

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

LICENCIATURA PLENA EM QUÍMICA

ALANE CONCEIÇÃO LEITE E SILVA

MANDACARU RADIOATIVA: uma proposta de gamificação no *google forms* para o ensino de Química.

RECIFE

2022

ALANE CONCEIÇÃO LEITE E SILVA

MANDACARU RADIOATIVA: uma proposta de gamificação no *google forms* para o ensino de Química.

Monografia apresentada a coordenação do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Licenciado(a) em Química.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Silva Leite.

RECIFE

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S586m Silva, Alane Conceição Leite e
Mandacaru radioativa: uma proposta de gamificação no google forms para o ensino de química / Alane Conceição Leite e Silva. - 2022.
80 f. : il.
- Orientador: Bruno Silva Leite.
Inclui referências e apêndice(s).
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Licenciatura em Química, Recife, 2022.
1. Ensino de química. 2. Gamificação. 3. Radioatividade. 4. Aprendizagem tecnológica ativa. I. Leite, Bruno Silva, orient. II. Título

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

FOLHA DE APROVAÇÃO

ALANE CONCEIÇÃO LEITE E SILVA

MANDACARU RADIOATIVA: uma proposta de gamificação no *google forms* para o ensino de Química.

Aprovado em: 10 de Outubro de 2022.

Banca Examinadora

Bruno Silva Leite – Orientador

Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

Hawbertt Rocha Costa – 1º avaliador

Universidade Federal do Maranhão - UFMA

Antonio Inácio Diniz Júnior – 2º avaliador

Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

Dedico este trabalho à minha querida mãe por seu incondicional amor e por não medir esforços para que este sonho um dia fosse realidade.

AGRADECIMENTOS

É com muita alegria e lágrimas nos olhos que agradeço primeiramente a Deus, por sempre me dar forças para continuar mesmo quando tudo parecia impossível, por seu amor infinito e por sua graça abundante.

Agradeço à minha mãe, por todo esforço, apoio, e torcida em todos os momentos, e por sempre acreditar que eu seria capaz.

Agradeço ao meu orientador Prof^o Dr. Bruno Silva Leite, por toda paciência, dedicação e contribuições. Obrigada por todos os ensinamentos que me fizeram progredir como profissional e que sem dúvidas foram essenciais para a realização deste trabalho.

Agradeço ao grupo LEUTEQ pela colaboração no desenvolvimento da pesquisa.

Agradeço ao meu noivo Junior, por todo apoio, incentivo, torcida e palavras de conforto nos momentos em que desistir tornava-se uma opção.

Agradeço aos meus amigos: Jasmine, Brenda, Bibias, Ray, Seve, Hélder e Rebeca por todo apoio, nervosismos conjuntos, choros, e risos que ficaram guardados em minha memória.

Agradeço a minha tia Vanda, por sempre insistir e investir em seus sobrinhos acreditando sempre que a educação transforma.

Agradeço ao professor Luiz Paulo Alves dos Santos por ter-me cedido suas aulas para aplicação da pesquisa, por toda paciência e por toda colaboração para o seu desenvolvimento.

Por fim, agradeço a todos que contribuíram direta e indiretamente na minha formação. Sem vocês, nada disso seria possível.

Meu muito obrigada!

“Na vida, não existe nada a se temer, apenas a ser compreendido”.

(Marie Curie)

RESUMO

O ensino de Química, por vezes, é visto como muito complexo pelos estudantes. No que diz respeito ao ensino de Radioatividade, observa-se um déficit ainda maior, visto que, é um conteúdo que geralmente está presente no fim dos livros, ocasionando a não disponibilidade para a utilização da temática em sala de aula. Nesse sentido, utilizar-se de metodologias diferenciadas para que o processo de ensino e aprendizagem seja mais efetivo pode ser uma alternativa. Uma das alternativas pode ser a gamificação. A gamificação se enquadra como uma metodologia ativa e é utilizada no meio educacional para promover maior motivação, participação e engajamento nos estudantes. A partir disso, o objetivo deste trabalho foi de construir uma atividade gamificada para o conteúdo de Radioatividade contextualizado para Ensino Médio. Para isso, foi realizada uma pesquisa de natureza qualitativa em quatro etapas. Na primeira etapa foi realizada uma revisão bibliográfica abrangendo os principais aspectos acerca dos trabalhos sobre gamificação no ensino de Química. A segunda etapa consistiu na construção da Atividade Gamificada (AG) com base na revisão bibliográfica. Na terceira etapa foi realizada a aplicação da AG em turmas do Ensino Médio. E, na quarta etapa foi realizada a análise das percepções dos estudantes sobre a AG. A coleta dos dados foi realizada através de questionários, entrevistas e observações do tipo simples e, a análise dos dados foi realizada a partir da Aprendizagem Tecnológica Ativa (ATA), Taxonomia de Bloom Revisada, e dos pressupostos da gamificação. Os resultados mostram que apenas oito artigos discutiam sobre a gamificação no ensino de Química e que apenas um artigo envolvia o conteúdo da radioatividade e gamificação. Além disto, na análise dos artigos foram observados os principais elementos dos *games* utilizados que contribuíram na construção da proposta gamificada intitulada “Mandacaru Radioativa”. Em relação aos resultados obtidos através da aplicação da atividade identificou-se que a gamificação pode influenciar diretamente na aprendizagem efetiva dos estudantes, uma vez que, promoveu maior participação, engajamento e autonomia dos participantes, sendo uma das principais características a serem obtidas através da ATA vinculada à gamificação. Com isso acredita-se que esse tipo de atividade pode ser utilizada não só em salas de aulas físicas, mas em qualquer lugar e a qualquer momento, necessitando apenas de acesso à internet, o que sugere sua potencialidade em contribuir para um ensino ativo dos estudantes, ampliando suas percepções acerca do ensino de Química.

Palavras chaves: Ensino de química. Gamificação. Radioatividade. Aprendizagem tecnológica ativa.

ABSTRACT

The teaching of Chemistry is sometimes seen as very complex by students. Regarding the teaching of Radioactivity, there is an even greater deficit, since it is a content that is usually present at the end of the books, causing the unavailability to use the theme in the classroom. In this sense, using different methodologies so that the teaching and learning process is more effective can be an alternative. One of the alternatives can be gamification. Gamification fits as an active methodology and is used in the educational environment to promote greater motivation, participation and engagement in students. From this, the objective of this work was to build a gamified activity for the content of Radioactivity contextualized for High School. For this, qualitative research was carried out in four stages. In the first stage, a bibliographic review was carried out covering the main aspects about the work on gamification in the teaching of Chemistry. The second stage consisted in the construction of the Gamified Activity (GA) based on the literature review. In the third stage, the application of AG was carried out in high school classes. And, in the fourth stage, the analysis of students' perceptions about AG was carried out. Data collection was carried out through questionnaires, interviews and simple observations, and data analysis was performed based on Active Technological Learning (ATA), Revised Bloom's Taxonomy, and gamification assumptions. The results show that only eight articles discussed gamification in Chemistry teaching and that only one article involved the content of radioactivity and gamification. In addition, in the analysis of the articles, the main elements of the games used that contributed to the construction of the gamified proposal entitled "Mandacaru Radioativa" were observed. Regarding the results obtained through the application of the activity, it was identified that gamification can directly influence the effective learning of students, since it promoted greater participation, engagement and autonomy of the participants, being one of the main characteristics to be obtained through the ATA linked to gamification. With this, it is believed that this type of activity can be used not only in physical classrooms, but anywhere and at any time, requiring only internet access, which suggests its potential to contribute to an active teaching of students, expanding their perceptions about the teaching of Chemistry.

Keywords: Chemistry teaching. Gamification. Radioactivity. Active technological learning.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	10
1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
1.1 Tecnologias digitais na educação.....	14
1.2 Metodologias Ativas	16
1.3 Aprendizagem Tecnológica Ativa.....	19
1.4 Jogos na Educação e a Gamificação.....	20
1.4.1 Gamificação	23
1.5 Utilização do <i>Google Forms</i> na Educação.....	26
1.6 Radioatividade no ensino de Química	27
2. METODOLOGIA.....	30
2.1 Local e sujeitos da pesquisa	30
2.2 Etapas da pesquisa.....	31
2.2.1 Etapa 1 - Revisão bibliográfica	31
2.2.2 Etapa 2 - Elaboração da Atividade Gamificada	32
2.2.3 Etapa 3 - Aplicação da AG	34
2.2.3 Etapa 4 – Análise das percepções dos estudantes sobre a AG	35
2.3 Instrumentos para coleta de dados	35
2.4 Análise dos dados.....	37
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	40
3.1 Análise de trabalhos que apresentam pressupostos da gamificação no ensino de Química	40
3.2 A Usina Mandacaru Radioativa gamificada: sua construção.....	44
3.2.1 Gamificando a Usina	45
3.2.1.1 <i>Narrativa</i>	46
3.2.1.2 <i>Avatar</i>	46
3.2.1.3 <i>Regras</i>	46
3.2.1.4 <i>Desafios</i>	48
3.2.1.5 <i>Progressões</i>	51
3.2.1.6 <i>Avaliação</i>	51
3.2.1.7 <i>Possibilidade de recuperação</i>	52
3.2.1.8 <i>Recompensa</i>	52
3.3 Mandacaru Radioativa: sobre a utilização	54
3.3.1 A aplicação da Mandacaru Radioativa	55
3.3.2 Resultados da aplicação da AG.....	58
3.4 Análise das percepções dos estudantes sobre a AG	63
3.4.1 Resultados da aplicação do questionário avaliativo	63

3.4.2 Resultados da entrevista	67
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	71
REFERÊNCIAS	73
APÊNDICE A	79

INTRODUÇÃO

Com o desenvolver das tecnologias, as salas de aulas, em alguns casos, tomaram novos rumos possibilitando mudanças significativas na educação, proporcionando novas formas de aprendizagem através de salas de aula online, novos recursos para aprendizagem e possibilidades de interação. A utilização das tecnologias no meio educacional tem possibilitado novas formas de ensino que têm permitido uma aprendizagem de qualidade, mas vale salientar que, o uso das tecnologias educacionais ou das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) na educação por si só não são consideradas novas práticas pedagógicas, pelo contrário, se não utilizadas de forma correta, não irão produzir nada novo (LEITE, 2015). Dessa forma, o desenvolvimento de recursos e estratégias metodológicas e pedagógicas que se utilizem da inclusão das tecnologias digitais podem ser uma opção para o aprimoramento dos processos de ensino e aprendizagem.

