que se busque evitar o ensino generalista, arraigado aos exercícios convencionais, nos quais o estudante precise ser estimulado a agir mecanicamente para uma resolução da atividade, e incapaz de aplicar esse conhecimento em um caso concreto (FONSECA, 2018).

Em seus estudos, Paganucci (2018) acredita que, apesar de ser realmente necessário o desenvolvimento de uma metodologia de ensino com base em situações-problemas, o estudante precisa aprender a se familiarizar com a Radioatividade, tendo em vista que só assim ele se sentirá capaz de participar e/ou construir conhecimento.

Outrossim, conforme defende Fatareli *et al.* (2017), para despertar o interesse dos estudantes em aprender um determinado conteúdo, é importante que a abordagem do professor busque revelar sentidos e significados. Nesse sentido, os jogos pedagógicos podem desempenhar um papel fundamental na preservação do aprendizado, desde que se mantenham fiéis ao seu propósito de fornecer uma compreensão dos assuntos no campo do conhecimento químico.

Buscando complementar este entendimento, a Base Nacional Comum Curricular preceitua como imprescindível que o docente de química desenvolva mecanismos para o ensino da Química na Educação Básica, buscando assim, a promoção do aprendizado, especificamente, a radioatividade (PAGANUCCI, 2018).

O modelo mais adequado de ensino da radioatividade deve emergir do campo do abstrato, para que sua implementação em muitas situações do cotidiano possa ser possível, possibilitando, com isso, que os estudantes sejam capazes de compreender o sentido desse especial fragmento químico (SUART; SOUZA, 2018).

Dito isso, é possível afirmar que é preciso que o professor busque intervir por meio de uma abordagem mais compreensiva e inclusiva, tendo em vista que são sujeitos que buscam encontrar no professor um promotor do conhecimento e da disseminação da informação química (NOVAIS; ANTUNES, 2017), portanto, é essencial que o ensino da radioatividade

seja abordado de forma clara e acessível no Ensino Médio, com ênfase na sua importância para a compreensão de fenômenos naturais e artificiais, e na sua relevância para a saúde.

Além disso, o ensino e os conceitos relacionados à radioatividade são essenciais, pois se trata de um tema que está presente em diversos aspectos do cotidiano, como na medicina, na geração de energia, na tecnologia, entre outros e as abordagens que inserem os jogos didáticos como ferramenta, podem contribuir significativamente para a construção desses conceitos.

Diante do exposto, seguiremos discutindo um pouco sobre o ensino da radioatividade no Ensino Médio, e destacando diferentes abordagens para o ensino deste tema com uso de jogos.

2.3. Jogos no ensino de radioatividade

Fatareli *et al.* (2017), aponta que o jogo pedagógico deve ser parte constitutiva da proposta de ensino da química. O autor considera que a proposta torna o jogo pedagógico um espaço potencialmente mais rico para o aprendizado da química e do conhecimento científico.

De acordo com Fonseca (2018), os jogos, enquanto um instrumento pedagógico e pela atividade mental que geram, são um bom ponto de partida para o ensino da química, pois eles criam a base para o pensamento racional, especialmente em conteúdos complexos, independentemente da idade dos estudantes. O jogo pedagógico tem um papel importante na concepção e implementação da proposta didática, a partir da consideração dos diferentes tipos de jogos pedagógicos e da avaliação dos resultados (FONSECA, 2018).

De acordo com o Novais e Antunes (2017), os jogos pedagógicos se assentam na função simbólica das formas de conhecer e compreender as brincadeiras desde tenra idade, bem como oferecem a possibilidade de explorar as propriedades dos objetos e podem servir para responder a modelos químicos e ao ensino da radioatividade.

Além de facilitar a aprendizagem da química, devido ao seu caráter motivador, o jogo pedagógico é um dos recursos didáticos interessantes para a melhoria do ensino - a aprendizagem dos estudantes, e, não ter a rejeição da química, é o melhor método para manter e despertar as inteligências múltiplas (PAGANUCCI, 2018).

Os jogos pedagógicos podem ser utilizados como recurso didático para trabalhar diversos conceitos químicos, podendo ser utilizados regularmente em sala de aula, visto como uma possibilidade de transformar os sentimentos opostos que os estudantes têm em relação à

química, provocando uma atitude positiva, através de um trabalho feito de forma motivadora, estimulante e até agradável, conseguindo-se uma aprendizagem eficaz (FONSECA, 2018). Como defendido por Paganucci (2018), a utilização de jogos pedagógicos trata-se de uma atividade que desenvolve constantes conceitos na vida do ser humano, desde o nascimento e em todas as suas fases de desenvolvimento, onde é indispensável sentir atração pelas atividades recreativas como forma de ação. Daí a importância de sua aplicação na aprendizagem.

Do mesmo modo, Fatareli *et al.* (2017) pontua que a importância dos jogos pedagógicos é manter os estudantes pró ativos e interessados sobre o tema que será desenvolvido, a fim de atrair e manter a atenção dos estudantes. Afinal, o professor de química tende a ser o professor de uma matéria difícil e considerada “chata” por muitos dos seus estudantes. Assim, sendo prazeroso para os estudantes, tornar-se-á uma atividade natural e espontânea, na qual o estudante poderá vir a dedicar mais tempo. Além de contribuir para o ensino de radioatividade, os jogos ainda contribuem para o desenvolvimento de habilidades sociais, estimulando o desenvolvimento de suas capacidades intelectuais e psicomotoras e, em geral, proporcionando ao estudante experiências que o ensinam a viver em sociedade, a conhecer suas possibilidades e limitações, amadurecer, permitindo a expansão da aprendizagem, aprofundamento e troca de conhecimentos, através da prática experiencial, ativa e dinamicamente do conteúdo novo com o conhecido (ALMOULOUD, 2017).

Quanto às características, Paganucci (2018) menciona que os jogos pedagógicos se apresentam em diferentes características que devem ser levadas em consideração para realizá-los, tais como: idades, local, materiais e ritmo. No processo de conhecimento, o jogo pedagógico deve ser considerado uma parte importante, pois está relacionado ao prazer, permitindo ao estudante ter desejo, carinho e interesse em brincar aprendendo.

Sendo assim, é possível afirmar que os estudantes realmente se tornam jogadores reais durante os jogos. É indicado assim que esses jogos pedagógicos devem ser escolhidos/desenvolvidos pelos estudantes, para que eles mantenham interesse em participar proativamente. (PAGANUCCI, 2018).

Por outro lado, Novais e Antunes (2017) mencionam que, apesar da essência dos jogos pedagógicos seja aprender se divertindo e dando o melhor de si, sem pensar em vencer, é essencial que o estudante entenda que vencer é importante, mas não deve ser o objetivo principal do jogo, pois é fundamental que todos se divirtam e aprendam juntos. Além disso, é importante que a dinâmica não cause decepções ou frustrações em outros participantes.

Por sua vez, Fatareli *et al.* (2017) menciona que o jogo pedagógico é uma atividade lúdica que serve para desenvolver as capacidades intelectuais por meio da participação ativa e afetiva do estudante nos conteúdos ensinados nas aulas de química. Assim, o jogo deve ser uma atividade que busca desenvolver integralmente a personalidade do homem e em particular a sua capacidade intelectual.

Em termos gerais, Paganucci (2018) aponta que o jogo pedagógico possui fases essenciais para sua aplicação. Essas fases são compostas por: Introdução, pois inclui as etapas ou ações que possibilitaram o início do jogo, podendo ainda incluir os acordos ou convenções que estabelecem regras ou tipos de jogos pedagógicos de acordo com as idades; o Desenvolvimento, pois é durante essa fase que ocorre a atuação dos estudantes em função do que é estabelecido pelas regras do jogo, e; a Conclusão, é o momento que um jogador ou grupo de jogadores atinge o objetivo em função das regras estabelecidas, ou quando consegue acumular uma pontuação superior, demonstrando o melhor domínio do conteúdo e o desenvolvimento de competências e habilidades que o estudante possui.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Tipo e abordagem de Pesquisa

Esta pesquisa é de caráter exploratório, partindo da análise de alguns trabalhos publicados na literatura, importante para o planejamento e organização de um trabalho científico, como mencionado por Gil (1999).

Sobre os estudos exploratórios, Oliveira (2011) define que são aqueles que se enquadram na categoria de pesquisa, cujo objetivo é descobrir ideias e intuições, visando obter maior familiaridade com o fenômeno estudado. O autor ainda afirma que esses tipos de estudos permitem ao pesquisador aumentar seu conhecimento sobre os fatos, o que possibilita a formulação mais precisa de problemas, a criação de novas hipóteses e a realização de pesquisas mais estruturadas.

Ainda de acordo com Gil (1999), a pesquisa exploratória tem como objetivo principal desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, com o propósito de formular problemas mais precisos ou hipóteses para investigações futuras. Esse tipo de pesquisa é caracterizado por ter um planejamento menos rígido, proporcionando uma visão geral e aproximada de um fenômeno específico.

Malhotra (2001) aponta que a pesquisa exploratória é utilizada para definir com maior precisão um problema específico. Seu objetivo é fornecer critérios e compreensão. Possui as seguintes características: coleta de informações de forma aleatória, processo de pesquisa flexível e não estruturado. A amostra é pequena e não representativa, e a análise dos dados é qualitativa.

Sendo assim, a presente pesquisa, inicialmente, buscou apontar a importância da contextualização da radioatividade no ensino de química ou de ciências, destacando elementos como: a história da radioatividade; suas fontes; suas propriedades; suas aplicações; e, os riscos à saúde. Com relação ao ensino, pesquisou-se práticas pedagógicas para buscar envolver ativamente no processo de ensino aprendizagem, para isso escolheu-se analisar os trabalhos relacionados à utilização de jogos no ensino de radioatividade. A mesma possui uma abordagem qualitativa. Caracteriza-se por ser uma análise descritiva realizada de modo fidedigno sobre o objeto pesquisado, de maneira que não se apega a idealizações ou deduções; atua, pois, auxiliando o pesquisador, vislumbrando uma análise real por meio da descrição, possibilitando uma correlação com o contexto geral (FAZENDA, 1997, p. 56).

Durante o estudo, pôde-se observar então a possibilidade de obter informações atualizadas e abrangentes sobre o tema da pesquisa, bem como a economia de tempo e recursos que puderam ser alcançados em relação a outros métodos de pesquisa. Além disso, como acreditava Almouloud (2017), a revisão bibliográfica pode ser utilizada para identificar lacunas na literatura e apontar direções para futuras pesquisas.

Em resumo, ressalta-se também que os estudos coletados foram importantes e úteis para a obtenção de informações e resultados relevantes sobre o tema abordado. Utilizou-se métodos rigorosos e críticos de leitura na seleção e análise dos estudos, a fim de garantir a confiabilidade e validade dos resultados obtidos.

3.2 Universo de Pesquisa e Procedimentos de Coleta

A presente pesquisa buscou selecionar artigos por meio da pesquisa em bases de dados disponibilizados no IBICT (2017), como o Banco Digital Brasileiro de Teses e Dissertações (BDTD), e no Banco Virtual em Saúde (BVS).