Tendo isso em vista, uma possibilidade é utilizar-se das chamadas metodologias ativas. Elas surgem como um meio de proporcionar um melhor resultado no que diz respeito à aprendizagem do estudante, possibilitando que ele se torne autor de seu aprendizado, e caracterizando-se como uma prática diferenciada quando interligada às tecnologias digitais. Segundo Leite (2022), a relação entre o uso de metodologias ativas com tecnologias digitais é explicada pelo modelo da Aprendizagem Tecnológica Ativa (ATA), pois infere que o estudante tenha controle sob seu aprendizado, onde paralelamente o professor passa a ser um orientador/mediador. Para Lopes (2021) a utilização das metodologias ativas juntamente com tecnologias adequadas traz maior participação dos alunos e dos professores, tendo em vista o protagonismo dos estudantes em seus aprendizados.

É neste sentido que as tecnologias ligadas às metodologias ativas de ensino podem trazer mudanças relevantes para a educação. De acordo com Leite (2020b, p. 3),

elas podem proporcionar facilidades no meio educacional se considerarmos que o uso de novas tecnologias pode contribuir para novas práticas pedagógicas desde que seja baseado em novas concepções de conhecimento, de estudante, de professor transformando uma série de elementos que compõem o processo de ensino e aprendizagem (LEITE, 2020b, p. 3).

Estas metodologias ativas podem ser norteadas por métodos inovadores, e que podem trazer resultados consideráveis, dentre eles temos: sala de aula invertida, aprendizagem baseada

em problemas, aprendizagem baseada em projetos, método de caso, avaliação por pares (*peer instruction*), *design thinking*, aprendizagem baseada em *games*¹ e gamificação (LEITE, 2017).

A gamificação, objeto de estudo desta pesquisa, é uma das metodologias ativas que tem se destacado gradativamente no âmbito educacional. Segundo Leite (2017, p. 3) “quando se fala em gamificar a aprendizagem, busca-se incorporar elementos presentes nos jogos em uma dinâmica na sala de aula, com a participação ativa do aluno, proporcionando o desenvolvimento de determinadas habilidades e comportamento”. Considerando isso, a gamificação pode ser uma boa aliada para auxiliar o ensino de Química, possibilitando um maior envolvimento e engajamento dos estudantes.

A Química é uma disciplina que, por muitas vezes, é vista como de difícil compreensão e que gera desconforto nos estudantes, pois é aplicada ainda de maneira tradicional em que o professor é o centro do processo de ensino e aprendizagem, e o aluno segue como co-autor, caracterizando o modelo educacional tradicionalista (ROCHA; VASCONCELOS, 2016). Freire (2006, p. 61) afirma que, no ensino tradicional, as relações entre os professores e alunos são “fundamentalmente narradoras e dissertadoras”, o que explica o desinteresse e as dificuldades encontradas pelos alunos em alinhar os conteúdos. Isso advém da deficiência na formação dos professores para a utilização de diferentes metodologias, pois apresentam falta em conhecimentos e habilidades necessárias para uma aprendizagem efetiva. Além disso, também são apontadas algumas áreas da Química as quais os docentes apresentam déficits de desenvolvimento, como por exemplo, a Química Nuclear ou Radioatividade. (ARRUDA *et al.* 2018; SILVA; CAMPOS; ALMEIDA, 2013).

Ainda hoje a abordagem dos conhecimentos acerca da Química Nuclear, mais conhecido como Radioatividade, no Ensino Médio, é apresentado de forma superficial e abstrata, sem aprofundamento dos conceitos e que faz com que os alunos precisem correlacionar o macro com o micro através apenas de fórmulas e representações, fazendo-se necessário o uso de ferramentas que possibilitem um melhor aprendizado. As orientações nacionais curriculares para o ensino médio direcionam para que, a abordagem do conhecimento químico seja atualizada e que contemple uma construção contínua dos conteúdos, podendo eles serem contextualizados através de temáticas que englobam meio ambiente e cotidiano aliados ao conhecimento químico, como: energia nuclear, saúde, poluição, nanotecnologia, dentre outros

¹ Neste estudo, será utilizado o termo *games* como referência para jogos digitais.

(BRASIL, 2006), para a partir disso, tentar garantir o desenvolvimento de habilidades e competências nos estudantes durante sua formação (BRASIL, 2006).

Levando isso em consideração, uma possibilidade para auxiliar o ensino de radioatividade é contextualizá-lo, já que é um conteúdo que professores apresentam dificuldades para trabalhar e é sempre deixado de lado o “seu contexto histórico, social e científico, de extrema relevância para a compreensão mais ampla e crítica do conteúdo por parte dos estudantes” (FERREIRA, 2019). O intuito da contextualização é para que o aluno consiga interligar melhor os conceitos que envolvem a radioatividade, uma vez que “uma das práticas mais comuns no ensino de Química tem sido aquela em que o professor apresenta definições e exemplos, seguidos de exercícios para a fixação do conteúdo” (LEITE, 2020c, p. 147) e, esse tipo de prática é baseado na utilização (quase exclusiva) de fórmulas, regras e nomenclaturas, que são consideradas o pavor entre os discentes, e acaba ocasionando sua desmotivação aos estudos e dificultando a aprendizagem (LEITE, 2020c). Tendo isso em vista, utilizar a temática energia nuclear pode configurar-se como uma alternativa para o ensino deste conteúdo.

Dessa forma, com base nas dificuldades apontadas em torno da aplicação do conteúdo de radioatividade, a questão norteadora desta pesquisa indaga se: *É possível estruturar o ensino da Química Nuclear através da utilização da gamificação vinculada à Aprendizagem Tecnológica Ativa?*

Por conseguinte, para responder esta pergunta de pesquisa o presente trabalho traz consigo o objetivo geral de construir uma AG para o ensino de radioatividade, sendo aplicada no Ensino Médio, com a utilização da ferramenta *Google Forms*. Para isso, como primeiro objetivo específico foi realizada uma revisão bibliográfica sobre os princípios fundamentais (teóricos e práticos) para a elaboração e utilização da gamificação no ensino de Química. Tendo como base a revisão bibliográfica construída, o segundo objetivo específico foi de realizar a construção da AG considerando os elementos mais utilizados na gamificação. A partir disso, o terceiro objetivo específico consistia na aplicação da AG a estudantes do 3º ano do ensino médio. Como quarto objetivo, buscou-se analisar as percepções dos estudantes acerca da utilização de uma atividade gamificada com base nos pressupostos da Taxonomia de Bloom Revisada (TBR) e do modelo ATA.

Este trabalho foi realizado visando a criação de um recurso para contribuir no ensino de Química e, cabe ressaltar que a proposta apresenta originalidade, pois até o presente momento

nenhum trabalho utilizou-se do *Google Forms* como ferramenta para a gamificação no ensino de Química, o que pode demonstrar sua potencialidade nos processos de ensino e aprendizagem.

O trabalho está dividido em: abordagem dos princípios teóricos que fundamentam o uso das tecnologias digitais na educação, dos jogos e da gamificação na educação, do *google forms*, e da radioatividade na educação, respectivamente. Além disso, destaca-se a metodologia, onde mostra-se a linha de pesquisa utilizada, os sujeitos da pesquisa, local, o planejamento da prática pedagógica, e as informações a respeito da coleta dos dados. Por conseguinte, os resultados e contribuições obtidos descritos e analisados. As conclusões sobre o uso da gamificação no ensino de Química. As referências utilizadas, e o anexo que corresponde ao plano de aplicação elaborado e utilizado.

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 Tecnologias digitais na educação

As tecnologias digitais vêm sendo inseridas na sociedade de forma crescente. Segundo Silva *et al.* (2018, p. 781) os

aparelhos tecnológicos móveis, principalmente os celulares/smartphones, aos poucos, têm dominado o mercado e adentrado na maioria dos lares, sendo este um exemplo vivo de como o mundo tecnológico tem transformado/influenciado novos hábitos na sociedade contemporânea (SILVA *et al.*, 2018, p. 781).

Levando isso em consideração, o contexto social atual tem possibilitado o acesso à informação, estando à disposição da sociedade com muita rapidez, sendo vinculada no exato momento dos fatos por meios cada vez mais avançados, fazendo com que sua propagação seja ainda maior (LOVATO *et al.* 2018). Esse desenvolvimento das tecnologias tem possibilitado um avanço não só na sociedade, mas também na educação. Segundo o Leite (2020b), as TDIC trazem consigo para o meio educacional possibilidades de modificar significativamente a forma como lidamos, interagimos, e nos comunicamos. Mas, ainda de acordo com o autor, é necessário entender que se não utilizadas corretamente podem trazer resultados negativos ou positivos, pois dependem da forma de como os alunos as recebem, e de como os professores as propõem.

Em vista disso, leva-se em consideração a formação adequada dos professores referente a adoção de práticas pedagógicas que incluam as TDIC. Já que, o uso da tecnologia tem se tornado útil no processo de ensino e aprendizagem, o professor torna-se essencial na construção do desenvolvimento reflexivo dos estudantes e por essa razão, ele tem livre arbítrio para a incorporação de tecnologias em suas aulas, pois é ele quem definirá como será a utilização, a metodologia adequada, e os caminhos a serem percorridos pelo aluno para uma aprendizagem efetiva (LEITE, 2021; PAULA; SOUZA, 2020; LEITE, 2020b).

De modo geral, o uso de tecnologias em aulas traz consigo algumas vantagens, dentre elas está a “possibilidade de estabelecer a personalização, como uma metodologia de aprendizado, pois computadores, *tablets*, *smartphones* etc., podem responder aos interesses e dificuldades que particularmente cada estudante tem” (LEITE, 2020b, p. 4). Dessa maneira, os trabalhos interativos com o uso de tecnologias podem ser vistos como uma maneira dinâmica que proporciona a participação ativa do estudante na aprendizagem, por meio de trabalhos coletivos, ou individuais propostos pelo mediador (ARRUDA, *et al.*, 2018).

Diante disso, no cenário atual (pandemia do COVID-19) em que ainda se está retornando ao “normal” com a retomada das atividades escolares, grande parte dos(as) professores(as) do país, bem como do mundo, precisaram se adaptar e adotar um modelo de educação *on-line*, modelo esse que até então era incomum (PAULA; SOUZA, 2020), e que é ainda mais difícil de ser implantado para o ensino das Ciências. Para Paula e Souza (2020, p. 4),

as mais diversas redes sociais como o *Whatsapp*, o *Youtube*, o *Facebook* e plataformas educacionais como o *Google Sala de Aula*, *Plurall* entre outras, tornaram-se meios para os professores compartilharem vídeos, imagens, *links*, no intuito de garantir a continuação do processo de ensino-aprendizagem mesmo no espaço não escolar (PAULA; SOUZA, 2020, p. 4).

Para além desses exemplos de redes sociais e plataformas, também existe o *Google Forms* que é uma das ferramentas mais utilizadas para avaliações, questionários e coleta de dados em disciplinas acadêmicas (PAULA; SOUZA, 2020). Essas ferramentas, de acordo com suas funções, podem auxiliar diretamente o dinamismo durante as atividades a serem realizadas. Consequentemente, é considerável que, acatar tecnologias digitais para o uso no ensino de Química pode auxiliar na superação de dificuldades recorrentes nos processos de ensino e aprendizagem (PAULETTI *et. al.*, 2017). Ainda segundo Pauletti e colaboradores (2017), o ensino de Química ainda é muito caracterizado “por conceitualizações complexas e impossíveis de visualização a olho nu” (PAULETTI *et. al.*, 2017, p. 146), e a utilização de recursos digitais é essencial para que os estudantes possam compreender os fenômenos com mais profundidade (PAULETTI *et. al.*, 2017).

Alguns estudos mostram que a utilização de tecnologias digitais no ensino de Química pode trazer bons resultados para a aprendizagem dos estudantes (SILVA *et al.*, 2017; LEITE, 2020). Em seus trabalhos, Silva *et al.* (2017) e Leite (2020), fazem uso da plataforma *Kahoot!* como ferramenta potencializadora para o ensino de Química. A *Kahoot!* é uma plataforma de *Quizzes* que se baseia em perguntas e respostas, e que possibilita a professores e alunos que criem, pesquisem, colaborem e compartilhem informações baseadas nos conteúdos em questão (LEITE, 2020). Equiparando, Pereira e Ferreira (2017) utilizaram-se da ferramenta *QRcode* como potencializadora também para o ensino de Química em uma disciplina. Ambos os trabalhos apontaram que, o uso destas tecnologias pode facilitar o processo de aprendizagem estimulando os estudantes. E então, entende-se que diversificando os espaços e maneiras de construção do conhecimento, as tecnologias podem ser facilitadoras na relação entre a sociedade e escola/universidade (LEITE, 2020). Mas não é apenas usar as tecnologias digitais

no ensino de Química, é necessário pensar também em quais metodologias podem ser utilizadas. Assim, discutir sobre as metodologias de ensino, especialmente, metodologias ativas, se faz necessário para uma prática pedagógica diferenciada e um processo de ensino mais participativo.

1.2 Metodologias Ativas

O ensino tradicional é embasado na centralidade do professor que apenas expõe as aulas de conteúdo pronto, e o aluno é apenas o ouvinte, em que dificilmente são atingidas e identificadas suas necessidades de aprendizagem (KFOURI, *et al.*, 2019). Entretanto, nos últimos anos, o número de pesquisas relacionadas às metodologias ativas nas mais diversas áreas do conhecimento tem aumentado gradativamente (LEITE, 2018).

Os estudos envolvendo as metodologias ativas têm buscado analisar e auxiliar os processos de ensino e aprendizagem visando a quebra do ensino tradicional. Para conceituar essas metodologias, em alguns trabalhos são encontradas definições acerca das metodologias ativas, dentre elas, “que a metodologia ativa consiste em tirar o foco da transferência de informações, estimulando a busca por conhecimento de forma autônoma” (LEITE, 2018, p. 586). Berbel (2011, p. 29) conceitua que nas metodologias ativas “o professor atua como facilitador ou orientador para que o estudante faça pesquisas, reflita e decida por ele mesmo, o que fazer para atingir os objetivos estabelecidos”. Já Lovato e colaboradores (2018, p. 158) apontam que o “aluno é o protagonista central, enquanto os professores são mediadores ou facilitadores do processo” e por consequência, no método ativo, os alunos “passam a ser compreendidos como sujeitos históricos e, portanto, a assumir um papel ativo na aprendizagem, posto que têm suas experiências, saberes e opiniões valorizadas como ponto de partida para construção do conhecimento” (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017, p. 271).

Valente, Almeida e Geraldini (2017, p. 463) entendem que as metodologias ativas, pelo fato de serem consideradas ativas, se baseiam na “aplicação de práticas pedagógicas para envolver os alunos, engajá-los em atividades práticas, nas quais eles são protagonistas da sua aprendizagem”. Por consequência, “as metodologias ativas podem ser entendidas como um sequenciamento de atividades, estratégias ou abordagens que orienta o "passo a passo" visando a promoção de aprendizagens” (CLEOPHAS, 2020, p. 83).

Segundo Kfourri e colaboradores (2019) as metodologias ativas trazem consigo princípios da Escola Nova, onde seus pressupostos baseiam-se na centralidade do aluno e mediação do professor, desconstruindo o tradicionalismo. Ainda segundo os autores, a Escola Nova “reivindica uma metodologia capaz de considerar a individualidade e as necessidades de aprendizagem de cada educando, pois cada aluno possui características de aprendizagem diferentes” (KFOURI, *et al.*, 2019, p. 133), o que possibilita que uma aprendizagem seja mais efetiva. A partir disso, justifica-se então que as pessoas aprendem de forma mais positiva quando participam ativamente, possuindo autonomia em tomadas de decisões e resoluções de problemas, colocando em prática seus conhecimentos, podendo compará-los (Figura 1), pois “quando o aluno lê, escreve, questiona, discute, resolve problemas, ele se envolve ativamente no processo de aprendizagem” (LEITE, 2018, p. 584). Diferentemente da aprendizagem passiva, em que os alunos apenas aprendem do que leem, escutam e veem, sem questionar ou discutir (Figura 1).

Figura 1. Pirâmide da aprendizagem.



Fonte: Leite (2018, p. 585).

Sendo assim, independentemente de como se caracteriza ou define a aprendizagem, ela acontecerá em função da ação do sujeito, em interação com o meio, no caso, o conhecimento (VALENTE; ALMEIDA; GERALDINI, 2017). Ainda segundo Valente, Almeida e Geraldini (2017), a aprendizagem

quer ela se restrinja à memorização de informação, quer seja mais complexa, envolvendo a construção de conhecimento, o aprendiz tem que ser ativo, realizando atividades mentais, para que essa aprendizagem aconteça (VALENTE; ALMEIDA; GERALDINI, 2017, p. 464).

Nesse contexto, o docente que se utiliza das metodologias ativas passa a ter a função de orientar o processo de aquisição do conhecimento e estimular a crítica e a reflexão, bem como o estudante passa a ser o principal agente de seu aprendizado (FARIAS; MARTIN; CRISTO, 2014; LEITE, 2018). Para isso, faz-se necessário, “que durante a formação de professores, esteja inserido nas disciplinas o conhecimento acerca de metodologias diferenciadas de ensino” (ANDRADE *et al.*, 2021, p. 748). Dentre tantas propostas que podem ser utilizadas pelos docentes que apresentam princípios das metodologias ativas, algumas podem ser citadas: sala de aula invertida, método do caso, *games* ou gamificação, Instrução por Pares (*Peer Instruction*), *Design Thinking*, aprendizagem baseada em problemas ou projetos (LEITE, 2018). Desse modo, subentende-se a necessidade da implementação de metodologias que tenham foco no estudante para que sua aprendizagem seja de qualidade.

Existem alguns estudos que buscam analisar o uso das metodologias ativas no ensino de Química, dentre eles se pode citar o trabalho realizado por Andrade *et. al* (2021). Os autores realizaram um trabalho acerca do uso das metodologias ativas como uma abordagem do conteúdo de ligações químicas. Foi executado um plano de aula nos quais os alunos tiveram que desenvolver habilidades e métodos ativos para suas aprendizagens, envolvendo capacidades de argumentação, explicação, criatividade, trabalho em equipe, e participação a partir da mediação de alguns professores responsáveis pela abordagem e pela disciplina. Essa pesquisa mostrou resultados positivos quanto a aprendizagem ativa dos alunos, em que a participação deles sucedeu-se de forma efetiva, e favoreceu o ensino e aquisição do conteúdo em questão.

Outro exemplo é o trabalho realizado por Dumont, Carvalho e Neves (2016). Os autores realizaram um trabalho sobre o uso do *Peer Instruction* como proposta de metodologia ativa no ensino do conteúdo de estequiometria. A pesquisa foi realizada em duas aulas, onde os estudantes realizaram um estudo prévio dos conteúdos a serem abordados antes de cada aula, respondiam às questões problematizadoras através do conteúdo abordado, agindo ativamente no processo de aprendizagem, e a partir a utilização do *Peer Instruction* foi demonstrado pelos alunos entusiasmo, participação, curiosidade e motivação, os pontos fortes buscados no uso de metodologias ativas. Esse estudo, segundo os autores, demonstrou-se adequado para o ensino de Química, uma vez que, permitiu aos alunos uma aprendizagem ativa, e a elucidação de conceitos importantes e subjacentes.

Assim, de maneira preponderante conjectura-se que as metodologias ativas apresentam características positivas quanto à aprendizagem dos estudantes, e possibilitam a formação de

docentes e discentes mais reflexivos, e com poder crítico sobre suas ações, e autonomia do processo de ensino e aprendizagem.