Com base nos termos DESC (Descritores em ciências da saúde), foram realizadas buscas na base de dados Banco Digital Brasileiro de Teses e Dissertações (BDTD) e no Banco Virtual em Saúde (BVS), de modo que, dos 27 (vinte e sete) trabalho encontrados, 4 (quatro) artigos foram selecionados. Entretanto, é importante destacar que documentos como a Constituição Federal (1988), LDB (1996), BNCC (2020) e o PCNEM (1998) também compuseram o material bibliográfico da presente pesquisa.

A estratégia de busca dos estudos foi baseada nos termos DESC, para os sites BDTD e BVS. Para combinar os resultados, de modo a restringir ou expandir os parâmetros de busca, foram utilizados os indicadores booleanos “*and*” (do inglês, e) e “*or*” (do inglês, ou) como palavras-chave.

O uso desses indicadores booleanos permitiu combinar os termos de busca de forma flexível. Ao utilizar o “*and*” como palavra-chave, os resultados foram restringidos, ou seja, apenas os documentos que continham todos os termos buscados foram considerados. Isso proporcionou uma busca mais precisa e específica.

Por outro lado, ao empregar o “*or*” como palavra-chave, os resultados foram expandidos, incluindo assim os documentos que continham pelo menos um dos termos pesquisados. Essa abordagem permitiu uma busca mais abrangente, capturando uma maior variedade de informações relacionadas ao tema de interesse.

Combinando esses indicadores booleanos, pôde-se então, ajustar os parâmetros de busca de acordo com as necessidades e objetivos. Essa estratégia proporcionou maior controle sobre os resultados obtidos, possibilitando uma busca mais eficiente e precisa nos sites BDTD e BVS.

3.3 Análise dos Dados

No que se refere à análise dos dados coletados, adotou-se para a presente pesquisa a análise descritiva. Conforme explica Gil (1999), a análise descritiva é uma etapa essencial da pesquisa que visa a descrever e resumir os dados coletados. Ela fornece uma visão geral dos principais resultados e características dos dados, permitindo entender a distribuição, tendências e padrões presentes nos dados.

Essa forma de pesquisa, de acordo com Selltiz *et al.* (1965), tem como objetivo analisar minuciosamente um fenômeno ou situação, especialmente o que está acontecendo, a fim de compreender com precisão as características de um indivíduo, uma situação ou um grupo, além de desvendar a relação entre os eventos.

Nessa perspectiva, dentre os 27 artigos lidos e pré analisados, com temáticas que abordassem meios alternativos para o ensino de radioatividade no ensino médio, 4 foram selecionados com recorte temporal que contemplou os períodos de 2016 a 2021.

Os artigos selecionados para análise de forma mais apreciativa apresentaram a elaboração e utilização dos jogos como meio pedagógico de ensino e tratavam sobre a importância de uma abordagem alternativa, que buscasse maior envolvimento dos estudantes, nos assuntos relacionados ao conteúdo de radioatividade abordado na disciplina de química do Ensino Médio.

Após a coleta dos artigos, foi realizada uma análise exploratória dos dados, levando em consideração os seguintes critérios:

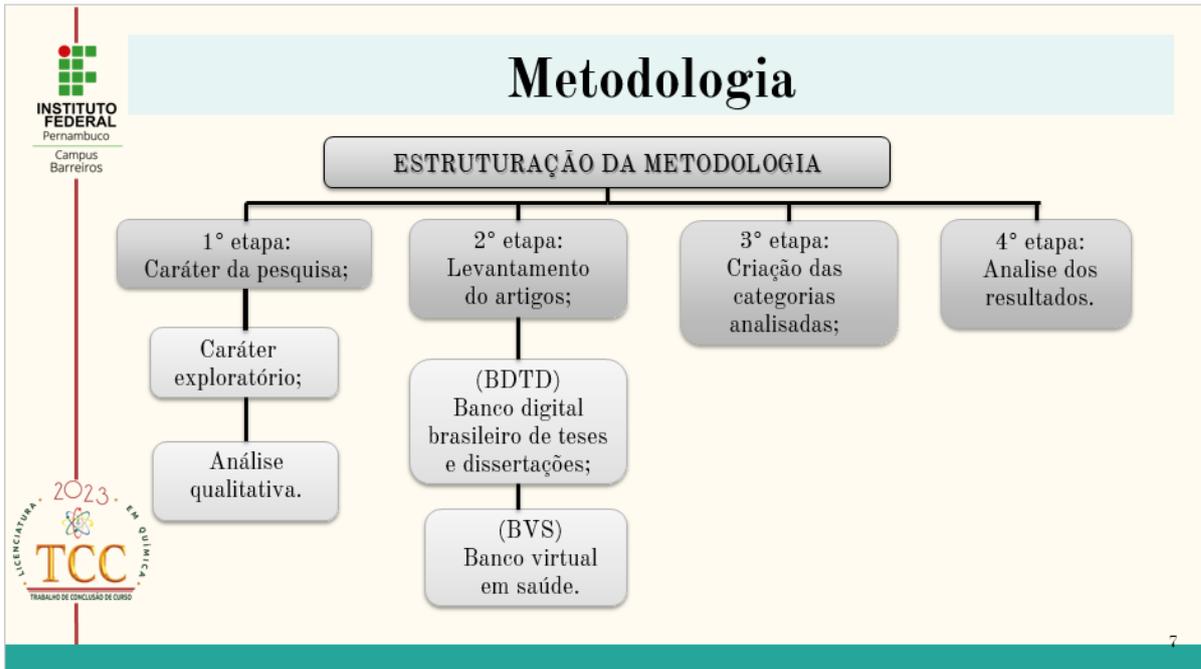
- I. Existe a retomada para conhecimentos prévios do aluno
- II. Estimula a relação professor- aluno? De que forma?
- III. O jogo estimula a relação aluno-aluno? De que forma?
- IV. Há algum tipo de contextualização com as práticas sociais?