1.3 Aprendizagem Tecnológica Ativa

O modelo de Aprendizagem Tecnológica Ativa (ATA) foi proposto por Leite (2018) e descreve a relação entre o uso de metodologias ativas com tecnologias digitais, sugerindo que o discente tenha total controle sob seu aprendizado, tendo acesso a conteúdos digitais não somente em salas de aula, mas em qualquer lugar (LEITE, 2020b). Este modelo tem base estrutural conceitual fundamentada em referências construtivistas, construcionistas e conectivistas, sendo essas abordagens baseadas em Piaget (2006), Papert (1986) e Siemens (2004) respectivamente.

Esse modelo visa “promover uma escola atrativa, reflexiva e humanista, capaz de construir novas atitudes, ações e colaboração entre os estudantes” (ALVES; RIBEIRO, 2020, p. 306), além de uma aprendizagem significativa em que o aluno atua como diretamente ativo na construção de seu saber (ALVES; RIBEIRO, 2020).

Levando isso em consideração, para Leite (2018, 2020, 2021) o modelo da ATA apresenta cinco pilares que caracterizam seu percurso metodológico:

1º pilar - papel do docente: atua como orientador do conhecimento. Deve auxiliar os alunos nas tomadas de decisões, e reflexões sobre.

2º pilar - protagonismo do estudante: atua com autonomia sob o conhecimento que será adquirido. Colocando-o assim, em ação.

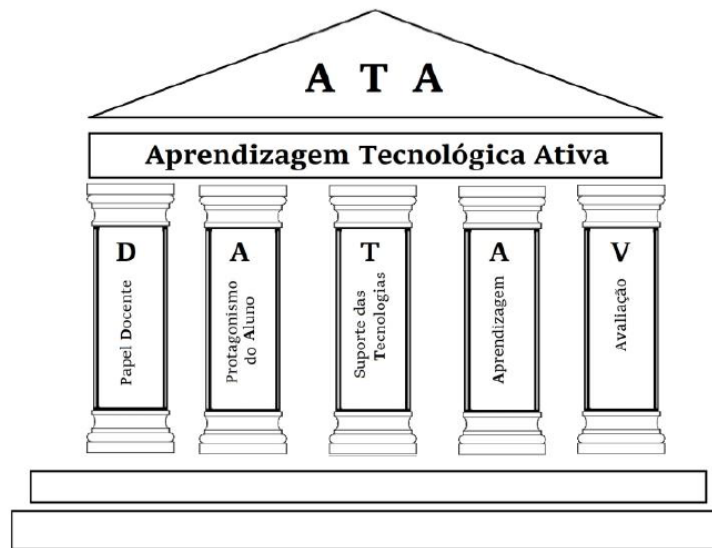
3º pilar - suporte das tecnologias: corresponde a escolha de bons e coerentes recursos tecnológicos.

4º pilar - aprendizagem: corresponde as várias formas de aprendizagem (trabalho em grupo, individual, colaborativo, entre outras formas).

5º pilar - avaliação: pode ocorrer formalmente, ou informalmente. Podendo ser dos tipos: diagnóstica, formativa, somativa, autoavaliação, entre outros tipos.

Resumidamente, “cada pilar apresenta um grau de importância para a constituição de uma aprendizagem tecnológica ativa e são denominados de DATAV” (LEITE, 2018) como mostrados na Figura 2.

Figura 2: Os 5 pilares da aprendizagem tecnológica ativa.



Fonte: LEITE (2018, p. 589).

Desse modo, estes pilares sintetizam a forma de como a ATA é organizada, e como podem promover mudanças consideráveis entre as relações professor-aluno. Verifica-se que,

quando o professor utiliza as tecnologias digitais incorporadas às metodologias ativas com seus estudantes, ele pode ensinar estes a selecionarem, analisarem, criticarem, compararem, avaliarem, sintetizarem, comunicarem e informarem, e estas são ações que possibilitam a promoção de uma aprendizagem tecnológica ativa na educação (LEITE, 2021, p. 62).

É interessante notar que a aprendizagem tecnológica ativa também corresponde a caminhos para uma aprendizagem centrada nos estudantes, garantindo-lhes independência, e permitindo que o professor acompanhe seus processos de construção de conhecimento (LEITE, 2020).

1.4 Jogos na Educação e a Gamificação

Os jogos foram inseridos no meio educacional por volta do século XVI, em que eram utilizados como elemento educativo na forma de diversão ou de exercícios (CUNHA, 2012; SILVA *et. al.*, 2018). É difícil denotar uma definição concreta do jogo, pois pode apresentar várias maneiras de entendimento (OLIVEIRA; SOARES, 2005). Todavia, uma definição que pode ser colocada em destaque é de que um jogo é

uma atividade ou ocupação voluntária, exercida dentro de certos e determinados limites de tempo e de espaço, segundo regras livremente

consentidas, mas absolutamente obrigatórias, dotado de um fim em si mesmo, acompanhado de um sentimento de tensão e de alegria e de uma consciência de ser diferente da vida cotidiana (HUIZINGA, 1980 *apud* OLIVEIRA; SOARES, 2005, p. 19).

Assim, com a inserção dos jogos no meio educacional Soares (2008) busca definir um jogo educativo como

o resultado de interações lingüísticas diversas em termos de características e ações lúdicas, ou seja, atividades lúdicas que implicam no prazer, no divertimento, na liberdade e na voluntariedade, que contenham um sistema de regras claras e explícitas e que tenham um lugar delimitado onde possa agir: um espaço ou um brinquedo (SOARES, 2008, s/p).

O autor explica que a atividade lúdica pode ser delineada como apenas uma ação que provoca divertimento nos participantes, onde a brincadeira passa a ser a entrada do jogador na atividade lúdica e o brinquedo se caracteriza por ser o objeto de ação do participante (o local que será realizado o jogo) (SOARES, 2008).

As atividades lúdicas podem ser delineadas como ações que levam ao divertimento e prazer daquele que as realiza (SOARES, 2008). Para Kishimoto (1996) os jogos considerados educativos apresentam duas funções, sendo elas:

- ✓ função lúdica (pelo divertimento, e prazer) e;
- ✓ função educativa (ensina-se através das propriedades do jogo).

Segundo Soares (2008, s/p) "o equilíbrio entre as duas funções citadas é o objetivo do jogo educativo", pois seria o "aprendizado de forma lúdica" (OLIVEIRA; SOARES, 2005, p.19). Por isso, de acordo com Cunha (2012), por vezes para algumas pessoas os jogos educativos entram em contradição no que diz respeito a seriedade que é dada à educação, não sendo possível conciliar com as características dos jogos. Entretanto, para que haja a validação do jogo como instrumento para a promoção da aprendizagem, no ensino, os jogos devem ser atividades bem planejadas pelo professor para que não deixem de serem tarefas sérias e implicadas diretamente ao aluno, mas que, de toda forma não deixem de serem lúdicas e apoiadas na liberdade que um jogo pode propor (CUNHA, 2012).

Na educação os jogos se mostram benéficos, pois a partir do desafio proposto o aluno tem a motivação para sua realização, possibilitando o desenvolvimento de estratégias para resolver o problema, podendo ele realizar uma autoavaliação das decisões tomadas (senso crítico), com a familiarização de termos e conceitos utilizados no jogo (SANTOS; MICHEL, 2009). Ainda segundo Santos e Michel (2009, p. 179), "do ponto de vista do professor, os jogos

permitem identificar erros de aprendizagem e atitudes e dificuldades dos alunos”. Além disso, Ghensev (2010) descreve que com desenvolvimento das tecnologias os jogos puderam também ser inseridos no mundo digital, que em decorrência, surgiu uma nova categoria de jogos, denominada jogos digitais, em que neste estudo será chamado de *games*, uma vez que os participantes se utilizam de ferramentas tecnológicas para o desenvolvimento do jogo.

O desenvolvimento dos *games* iniciou na década de 50, evoluindo ao longo dos anos adaptando-se aos usuários e respectivas tecnologias avançadas, onde pode-se citar como exemplo de um dos primeiros a serem vendidos comercialmente e que obteve sucesso, o *Space Invaders*, criado em 1979 (ARAÚJO; CARVALHO, 2018; GHENSEV, 2010). Esses tipos de jogos digitais além de apresentarem características lúdicas, neles observam-se características ficcionais e imersivas (GHENSEV, 2010), que em sua essência conseguem propiciar ao jogador experiências e sensações através dos sentidos (tato, percepção visual e auditiva).

A utilização de todo jogo, inclusive dos *games*, baseia-se principalmente na participação ativa do jogador, tendo como diferenças dos demais tipos de jogos a interatividade (posicionamento do usuário) e a imersão (envolvimento do usuário), sendo ambas propriedades diretas da comunicação digital (SANTELLA, 2004). Nesse sentido, seu uso no meio educacional tende a ser uma proposta plausível, pois pode auxiliar na centralidade do aluno, fazendo com que ele tenha autonomia de seu aprendizado e promovendo a ATA. Segundo Ghensev (2010, p. 9) “os *games* por meio da interatividade, de forma lúdica possibilitam aprender sobre um assunto a partir de sua inserção no contexto desse assunto (imersão), causando e recebendo “*feedback*” a cada ação que fizer (interação)”. Sendo assim, com o auxílio dos *games* a aprendizagem pode ser mais dinâmica e interativa, fazendo com que os aprendentes tenham que se desafiar cognitivamente para solucionarem problemas dentro dos jogos eletrônicos, o que contribui para o progresso do aluno através da fixação de vários conceitos simultaneamente, sendo possível a articulação da teoria com a prática (ALVES, 2008).

Dessa forma, os *games* se utilizam de elementos como regras, *feedbacks*, níveis, *design*, recompensas, competitividade, para promover a diversidade, interação e motivação na transposição de conceitos dos participantes (COSTA *et al.*, 2020, p. 425). Além disso, acredita-se que “o professor possa aproveitar o uso das tecnologias para estimular a posição ativa e reflexiva do aluno em sala de aula” (CARDOSO *et al.*, 2020, p. 1704).