3.4 Critérios éticos da Pesquisa

Os critérios de inclusão empregados neste estudo se referem à seleção de artigos relacionados aos descritores: Química; radioatividade; Ensino Médio; jogos pedagógicos. A

pesquisa foi limitada às publicações entre os anos de 2016 a 2021, considerando estudos de campo e de revisão sobre o tema. Por sua vez, como critérios de exclusão foram descartados artigos que não enfatizaram a importância do ensino da radioatividade por meio da utilização e/ou construção de jogos pedagógicos no Ensino Médio.

Imagem 1 – Estrutura da metodologia apresentada pelo autor do presente trabalho



Fonte: autor (2023)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após análise de materiais que abordavam o ensino de radioatividade com utilização de jogos, foram selecionados 4 artigos para análise e discussão neste trabalho, que estão apresentados brevemente no Quadro 1.

O trabalho de Borges e colaboradores (2016) apresenta a formação de um jogo para auxiliar no desenvolvimento do ensino de química, no qual foram abordados temas como: Modelos atômicos; radiação eletromagnética e nuclear. Sua proposta se mostrou dinâmica e sua relevância pôde ser aceita no contexto da pesquisa do presente trabalho.

A pesquisa apresentada foi resultado da colaboração de uma equipe interdisciplinar da UFF, composta por professores e estudantes dos cursos de Química e Ciência da Computação. O propósito do jogo estudado consiste em impedir a falência da usina nuclear de uma cidade. Para alcançar esse objetivo, o jogador dispõe de um período de dez minutos para percorrer a cidade, visitando na sequência desejada: o museu; centro de pesquisa; casa; e, hospital. Em cada local visitado era necessário acertar três perguntas. Somente após cumprir essas etapas, ele terá acesso à usinagem. Ao chegar lá, deverá responder mais três perguntas: se responder corretamente, vencerá o jogo e a usina voltará a operar normalmente.

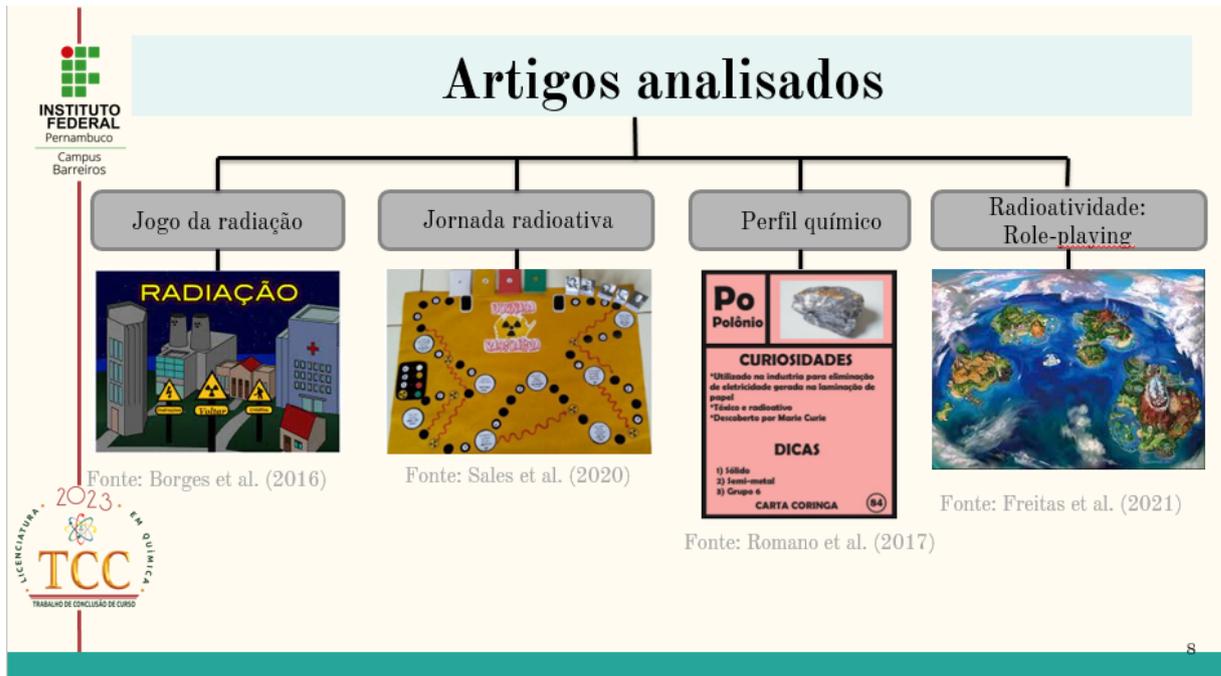
Quadro 1 - Análise descritiva dos artigos analisados acerca do uso de jogos no ensino de radioatividade

Autor/Ano	Título	Objetivo	Conclusões Autores
BORGES, Márcia Narcizo et al. Jan./jun. 2016.	Jogo da radiação	Entender o tema da radiação e eliminar mitos e equívocos associados a ele.	Os estudantes não tiveram dificuldades com a usabilidade do jogo e perceberam que a radiação está presente em seu cotidiano.
SALES, Maiane França et al. 2020.	Jornada radioativa: Um jogo de tabuleiro para o ensino de radioatividade.	Analisar as contribuições que um jogo didático pode trazer para o ensino do conteúdo de Radioatividade.	Os indivíduos que participaram da pesquisa têm uma compreensão limitada sobre o conceito de radioatividade.

ROMANO, Caroline Gomes et al. 2017.	Perfil químico: um jogo para o ensino da tabela periódica.	De maneira dinâmica e didática, desenvolver propriedades cognitivas importantes nos estudantes.	Diversas formas de aprendizagem são necessárias para despertar o interesse dos estudantes na Tabela Periódica, estimular a curiosidade e facilitar o processo de ensino.
FREITAS, Caio Cesar Rodrigues. 2021.	Radioatividade: O uso de role-playing game como estratégia para o ensino de química na educação básica.	O Role-Playing Game (RPG) é utilizado como uma estratégia no processo de ensino e aprendizagem de Radioatividade no ambiente escolar.	O RPG incentivou a autonomia dos estudantes e estimulou a cooperação e a empatia, considerando o a subjetividade de cada um.

Fonte: autor (2023)

Imagem 2 – Interface dos jogos presente nos artigos analisados e apresentada pelo autor do presente trabalho



Fonte: autor (2023)

Inicialmente, o jogo sobre radiação passou por uma avaliação realizada por professores do Ensino Médio, que colaboraram na sua revisão final. Em seguida, foi testado por 14 estudantes de um curso pré-vestibular popular da UFF, depois de uma aula introdutória sobre o tema para iniciar seu conhecimento prévio.

Durante a abordagem, percebeu-se que os estudantes não tiveram problemas de usabilidade com o jogo e a relação entre os grupos de estudantes e professores foi aprimorada.

Após jogarem, os estudantes responderam a um questionário avaliativo com perguntas sobre aspectos operacionais e didático-pedagógicos, além de uma pergunta aberta para expressar suas opiniões sobre o uso do jogo em sala de aula.

Segundo os autores, os resultados apreciaram que eles perceberam a presença da radiação no cotidiano e se sentiram mais preparados para opinar sobre o assunto. Além disso, destacaram a interdisciplinaridade como um fator positivo do jogo, pois foram estudados aspectos vistos nas matérias de química, sociologia e biologia. Na pergunta aberta, todos os comentários foram positivos, como o do estudante A de 19 anos, que afirmou: "O jogo é bom porque mostra a química em diversas situações e lugares".

Na prática das abordagens vistas nos artigos, a radioatividade é frequentemente retratada como um elemento perigoso e letal, como visto por exemplo no artigo de Borges (2016), mas que pode ser estudada e compreendida a fim de perceberem que a exposição à radiação é mais comum no dia a dia do que imaginavam. Observa-se, assim, que a partir do trabalho desenvolvido pelos autores os estudantes tiveram oportunidades de aplicar o conhecimento adquirido em situações reais e contextualizadas. Ainda com base nesse artigo, o jogo se mostrou informativo e interessante para os estudantes em vários aspectos, mostrando que foi trilhado questões sociais de aceitação, envolvendo a derrota no jogo, assim mostrando que a abordagem é um instrumento importante para o ensino.

De acordo com Sales *et al.* (2020), que trabalhou com um jogo de tabuleiro para promoção de interação entre os estudantes, esse recurso proporcionou uma abordagem contextualizada da matéria de estudada, utilizando referências históricas da química e apresentando os principais nomes que contribuíram para o campo. Essa abordagem mudou a forma como os estudantes se relacionam com a disciplina, tornando o aprendizado mais envolvente e significativo. A criação do jogo *jornada radioativa* foi motivada pela contextualização histórica e pelos conceitos de química, especificamente sobre radioatividade durante o ano de 2018, como parte das atividades práticas da disciplina de Estágio Supervisionado IV, cursada no 8º período do curso de Licenciatura em Química, da Universidade Federal do Acre (UFAC).

O objetivo principal do jogo *jornada radioativa* foi estimular o aprendizado da química a partir de uma atividade lúdica. Ele é composto por: um tabuleiro; um dado; cinco peões-cientistas; e, um conjunto de cartões de perguntas. Foi feito utilizando materiais de baixo custo e fácil acesso, tais como cartolinas, cola, tesoura sem ponta, canetas hidrográficas e folhas sulfite A4, com impressão dos símbolos e da escrita usados nas casas, bem como imagens dos cientistas. O dado é lançado para determinar o primeiro jogador e cada jogador lança o dado para avançar o número de casas indicado. Se a casa tiver um símbolo, o jogador deve responder uma pergunta ou realizar uma ação. Se acertar, avança mais casas, se errar, retrocede. Não é necessário tirar o número exato para vencer, e quem chegar primeiro vence.

Ao longo da pesquisa, foi observado no artigo de Sales (2020) que os estudantes demonstraram um alto nível de interesse e concentração pela abordagem. Além disso, a competição entre as equipes os incentivou a participarem ativamente das atividades. A atmosfera competitiva que surgiu durante as abordagens foi estimulante e saudável, com os colegas de cada grupo cooperando entre si, buscando responder corretamente às perguntas do questionário que viria a seguir, estimulando assim uma boa relação entre os estudantes. Sales (2020) também mostrou que a abordagem adotada favoreceu a interação entre estudantes e professoras, permitindo que eles explorem conceitos e informações de forma colaborativa, diante dos desafios que surgiam em cada etapa. Essa interação dinâmica e participativa contribuiu para a construção de conhecimento e para o desenvolvimento de habilidades essenciais para os estudantes, promovendo uma experiência de aprendizagem significativa e envolvente.

Observou-se na análise do artigo de Sales (2020) que: durante as discussões os estudantes trocaram conhecimentos e esclareceram muitas dúvidas; a abordagem exigiu atenção, habilidade e conhecimento prévio para interpretar as perguntas; cooperação entre os estudantes, promovendo assim maior relação entre aluno-aluno e aluno-professor. Com base nos resultados apresentados no artigo, ficou evidente que o ensino dos conceitos relacionados à radioatividade de forma contextualizada é crucial para estimular os estudantes a desenvolverem uma visão crítica e reflexiva sobre o tema. Essa abordagem permite instruí-los sobre a real importância e distinção dos tipos de radiações e suas aplicações no cotidiano. A abordagem proposta no artigo revelou-se bastante eficaz em suas funções educativa e lúdica. Ao utilizar uma atividade lúdica, desperta-se naturalmente o interesse dos estudantes, o que resulta em efeitos positivos tanto no aspecto disciplinar, ao revisar conceitos abordados em aulas teóricas, quanto no desenvolvimento socioemocional. Além disso, destaca-se a importância de ressaltar que a proposta de jogo apresentada nessa pesquisa pode ser utilizada

em espaços não formais de ensino, como em gincanas, por exemplo, e ainda ser considerada uma atividade lúdica educacional legítima, tornando assim o aprendizado mais prazeroso e conclusivo.