No ensino de Química, há um número considerável de trabalhos relacionados ao uso dos *games* como ferramentas potencializadoras nos processos de ensino/aprendizagem, como

exemplo os seguintes trabalhos: Química Run (ALVES; SOUZA; SOUSA, 2016); Bingo Periódico (SOUZA; LOJA; PIRES, 2018); Quizmica – Radioatividade (SANTOS; LEITE, 2019); Em busca do Prêmio Nobel (DINIZ; SANTOS, 2019); *My Química Lab* (VIEIRA, 2020); *Quiz Molecular* (SILVA; LOJA; PIRES, 2020); e, o Memoráveis Nobéis de Química (LEITE, 2020). Estes estudos citados se mostraram colaborativos para o desenvolvimento do uso dos *games* nos processos de ensino/aprendizagem.

Seguindo a partir dos conceitos sobre os jogos, os *games* e como eles vêm sendo utilizados na educação pode-se introduzir reflexões sobre a gamificação.

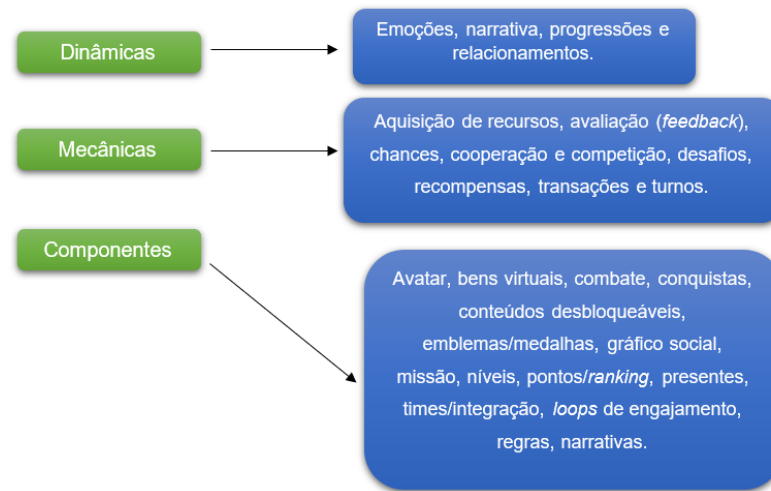
1.4.1 Gamificação

Em conformidade com Cardoso e Messeder (2021a) e Santos, Janke e Stracke (2020), percebeu-se que os elementos dos jogos como regras, *feedbacks*, objetivos, recompensas entre outros, poderiam ser utilizados em áreas distintas, como a área empresarial, possibilitando uma forma de motivação, colaboração e participação ativa do usuário. A partir disso, foi iniciada a exploração do potencial do uso desses elementos por grandes empresas, com o intuito de obter uma mão de obra mais ativa, possibilitando a geração de resultados melhores (CARDOSO; MESSEDER, 2021a).

Com o passar do tempo, surgiu a possibilidade de promover benefícios em outros setores implicando que esse método poderia também ser utilizado na educação, promovendo uma aprendizagem engajadora, atrativa, com ensino de conteúdos teóricos e práticos, permitindo uma maior interação entre os estudantes, contribuindo diretamente para a construção do conhecimento (CARDOSO; MESSEDER, 2021a). Nesse contexto, foram se originando conceitos em torno do que seria a utilização de elementos de jogos em ambientes diferentes de jogos, que hoje é a chamada gamificação.

A gamificação pode ser definida como a utilização de elementos dos jogos ou dos *games*, como mecânicas, dinâmicas e componentes fora dos ambientes dos jogos ou *games* (CLEOPHAS, 2020; LEITE, 2020; ROCHA; NETO, 2021). De acordo com Leite (2017), esses 3 elementos são primordiais para uma atividade gamificada, e se subdividem de acordo com a Figura 3:

Figura 3. Elementos para atividade gamificada.



Fonte: adaptado de Leite (2017).

De forma a sintetizar alguns desses elementos e levando-se em consideração que alguns se interligam e apresentam a mesma finalidade, Costa e Verdaux (2016) relatam que: a narrativa torna as situações mais palpáveis, aproximando o participante da atividade; o progresso é determinado a partir dos desafios enfrentados estimulando as emoções; as regras delimitam o sujeito; o uso de *feedbacks* possibilita uma assimilação mais efetiva do conhecimento; as recompensas estimulam a vontade de prosseguir; e o avatar insere o participante na atividade, assumindo o papel do personagem.

Desse modo, quando se fala em gamificar a aprendizagem, compreende-se que se refere a incorporação de elementos de jogos na atividade a ser realizada, fazendo com que o aluno participe ativamente, proporcionando o desenvolvimento de habilidades (LEITE, 2017). Nesse sentido, a gamificação na educação possibilita:

- a) *feedback* instantâneo; b) o aumento do comprometimento com a aprendizagem; c) maior controle sobre a aprendizagem; d) oportunidades para a resolução de problemas de forma colaborativa; e) refazer mais de uma vez a mesma tarefa quando o aluno erra, pois ele pode tentar de novo sem consequências negativas providas do professor ou dos colegas (LEITE, p. 3, 2017).

Destarte, gamificar uma atividade pode contribuir no desenvolvimento de competências e habilidades dos estudantes, tanto nos aspectos cognitivos, como a lógica, quanto nas emocionais, como a criatividade (NASCIMENTO *et al.*, 2022). “A gamificação no contexto educacional pode ser utilizada para propiciar o ensino de conteúdos complexos, com seriedade, ao permitir uma maior interação dos estudantes, contribuindo para a formação destes alunos”

(CARDOSO; MESSEDER, 2021a, p. 676). O desafio do professor então passa a ser o progresso da turma através da motivação, despertando o interesse dos educandos e aumentando seus interesses no aprendizado (LEITE, 2017; SANTOS; JANCKE; STRACKE, 2020; LOPES, 2021).

Consequentemente, “a gamificação tem potencial pedagógico por se aproximar da realidade dos alunos” (CARDOSO; MESSEDER, 2021a, p. 677). E, no ensino de Química não seria diferente. De acordo com Leite (2020, p. 149) “atividades gamificadas no ensino de Química podem ser utilizadas para ensinar conceitos transversais que abordam diversos assuntos e, muitas vezes, essas atividades são mais atraentes do que as abordagens tradicionais”.

Com base nisso, as análises realizadas no presente estudo puderam contribuir para afirmar que a gamificação no ensino de Química tem sido pouco utilizada, que são poucos trabalhos que estão publicados na literatura. Contudo, pode-se citar alguns trabalhos como os de Leite (2017), Silva *et. al.*, (2018), Santos, Janke e Stracke (2020) e Cleophas (2020) que inferem o uso da gamificação no ensino de Química e que trazem consigo resultados positivos quanto ao desenvolvimento dos alunos com relação aos conteúdos trabalhados.

A gamificação é uma proposta que se fundamenta como uma metodologia ativa, que quando aliada a um recurso tecnológico digital se enquadra no modelo da ATA, sendo utilizada como uma possibilidade de rompimento com o ensino tradicionalista (CARDOSO; MESSEDER, 2021a; CARDOSO; MESSEDER, 2021b; LEITE, 2020). Pode-se inferir que os estudos sobre a gamificação são recentes advindo da popularização dos *games* “e de todas as possibilidades inerentes da resolução e potencialização da aprendizagem dos indivíduos nas mais diferentes áreas do conhecimento” (CRUZ, *et. al.*, 2021, p. 14), fazendo com que sua inclusão nas salas de aula ainda esteja em desenvolvimento, mas que, pode ser classificada como uma metodologia pedagógica que chama a atenção dos estudantes no sentido de motivar o estudante para que ele possa se sentir interessado no conteúdo da aula (LOPES, 2021; LEITE, 2020; SANTOS; JANKE; STRACKE, 2020).

Portanto, tendo como base as orientações da ATA, observa-se que a gamificação é uma possibilidade considerável para obtenção de resultados assertivos nos processos de ensino/aprendizagem, devido a sua defasagem na utilização em salas de aula, trazendo a possibilidade de um maior engajamento e motivação dos alunos. Uma vez que, a gamificação é utilizada com o intuito de motivar a participação dos estudantes, envolvendo-os,

possibilitando características/sentimentos, e um maior engajamento com concentração durante a realização de uma atividade gamificada (LEITE, 2020; COSTA *et al.*, 2020; LOPES, 2021).

1.5 Utilização do *Google Forms* na Educação

Com o advento da pandemia do COVID-19, a educação como um todo precisou se adaptar a nova realidade. Diante disso, o professor foi o responsável por conciliar o uso das tecnologias para auxiliar nas aulas, tornando-se necessário se utilizar de ferramentas que diminuíssem o distanciamento entre professor-aluno, onde o *Google Forms* tornou-se um dos recursos mais utilizados nesse contexto.

O *Google Forms* é uma ferramenta que faz parte do pacote do *Google Drive* e a partir dele que é possível criar formulários como forma de coleta de dados, realização de pesquisas, em avaliações, e questionários objetivos ou subjetivos (MARTINS, 2020; PAULA; SOUZA, 2020). De acordo com Mathias e Sakai (2013, p. 7),

para todos os tipos de questões, há a possibilidade de tornar a(s) pergunta(s) obrigatória(s), de modo que o questionário só poderá ser enviado se todas as questões obrigatórias estiverem respondidas. O formulário construído pode ser disponibilizado através de um endereço eletrônico e, em quando preenchido pelos respondentes, as respostas aparecem imediatamente na página do *Google Forms* do usuário que os criou. Essa é uma das principais vantagens no seu uso à visualização dos dados coletados (MATHIAS; SAKAI, 2013, p. 7).

Além disso, é um aplicativo gratuito que pode ser utilizado de qualquer lugar, com apenas acesso à internet, um computador ou *smartphone* (PAULA; SOUZA, 2020; CRUZ *et al.* 2021). Desse modo, o *google forms* pode ser utilizado pelo aluno que realiza a atividade de forma autônoma, favorecendo os processos de ensino e aprendizagem (CRUZ *et al.* 2021).