O artigo de Romano *et al.* (2017), apesar de não tratar diretamente o tema radioatividade, foi selecionado por desenvolver habilidades cognitivas dos estudantes de forma dinâmica e didática com uma abordagem de ensino diferente, permitindo o estudo de tópicos como a tabela periódica, conteúdo que auxilia na identificação dos elementos que sofrem decaimento radioativo e nas propriedades envolvidas nas reações nucleares.

Perfil químico é um jogo clássico de dicas com cartas, no qual cada carta apresenta informações sobre: pessoas; anos; coisas; ou, lugares, com o objetivo de deduzir qual é o perfil em questão. O jogo teve por objetivo ter como ganhador a equipe ou o jogador que alcançar a maior quantidade de pontos. Se, o estudante adquiriu os conceitos relacionados ao ensino da Tabela Periódica e se é capaz de aplicar o conteúdo aprendido de maneira convencional em uma atividade lúdica e interativa.

No jogo, os jogadores escolhem uma cor de ficha e organizam-se individualmente ou em equipes. Em seguida, embaralham as cartas e estabelecem a ordem dos jogadores. O primeiro jogador retira a primeira carta do baralho e, em ordem, cada jogador lê uma dica para tentar adivinhar o elemento químico do perfil. A cada 30 segundos, é lida uma nova dica. Se o perfil for adivinhado na primeira dica, a equipe ganha 15 pontos, 10 pontos na segunda dica, e 5 pontos na terceira. Se o perfil não for adivinhado, a carta volta para a mesa e a jogada continua. A carta coringa vale 20 pontos.

Como conclusão dos autores, foi constatada a necessidade de usar diferentes formas de aprendizagem para despertar o interesse dos estudantes na Tabela Periódica, facilitando o processo de ensino e estimulando a curiosidade. O trabalho em grupo ajudou na integração dos estudantes e criou um ambiente cooperativo para a busca de soluções.

Do trabalho com o jogo *perfil químico* observou-se que foi estimulado o trabalho cooperativo, os estudantes desenvolveram habilidades sociais, como a comunicação efetiva, a negociação e o trabalho em equipe. Ao discutir e debater ideias com os colegas, os estudantes foram expostos a diferentes perspectivas e abordagens, o que os desafiou a pensar criticamente e expandir seus horizontes

Além disso, a colaboração entre os estudantes promoveu uma aprendizagem mais profunda, uma vez que eles puderam confrontar diferentes pontos de vista e resolver problemas de forma conjunta. A diversidade de ideias e abordagens proporcionadas pelo trabalho em grupo.

O trabalho de Freitas *et al.* (2021) chamou a atenção por se tratar de um jogo computacional, no qual o universo de ficção apresentado, estimulou o desenvolvimento do conhecimento dos estudantes que priorizavam se preparar para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), com o objetivo de aprimorar seus conhecimentos prévios adquiridos durante o ano letivo. O artigo apresenta a dinâmica de *RPG* aplicada em três turmas do terceiro ano do Ensino Médio, totalizando 76 estudantes, selecionados em uma escola estadual de Ensino Fundamental e Médio localizada na cidade de Barra de São Francisco, no Espírito Santo.

O modo “Carreira” do *RPG* teve como base uma situação apresentada aos estudantes, onde a história foi transmitida por meio de um jornal impresso. Em resumo, a história conta que uma indústria construiu uma usina nuclear em um arquipélago de 4 ilhas no oceano Pacífico para fornecer energia elétrica. Antes da inauguração, houve protestos e um juiz proibiu a inauguração. Todos os manifestantes e proprietários da usina foram convocados a comparecer perante um júri para esclarecer a situação.

Durante as sessões, os estudantes observaram os argumentos criados para os personagens e fazendo anotações pertinentes em um diário de pesquisa, juntamente com observações sobre a montagem do *RPG*. Essas anotações e os diários de aventura dos estudantes foram usados como instrumentos de coleta de dados. Após as sessões, houve uma reunião para compartilhar experiências. Essa contextualização possibilitou o desenvolvimento do estudante como cidadão crítico, reflexivo e empático.

O estudo ainda declara que os estudantes se mostraram entusiasmados com os resultados e frequentemente lembram dos conceitos aprendidos durante o *RPG* de química. Eles solicitam ao professor para fazer mais jogos, pois gostaram da abordagem e afirmam que a busca pelo conhecimento se tornou prazerosa. Assim, segundo Freitas (2021), a abordagem foi responsável por fomentar a autonomia dos estudantes, ao mesmo tempo que estimulou a colaboração e a empatia durante todo o processo de ensino-aprendizagem, levando em consideração a individualidade de cada estudante. Com relação ao objetivo de preparação para o ENEM, o artigo não deixou claro se após o jogo foi elaborado simulado, ou, o trabalho com questões características do exame, para análise da influência do jogo no desempenho dos estudantes. Porém, analisando o artigo percebe-se que o emprego do jogo pedagógico constituiu uma alternativa eficaz para o desenvolvimento de habilidades necessárias no ensino de radioatividade.

Frente ao exposto, entende-se que ao jogar os estudantes podem verificar seu nível de conhecimento, o que lhes permite alcançar outro nível de aprendizagem e expandir sua compreensão. Entre os trabalhos encontrados, ficou evidente que a utilização de jogos

pedagógicos motivou os estudantes, facilitando no processo de ensino-aprendizagem.

Embora alguns dos trabalhos tenham destacado dificuldades do professor em aplicar a dinâmica, por causa do descontentamento dos estudantes em aceitar a derrota no jogo, ou falta de compreensão do conteúdo abordado por parte de alguns alunos, é importante pontuar que o professor de química pode utilizar jogos pedagógicos para possibilitar uma maior interação entre os estudantes e para discussão de conteúdos de forma mais efetiva e significativa.

Entende-se que, além dos jogos pedagógicos existem diversos métodos de ensino que podem ser utilizados para enriquecer o processo de aprendizagem como aulas práticas, debates, estudos de caso, simulações e projetos como apontou Almouloud (2017). Ao utilizar esses métodos, o professor pode integrar novas tecnologias educacionais ao processo de ensino, tornando a participação dos estudantes ainda mais efetiva.

Durante a análise dos artigos, foram identificadas as seguintes expectativas em relação ao uso de jogos no ensino de radiatividade no ensino médio:

- **Aumento do engajamento:** Muitos artigos destacaram que o uso de jogos no ensino de radiatividade pode aumentar o engajamento dos estudantes. Os jogos são vistos como uma forma de tornar o aprendizado mais divertido e envolvente, proporcionando uma experiência prática e interativa.
- **Melhora na compreensão dos conceitos:** Os jogos oferecem uma oportunidade para os estudantes aplicarem os conceitos de radiatividade em um contexto prático. Eles podem experimentar as consequências das suas escolhas e observar os resultados diretamente no jogo. Isso pode levar a uma compreensão mais profunda e duradoura dos conceitos estudados.
- **Estímulo ao trabalho em equipe:** Alguns artigos ressaltaram que os jogos podem promover a colaboração e o trabalho em equipe. Os estudantes podem ser incentivados a resolver problemas e desafios em grupo, o que pode desenvolver habilidades de comunicação e cooperação.
- **Motivação intrínseca:** Os jogos geralmente são motivadores por natureza, pois envolvem desafios, recompensas e uma sensação de progresso. A utilização de jogos no ensino de radiatividade pode despertar a motivação intrínseca nos estudantes, tornando o aprendizado mais prazeroso e estimulante.
- **Facilidade de aplicação:** Alguns artigos destacaram a facilidade de aplicação dos jogos no contexto educacional. Com o avanço da tecnologia, existem diversas opções de jogos digitais, além de jogos de tabuleiro e atividades práticas que podem ser incorporados facilmente às aulas de radiatividade.

A análise dos trabalhos revelou que, embora haja uma divisão clara entre disciplinas na escola, é fundamental reconhecer que, no dia a dia dos estudantes, essas disciplinas se apresentam de forma interligada e desempenham papéis importantes na solução de problemas que requerem uma abordagem crítica. Os estudantes não apenas aprendem conceitos de radioatividade, mas também conseguem assimilá-los e aplicá-los no contexto da realidade apresentada. Essas ações contribuem para o desenvolvimento de cidadãos críticos e reflexivos, preparados para enfrentar os desafios da vida real.

A aprendizagem significativa foi evidente nos estudantes, pois eles demonstraram um entendimento mais profundo dos conceitos de radioatividade, em comparação com abordagens tradicionais. Eles foram capazes de tomar decisões informadas, considerando os riscos e benefícios associados à exposição à radiação, e compreenderam as diferentes formas de radiação e seus efeitos no ambiente e na saúde humana.

5 CONCLUSÃO

Após analisar os dados e considerar os objetivos propostos, pode-se concluir que o jogo como metodologia de ensino alternativo se mostrou eficaz em vários aspectos. Primeiramente, constatou-se que houve uma retomada efetiva dos conhecimentos prévios do aluno, na ocasião em que o jogo permitiu que os alunos aplicassem conceitos aprendidos anteriormente em aulas expositivas de forma prática e interativa, fortalecendo sua compreensão e retenção do conteúdo.

No que diz respeito à relação professor-aluno, o jogo demonstrou-se estimulante e facilitador. O caráter lúdico e desafiador do jogo promoveu a interação entre professor e aluno de maneira mais dinâmica. O professor assumiu um papel de facilitador e mediador, fornecendo orientação e suporte durante o jogo. Isso resultou em uma relação mais próxima e colaborativa, onde o estudante se sentiu encorajado a participar ativamente e buscar o auxílio do professor quando necessário.

Além disso, o jogo também estimulou a relação aluno-aluno de forma positiva. Através de atividades cooperativas e competitivas presentes no jogo, os estudantes foram incentivados a trabalhar em equipe, compartilhar conhecimentos e resolver problemas juntos. Isso contribuiu para o desenvolvimento de habilidades sociais, como a comunicação, a colaboração e o respeito mútuo. Essas habilidades podem ser úteis para os estudantes em suas vidas pessoais e profissionais. E o envolvimento ativo dos estudantes por meio do jogo proporcionou um ambiente propício para a aprendizagem, estimulando o interesse, a motivação e o engajamento.

A contextualização com as práticas sociais também pôde ser identificada, pois o jogo apresentou elementos que permitiram aos alunos relacionarem o conteúdo abordado com situações reais do cotidiano. As atividades propostas no jogo foram contextualizadas em contextos sociais relevantes, o que proporcionou aos alunos uma compreensão mais ampla e significativa dos conceitos.