Na educação, o *google* formulários é um significativo aliado do ensino, mas assim como todas as ferramentas que podem ser utilizadas no âmbito educacional, é necessário um planejamento para sua utilização por parte dos professores, já que, recursos como esse podem despertar o interesse dos alunos se desenvolvidos e inseridos em metodologias diferenciadas, como a gamificação.

Nesse contexto, no ensino de Química foi realizada uma pesquisa no *Google Acadêmico* sobre trabalhos que relacionam o uso do *google forms* e o número de trabalho resultantes dessa busca foi baixo, além de ser relacionado apenas como forma de avaliação de pesquisas. A título de ilustração, Cruz e colaboradores (2021), enfatizam a necessidade de propostas inovadoras

que se utilizem do *google forms* de formas diferenciadas e que aumentem o engajamento dos estudantes no processo de ensino/aprendizagem.

1.6 Radioatividade no ensino de Química

Por volta do final do século XIX início do século XX foram descobertos os raios-x e a radioatividade, e tais descobertas possibilitaram avanços revolucionários sob as teorias atomísticas (LIMA; PIMENTEL; AFONSO, 2011; FERREIRA, 2019; ARAÚJO *et. al.*, 2018). As pesquisas iniciais foram realizadas pelos cientistas a Antoine-Henri Becquerel (1852-1908), Marie Curie (1867-1934), Pierre Curie (1859-1906), e Ernest Rutherford (1871-1937), onde acumularam diversos prêmios Nobel para os mesmos, atestando assim suas potencialidades não só para o desenvolvimento da ciência, mas também da sociedade, especialmente na área da medicina onde até os dias de hoje são promovidos desenvolvimentos científicos e econômicos (LIMA; PIMENTEL; AFONSO, 2011; FERREIRA, 2019).

Atualmente, no ensino de Química, o conteúdo de radioatividade está presente no currículo do ensino médio (BRASIL, 1999), e ela é definida como a área do conhecimento que é voltada aos estudos dos elementos radioativos, podendo ser relacionada com questões históricas, com o conhecimento científico e com aplicações diretas na sociedade (FERREIRA, 2019). Ainda segundo o autor Ferreira (2019, p. 20),

este conteúdo é abordado com mais frequência nos livros do no 2º ano do Ensino Médio e muitas vezes no início do 3º ano, exige pré-requisitos necessários para a compreensão do tema, como por exemplo, noções da tabela periódica e suas particularidades, dos modelos atômicos, de partículas, de energia e de ondas (FERREIRA, 2019, p. 20).

Porém, no meio educacional, infelizmente observa-se um déficit por parte dos professores quanto ao trabalho com o conteúdo de radioatividade, principalmente durante o ensino médio, “pois na matriz curricular dos cursos superiores este conteúdo também não é trabalhado de forma clara e nem de forma direta em nenhuma das cinco grandes áreas da Química: Orgânica, Inorgânica, Analítica, Bioquímica, Físico-química” (OLIVEIRA; LEITE, 2021, p. 283). Uma das formas de melhor incluir este conteúdo nas aulas de Química é contextualizar os conceitos envolvidos na radioatividade, já que dessa maneira o estudante se aproxima mais das abstrações envolvidas no tema, permitindo uma aprendizagem mais significativa, sendo de grande “importância tratar as questões que envolvam a radioatividade no currículo escolar, buscando incentivar os estudantes a construir consciência e

responsabilidade para com o meio social em que vivem” (SANTOS *et al.*, 2017, p. 2), “fazê-lo entender a necessidade da compreensão deste tema” (FERREIRA, 2019, p. 19), “visto que os estudantes apresentam uma concepção de que essa disciplina é complexa, afirmando ser difícil compreender as fórmulas e teorias explicadas pelos professores” (ARAÚJO, 2018, p. 162).

Com base nisso, uma das aplicações que ganha grande destaque como utilização da radioatividade na sociedade é o uso da energia nuclear de átomos instáveis como combustível para o funcionamento de usinas nucleares para transformação em energia elétrica (FERREIRA, 2019). Segundo Ferreira (2019, p. 19-20),

as usinas termonucleares utilizam o calor liberado a partir da energia das reações nucleares para evaporar a água gerando vapor, que por sua vez gira as 20 turbinas acopladas aos geradores, produzindo energia mecânica, posteriormente convertida em energia elétrica nos geradores. Nesse cenário, o conteúdo de radioatividade ganha destaque especial, não só pelo seu caráter econômico mais sim, em um âmbito mais geral, por estabelecer uma visão crítica e reflexiva, por possibilitar a compreensão dos processos químicos relacionando as discussões com os perigos relacionados com acidentes e seus impactos ambientais (FERREIRA, 2019, p. 19-20).

Além disso, “os resíduos provenientes da reação de fissão nuclear destas substâncias devem ser armazenados em local apropriado, como recipientes de chumbo ou concreto, a fim de impedir que a radiação emitida por esses rejeitos possa prejudicar a população” (FERREIRA, 2019, p. 20), sendo esses conceitos necessários para o conhecimento acerca dos benefícios e malefícios que englobam o uso da radioatividade.

Esse contexto pode ser utilizado para o ensino da Química Nuclear, já que, é algo relativamente novo e por vezes desconhecido, o que despertará o interesse dos estudantes. Além disso, “quando se trata do tema radioatividade, sabe-se que este é um conteúdo importante e complexo, porém que gera muita polêmica, pois muitas tragédias envolvendo compostos radioativos foram assistidas e vivenciadas por pessoas de todo o mundo, inclusive no Brasil” (OLIVEIRA, *et. al.*, 2014, p. 3), como exemplo, os acidentes de Chernobyl (ocorrido na Ucrânia, especificamente na cidade de Pripyat, em 1986), Césio-137 (ocorrido no Brasil, especificamente em Goiânia no ano de 1987) e o mais recente Fukushima (ocorrido no Japão, em 2011).

Sendo assim, contextualizar a radioatividade e utilizá-la vinculada à uma proposta da ATA pode ser uma estratégia para uma aprendizagem mais significativa, uma vez que, segundo Oliveira e Leite (2021, p. 284)

o estudo da radioatividade é muito importante na formação do cidadão, pois ele pode facilitar a compreensão de temas relacionados à energia, meio ambiente, acidentes nucleares, lixo atômico, medicina, entre outros, além de ser fundamental para compreensão da estrutura do átomo. (OLIVEIRA; LEITE, 2021, p. 284).

Logo, utilizar-se de metodologias e tecnologias digitais adequadas podem também potencializar o ensino sobre o conteúdo de radioatividade, viabilizando ainda mais uma proximidade entre aluno-conhecimento e uma aprendizagem efetiva através da autonomia, dado que, “de posse destes conhecimentos, o estudante está mais preparado para atuar de forma crítica na sociedade, possibilitando exercer sua cidadania frente os problemas sociais de maneira ativa” (OLIVEIRA; LEITE, 2021, p. 284).

Assim sendo, o presente estudo firma-se a partir da produção de uma Atividade Gamificada (AG), com o intuito de contextualizar o conteúdo de radioatividade. Sendo desenvolvido nas seguintes etapas: 1) revisão bibliográfica sobre a gamificação no ensino de Química; 2) construção de uma atividade gamificada contextualizando com a radioatividade; 3) aplicação da proposta gamificada; 4) análise das percepções dos estudantes sobre a AG.

2. METODOLOGIA

O presente estudo é do tipo qualitativa, pois é caracterizado como descritivo e interpretativo, utilizando-se de metodologias ativas aliadas às tecnologias digitais para seu desenvolvimento. Segantini (2013, p. 24) relata que pesquisas empregadas a partir de metodologias qualitativas possibilitam o entendimento da individualidade do comportamento dos indivíduos envolvidos. Esta pesquisa acontece dessa forma tendo em vista que segundo Godoy (1995, p. 21)

um fenômeno pode ser melhor compreendido no contexto em que ocorre e do qual é parte, devendo ser analisado numa perspectiva integrada. Para tanto, o pesquisador vai a campo buscando “captar” o fenômeno em estudo a partir da perspectiva das pessoas nele envolvidas, considerando todos os pontos de vista relevantes. Vários tipos de dados são coletados e analisados para que se entenda a dinâmica do fenômeno (GODOY, 1995, p. 21).

Seguindo essa linha de raciocínio, o autor Mól (2007, p. 502) relata que,

a pesquisa qualitativa compreende a Ciência como uma área do conhecimento que é construída pelas interações sociais no contexto sociocultural que as cercam. Por isto, seu foco é compreender os significados dos fenômenos a partir de quem os vivenciam, considerando tempos e espaços de atuações e reflexões. Compreende, portanto, que a Ciência é uma área de conhecimento produzida por seres humanos que significam o mundo e seus fenômenos (MÓL, 2007, p. 502).

Neste tipo de pesquisa, seu interesse é amplo, “a obtenção de dados descritivos mediante contato direto e interativo do pesquisador com a situação objeto de estudo” (NEVES, 1996, p. 1), além disso, é corriqueiro que “o pesquisador procure entender os fenômenos, segundo a perspectiva dos participantes da situação estudada e, a partir, daí situe sua interpretação dos fenômenos estudados” (NEVES, 1996, p. 1).

Em pesquisas qualitativas a validade assume formas distintas, sendo a determinação se de fato o estudo mede verdadeiramente o que foi proposto, os seus processos metodológicos e os seus resultados, de acordo com a coerência e consistência respectivamente (OLLAIK; ZILLER, 2012).

2.1 Local e sujeitos da pesquisa

A presente pesquisa foi realizada em uma Escola pública de Referência em Ensino Médio (EREM) do estado de Pernambuco. A escola foi escolhida tendo em vista que é uma das mais conhecidas e mais próxima da pesquisadora. Ao todo, 68 alunos de 3 turmas distintas do 3º ano do Ensino Médio (A, B e C) participaram do trabalho, sendo todas do turno diurno, já

que se trata de uma escola de ensino integral. Destas turmas, 30 estudantes eram da turma A, 21 da turma B, e 17 da turma C.