Em perspectiva de novos trabalhos, recomenda-se que novas pesquisas possam ser feitas sobre o uso de jogos como ferramenta educacional. Pode-se explorar diferentes abordagens pedagógicas e conteúdo, bem como avaliar a eficácia de jogos em ambientes de aprendizagem mais amplos. Além disso, seria interessante investigar a possibilidade de integrar o uso de tecnologias emergentes, como a realidade virtual e a realidade aumentada, nos jogos educacionais, a fim de proporcionar experiências ainda mais imersivas e envolventes para os estudantes.

Em suma, os resultados obtidos mostram que o jogo atingiu os objetivos propostos, promovendo a retomada de conhecimentos prévios, estimulando a relação professor-aluno e aluno-aluno, e proporcionando uma contextualização com as práticas sociais. Esses achados reforçam a relevância e o potencial dos jogos como ferramentas educacionais, incentivando sua aplicação e explorando novas possibilidades para melhorar ainda mais o processo de ensino-aprendizagem.

REFERÊNCIAS

ALMOULOUD, S. A. Fundamentos norteadores das teorias da Educação: perspectivas e diversidade. **Revista de Educação em Ciências e Química**, v. 13, n. 27 (2017).

BIREME. **Biblioteca Virtual em Saúde**, 1967. Disponível em: <https://brasil.bvs.br/>. Acesso em: 03, abr. 2023.

BORGES, M. N; RIBEIRO, C.M.R. *et al.* **Jogo da radiação**: Elaboração de um recurso computacional educativo articulado ao contexto CTSA e a percepção docente e discente. Jan./jun. 2016.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF, 5 ago. 1988.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação (CNE). **Base Nacional Comum Curricular**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 5 ago. 2020a.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação (CNE). **Resolução n. 3, de 26 de junho de 1998. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 5 ago. 1998a.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação (CNE). **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 5 ago. 2000^a

BRASIL. Conselho Nacional de Educação (CNE). **PCN+: Ensino Médio: Ciências da Natureza e suas Tecnologia**. Brasília, DF, 2000b.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares nacionais: química / Secretaria de Educação Fundamental**. – Brasília: MEC/SEF, 1997.

Comitê Científico Das Nações Unidas Sobre Os Efeitos Da Radiação Atômica et al. Exposições de fontes naturais de radiação. **Raios cósmicos**, v. 9, n. 11 de 2000.

CLEOPHAS, M. G.; CAVALCANTI, E. L. D.; SOARES, M. H. F. B. **Afinal de Contas, É Jogo Educativo, Didático ou Pedagógico no Ensino de Química/Ciências?** Colocando os Pingos nos “Is”. In: CLEOPHAS, M. G.; SOARES, M. H. F. B. (Orgs.). **Didatização Lúdica no Ensino de Química/Ciências: teorias de aprendizagem e outras interfaces**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2018.

FATARELI, E. F.; FERREIRA, L. N. de A.; FERREIRA, J. Q. Método cooperativo de aprendizagem Jigsaw no ensino de cinética química. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 3, p. 161-168, agosto 2017

FONSECA, J. M. S. **Jogos de Computador no Ensino de Química**. Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2018. Jogos de Computador no Ensino de Química.

FREITAS, C. C. R.; BIANCO, G. Radioatividade: O uso de role-playing game como estratégia para o ensino de química na educação básica. **Scientia Naturalis**, v.3, n.3. 2021.

GARCEZ, E. S. C.; SOARES, M. H. F. B. Um Estudo do Estado da Arte Sobre a Utilização do Lúdico em Ensino de Química. **RBPEC**, v.17, n.1, p. 183-214, 2017.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

IBICT. **Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações**, 2017. BDTD. Disponível em: <https://bdtd.ibict.br/vufind/#>. Acesso em: 03, abr. de 2023.

LAPA, W.P.F.M.; SANTOS, W.P. **Os Jogos e Outras Atividades Lúdicas no Contexto Educacional**: o que é preciso para proporcionar atividades que tenham rigor educativo? In: LAPA, W. P. F. M.; SILVA; J. C. S. (Orgs.). **Jogos no Ensino de Química: fundamentos e aplicações**. Curitiba: CRV, 2018.

MALHOTRA, N. **Pesquisa de marketing**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

NOVAIS, V. L.; ANTUNES. **Estudo da radioatividade, suas aplicações e implicações ambientais**. In: . Química VOLUME 3 – ENSINO MÉDIO. 1. ed. Curitiba: Positivo, 2017, p. 12-43.

OLIVEIRA, M. F. de. **Metodologia científica**: um manual para a realização de pesquisas em Administração. Universidade Federal de Goiás. Catalão–GO, 2011.

PAGANUCCI, T. de C.. **Proposta de aplicações de teoria dos jogos no ensino médio** / Tarcísio de Castro Paganucci, 2018. Dissertação. Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, 2018.

ROMANO, C. G. *et al.* **Perfil químico**: um jogo para o ensino da tabela periódica. Revista Virtual de Química, v. 9, n. 3, p. 1235-1244, 2017.

SALES, M. F. *et al.* Jornada radioativa: Um jogo de tabuleiro para o ensino de radioatividade. **Revista eletrônica ludus scientiae**, v. 4, n .2. 2020.

SELLTIZ, C.; WRIGHTSMAN, L. S.; COOK, S. W. **Métodos de pesquisa das relações sociais**. São Paulo: Herder, 1965.

SOUZA, V. de F. M. *et al.* Da ação pedagógica à mudança da prática docente: os jogos e as brincadeiras em uma experiência com o ensino médio. **Pensar prá.(Impr.)**, p. 3-14, 2017.

SUART, R. C.; SOUZA, J. A. **Jogos Didáticos no Ensino de Química para a Promoção de Habilidades Cognitivas**. In: CLEOPHAS, M. G.; SOARES, M. H. F. B. (Orgs.). **Didatização Lúdica no Ensino de Química/Ciências: teorias de aprendizagem e outras interfaces**. Editora Livraria da Física, São Paulo 2018.