A escola também oferta, além do ensino médio durante o dia, no turno da noite a modalidade de Educação de Jovens e Adultos (EJA). A escolha da turma do 3º ano se deu ao considerar que estes estudantes já haviam tido contato com o conteúdo de radioatividade, visto que durante a atividade os estudantes precisavam já ter alguns conhecimentos prévios.

2.2 Etapas da pesquisa

Para o desenvolvimento da aprendizagem tecnológica ativa dos estudantes a partir de uma atividade gamificada sobre radioatividade contextualizada, a presente pesquisa foi elaborada em algumas etapas que serão apresentadas nas subseções a seguir.

2.2.1 Etapa 1 - Revisão bibliográfica

Em relação a primeira etapa, com o objetivo de realizar uma análise a partir de uma revisão bibliográfica sobre como as produções acadêmicas (artigos científicos) vêm abordando a gamificação no ensino de Química com tecnologias digitais, realizou-se uma pesquisa exploratória nas bases de dados do *Google Acadêmico* e no portal de periódicos da CAPES. Segundo Oliveira (2010, p. 69), uma revisão bibliográfica consiste em analisar documentos de domínio científico “com a principal finalidade de levar o pesquisador a entrar em contato direto com obras, artigos ou documentos que tratem do tema estudado”. Já para Gil (2017, p. 26) pesquisas exploratórias “têm como propósito proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito”. Destaca-se que esta revisão teve como intuito conhecer a realidade das pesquisas que discutem sobre a gamificação no Ensino de Química, de modo a contribuir na identificação dos elementos dos *games* mais presentes nas atividades gamificadas propostas e orientar os caminhos para a elaboração da atividade gamificada envolvendo a radioatividade.

Como critério de busca das produções acadêmicas, foram usados os descritores: ensino de Química, gamificação, metodologias ativas e tecnologias digitais, além de palavras-chave correlatas. Em relação à base de dados das publicações, considerou-se apenas artigos publicados em periódicos que são classificados com Qualis A ou B pela avaliação quadrienal (quadriênio 2013-2016) do Qualis-periódicos CAPES em Ensino. Como parâmetro cronológico, o período

investigado foi de 2017 a 2021. De modo a compreender o que as pesquisas têm publicado a respeito da gamificação no ensino de Química foi realizada uma leitura dos resumos dos artigos no intuito de identificar se estes apresentavam as discussões relacionadas a temática (gamificação no ensino de Química) e quando não permitiam a sua identificação, realizou-se a leitura na íntegra dos artigos.

2.2.2 Etapa 2 - Elaboração da Atividade Gamificada

A partir dos resultados obtidos na primeira etapa, em que foram identificados os elementos da gamificação que são utilizados com mais frequência na literatura, foi realizada a elaboração da atividade gamificada sobre radioatividade. Para isso, utilizou-se o *Google Forms* como recurso didático digital para auxiliar no desenvolvimento da AG para o ensino da Química Nuclear, considerando a dificuldade da abordagem do tema e do uso das tecnologias digitais

Após análise dos artigos obtidos na revisão bibliográfica sobre as abordagens da gamificação no ensino de Química, com o intuito de identificar quais características da gamificação estavam presentes nos textos, a elaboração da atividade gamificada seguiu três momentos: 1) definição da temática 2) definição das dinâmicas, mecânicas e componentes (elementos dos *games*) a serem inseridos na AG. Foram analisados os elementos descritos por Leite (2017) e os observados na literatura (Etapa 1), de modo que a escolha destes foi realizada com base em atender mais adequadamente as características de uma AG; 3) construção da atividade gamificada.

A construção da AG foi realizada a partir da definição da narrativa a ser utilizada, dos problemas a serem solucionados, das possibilidades de erro, avaliação e prosseguimento, das recompensas a serem recebidas pelos participantes e, por fim, das páginas com curiosidades relacionadas aos acidentes radioativos para maior abrangência do conhecimento dos estudantes.

Após a construção da AG, para a sua aplicação foi elaborado um **Plano de Aplicação (PA)** que está descrito no Apêndice A. Esse plano foi construído com base na Taxonomia de Bloom desenvolvida Benjamin S. Bloom (1956) e revisada por Krathwohl (2002), na qual os objetivos da proposta foram de acordo com a estrutura do processo cognitivo dos alunos de acordo com Bloom: os alunos devem lembrar, entender, aplicar, analisar, avaliar e criar relacionando seu conhecimento no decorrer das atividades (FERRAZ; BELHOT, 2010).

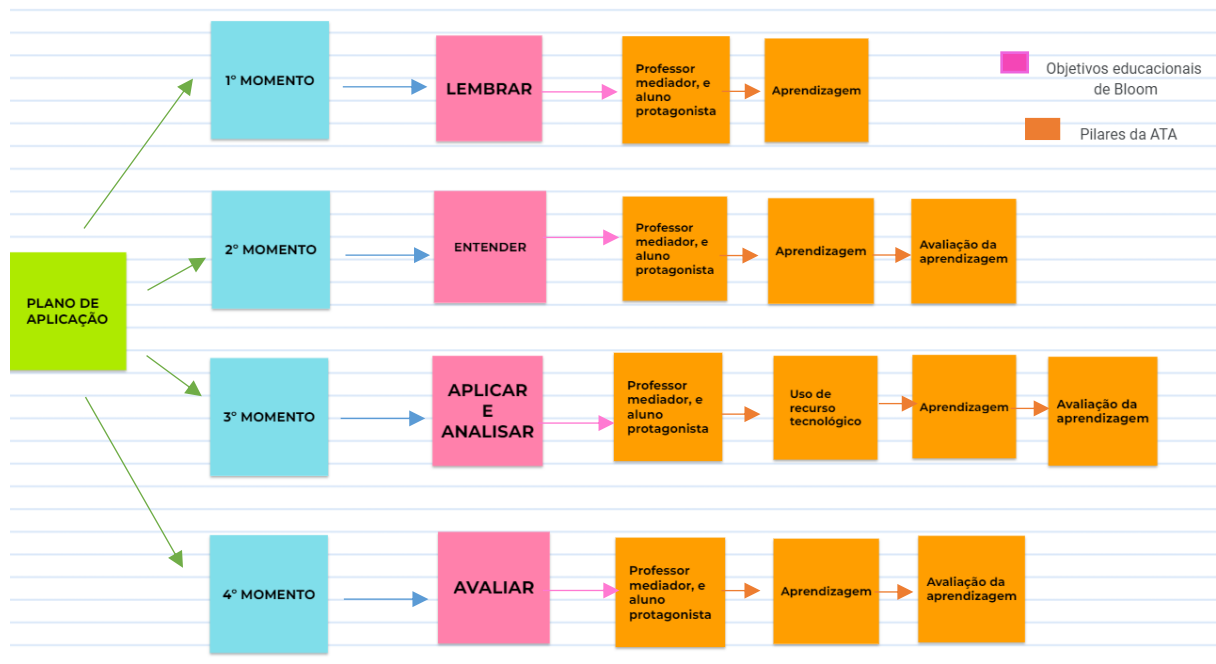
Contudo, o objetivo de criar não foi utilizado no plano de aplicação por conta do curto tempo disponibilizado para a execução.

Desse modo, seguindo os objetivos educacionais da Taxonomia de Bloom Revisada foram realizadas 4 atividades dentro do **plano de aplicação**, a saber:

- ✓ **1º momento:** Retomada de ideias. Nesta atividade será realizado com os alunos uma revisão do conteúdo com uma tempestade de ideias. Onde, a palavra central será a “Radioatividade” e espera-se que os alunos mencionem palavras que à remetiam e explicassem o porquê e para que; além disso, nessa atividade se espera que os alunos, seguindo os objetivos educacionais de Bloom, apresentassem o domínio cognitivo de *lembrar*.
- ✓ **2º momento:** Revisão do conteúdo. Nesta atividade, foi discutido o conteúdo de radioatividade, e os tipos de emissões. Além disso, será levantado o questionamento sobre como é utilizada a radioatividade no cotidiano dos alunos. Nessa atividade se espera que os estudantes fizessem uso do domínio cognitivo de *entender* o conteúdo onde seriam capazes de comparar o conhecimento prévio com o conhecimento novo adquirido.
- ✓ **3º momento:** Aplicação da AG. Nesta etapa da aplicação os estudantes, seguindo os objetivos educacionais, seriam capazes de executar e implementar os conteúdos até então adquiridos nas etapas anteriores, e esperou-se que eles tivessem o domínio cognitivo sobre como *aplicar* esse conhecimento sobre radioatividade.
- ✓ **4º momento:** Resolução do questionário avaliativo da AG. Nesta atividade os alunos responderam a um questionário avaliativo sobre a AG. Desse modo, foi possível aos estudantes levantar e checar possíveis críticas sobre a atividade fazendo uso dos domínios cognitivos de *analisar* e *avaliar* o contexto e sua experiência com a AG. Nesta atividade os estudantes responderam ao formulário disponibilizado de acordo com seus conhecimentos prévios e obtidos durante a aula.

Assim, de forma a sintetizar todos os momentos de aplicação do PA, levando-se em conta a Taxonomia de Bloom Revisada e o modelo da ATA, ilustra-se na Figura 4 o plano de aplicação.

Figura 4. Plano de aplicação.



Fonte: Própria (2022).

A interrelação entre a Taxonomia de Bloom e o modelo ATA no PA se deu a partir de que os objetivos educacionais de Bloom possibilitam uma aprendizagem ativa do estudante, logo, como mostrado na Figura 4, em todos os momentos é caracterizado o protagonismo do estudante, observando-se os objetivos vinculados também aos outros pilares da ATA, já que, indiretamente um está vinculado ao outro para uma aprendizagem efetiva.

2.2.3 Etapa 3 - Aplicação da AG

A aplicação da AG sucedeu-se na escola, onde foi disponibilizado pelo professor responsável da disciplina na EREM uma aula de 50 minutos em cada turma para a aplicação do referente trabalho. E, ocorreu de modo que, os estudantes utilizaram-se do acesso à internet disponível pela própria escola e por sua rede móvel através de seus *smartphones*, e de 7 computadores também disponíveis na biblioteca da escola. Os alunos tiveram acesso ao link da AG via *WhatsApp* e/ou site do grupo de pesquisa. Em que, ficou a critério dos participantes a melhor forma a ser desenvolvida a AG, tendo assim autonomia sobre o início da construção de seu conhecimento (LEITE, 2020).

No momento da aplicação, 68 estudantes estiveram presentes e se dispuseram de forma voluntária a participar da proposta. Salienta-se que, a escola é de modalidade integral, mas a aplicação foi realizada apenas no período da manhã.

2.2.3 Etapa 4 – Análise das percepções dos estudantes sobre a AG

Ao final da aplicação da AG, os alunos foram convocados a responderem um questionário avaliativo. Durante este momento, a medida em que os estudantes foram finalizando a avaliação, eles foram convidados a participarem de uma entrevista com poucos questionamentos. Nesse sentido, participaram de forma voluntária apenas quatro estudantes de cada turma, totalizando 12 estudantes, tendo em vista que o tempo disponibilizado foi curto. Após esse momento, foi concluída a aplicação da AG.

2.3 Instrumentos para coleta de dados

Os instrumentos utilizados para a coleta dos dados foram 1 questionário para análise referente à experiência dos alunos ao utilizarem a AG e 1 entrevista. Além disso, foram feitas observações simples durante o desenvolvimento da aplicação.

O questionário foi elaborado para ser aplicado para toda a turma após a utilização da AG. A utilização de um questionário, segundo Gil (2008), é viável em pesquisas pois possibilita atingir um grande número de pessoas diminuindo a margem de erro nos resultados e, o anonimato dos participantes pode ser garantido, fazendo com que quem responde não se sinta constrangido.

O questionário apresentou 16 questões relacionadas às percepções e experiências que os estudantes tiveram com a atividade gamificada. As perguntas são do tipo abertas, fechadas, dependentes de múltiplas escolhas e também de grau de concordância. Nas questões abertas os participantes fornecem as respostas com suas próprias palavras, possibilitando uma ampla liberdade de resposta (GIL, 2008). Já nas questões fechadas os participantes podem escolher sua resposta de acordo com alternativas elencadas em uma lista, sendo mais utilizadas, já que possibilitam uma maior uniformidade e a análise das mesmas é mais facilitada (GIL, 2008). E, nas questões dependentes de múltiplas escolhas, em que nesses casos a opinião depende da relação com a questão anterior e o participante pode ter mais de uma alternativa a responder (GIL, 2008). Além disso, o grau de concordância foi utilizado conforme a escala de Likert

(1932) apresentando apenas um ponto neutro e, “que objetiva verificar o nível de concordância do indivíduo com uma proposição que expressa algo favorável ou desfavorável em relação a um objeto psicológico” (MIRANDA *et al.*, 2009, p. 106). Além disso, para análise baseada na Taxonomia de Bloom Revisada (TBR), considerou-se os objetivos educacionais presentes em algumas perguntas (Quadro 1).

Quadro 1. Questionário avaliativo sobre a atividade gamificada para os estudantes.

De acordo com a sua experiência com a atividade gamificada, responda as questões listadas abaixo:	TBR	
1. Você já havia tido contato com o conteúdo de radioatividade?	() sim () não	Lembrar
2. Se sua resposta foi sim, onde teve contato com o conteúdo de radioatividade: (É possível marcar mais de uma resposta).	[] Escola [] TV [] Filmes e/ou séries [] Internet [] Noticiários [] Outros. Quais? _____	Não se aplica
3. Você considera que aprendeu algum conceito novo sobre a radioatividade?	() sim () não	Entender
4. Se sua resposta foi sim, qual foi o conceito/conteúdo?	Resposta: _____	Não se aplica
5. Ainda sobre a pergunta anterior, se sua resposta foi sim, você consegue explicar resumidamente o que aprendeu?	Resposta: _____	Não se aplica
6. Além das usinas nucleares, você sabia onde era possível encontrar conteúdos envolvendo a radioatividade no seu cotidiano?	() sim () não	Lembrar
7. Se sua resposta foi sim, você poderia citar onde?	Resposta: _____	Lembrar
8. Se não, que exemplo a partir da Atividade você descobriu que apresenta a radioatividade no cotidiano?	Resposta: _____	Entender
9. Você acha que a Atividade despertou seu interesse/curiosidade para aprender sobre radioatividade?	() sim () não () Não tenho resposta convicta para essa pergunta	Analisar/avaliar
10. A Atividade facilitou a sua aprendizagem sobre a radioatividade?	() Discordo totalmente () Discordo () Nem discordo e nem concordo () Concordo () Concordo totalmente	Analisar/avaliar
11. A Atividade possibilitou que você saiba reconhecer as consequências da exposição à radioatividade?	() Discordo totalmente () Discordo () Nem discordo e nem concordo () Concordo () Concordo totalmente	Analisar/avaliar
12. Você se sentiu motivado/interessado a seguir uma carreira como engenheiro nuclear, após as discussões presentes da Atividade?	() Discordo totalmente () Discordo () Nem discordo e nem concordo () Concordo () Concordo totalmente	Analisar/avaliar
13. Você acha que atividades como essa podem facilitar o ensino da Química?	() sim () não. Justifique sua resposta: _____	Avaliar
14. Se sim, poderia me explicar o porquê resumidamente?	Resposta: _____	Não se aplica
15. Você acha que Química é uma disciplina de fácil compreensão?	Comente: _____	Não se aplica
16. Se desejar, deixe um comentário/sugestão sobre a Atividade.		Não se aplica

Fonte: Própria (2022).

Quanto à entrevista (Quadro 2), ela pode ser definida “como a técnica e que o investigador se apresenta frente ao investigado e lhe formula perguntas, com o objetivo de

obtenção dos dados que interessam à investigação” (GIL, 2008, p. 109). Neste estudo, ela foi caracterizada como uma entrevista estruturada, pois a desenvolve-se a partir de uma relação fixa de perguntas, cuja ordem e redação permanece invariável para todos os entrevistados (GIL, 2008, p. 113), não sendo incluída nenhum outro tipo de pergunta durante a entrevista. Segundo Gil (2008, p. 110), as entrevistas oferecem maior flexibilidade ao entrevistador já que ele “pode esclarecer o significado das perguntas e adaptar-se mais facilmente às pessoas e às circunstâncias em que se desenvolve a entrevista”. Nesta pesquisa, as entrevistas foram realizadas com quatro estudantes separadamente de cada turma, onde foram anotados no caderno de bordo os dados das falas de cada participante para posterior análise.

Além disso, assim como no questionário, para análise baseada na Taxonomia de Bloom Revisada, considerou-se os objetivos educacionais possíveis de serem observados nas respostas dos participantes para cada uma das perguntas.

Quadro 2. Perguntas da Entrevista.

Questões utilizadas na entrevista:	TBR
1. Você já havia tido contato/estudado com o conteúdo de radioatividade? Se a resposta for sim, aonde? O que você identificou de semelhante?	Lembrar
2. O que você conseguiu entender sobre os riscos da exposição à radiação?	Entender
3. Você acha importante ter esse conhecimento sobre a radioatividade/exposição à radiação? Explique.	Avaliar
4. Você acha que a atividade te ajudou a compreender o conteúdo de radioatividade? Porquê?	Avaliar
5. Você se sentiu instigado a conhecer mais sobre a Química, especialmente sobre a Radioatividade? Por quê?	Analisar

Fonte: Própria, (2022).

Ademais, também foram realizadas observações simples durante a aplicação da AG, onde o pesquisador observa o que pretende estudar e analisar, de maneira espontânea (GIL, 2008). Para isso, nesta pesquisa foi utilizado um caderno de notas como instrumento para anotações das observações, já que possibilita o registro no momento da ocorrência (GIL, 2008). Tendo em vista que a observação oferece resultados positivos porque “os fatos são percebidos diretamente, sem qualquer intermediação” (GIL, 2008, p. 100), o que favorece a análise dos dados.

2.4 Análise dos dados

No que se refere a etapa de análise dos dados, que é uma “tentativa de evidenciar as relações existentes entre o fenômeno estudado e outros fatores” (MARCONI; LAKATOS,

2017, p. 22), foram adotados os pressupostos da Taxonomia de Bloom Revisada, da Aprendizagem Tecnológica Ativa e da gamificação, com o intuito de inferir uma correlação entre os mesmos.

Ambos pressupostos foram escolhidos tendo em vista que a Taxonomia de Bloom Revisada visa alcançar objetivos instrucionais e cognitivos delimitados previamente e estruturados de acordo com uma organização hierárquica destes processos que se apresentam com níveis de complexidade (FERRAZ; BELHOT, 2010). Para além, a TBR foi adotada uma vez que os pressupostos teóricos da Taxonomia de Bloom (original) não levavam em consideração os avanços incorporados à educação em seus mais de 40 anos de existência (FERRAZ; BELHOT, 2010). A Aprendizagem Tecnológica Ativa visa promover a autonomia e protagonismo dos estudantes na obtenção de seu conhecimento de forma ativa através do uso de tecnologias (que são de fácil acesso e utilização para eles) e considerando metodologias ativas (LEITE, 2020). Já a gamificação pode possibilitar uma maior participação dos alunos, engajamento, motivação, permitindo comprometimento e acompanhamento da aprendizagem de forma autônoma, além de, aprender de forma mais interativa e ser considerada também como uma metodologia ativa (LEITE, 2020; SANTOS; JANKE; STRACKE, 2020; CARDOSO; MESSEDER, 2021a; LOPES, 2021).

Quanto à apresentação dos dados, os mesmos foram descritos na seguinte ordem: dados obtidos a partir da revisão bibliográfica e construção da AG; dados da aplicação da AG; dados coletados do formulário gamificado; resultados do questionário; resultados obtidos na entrevista.

A análise da revisão bibliográfica foi realizada de acordo com a Etapa 1. Dos resultados obtidos, foi realizada uma breve descrição sobre a abordagem de cada artigo, com enfoque nos elementos da gamificação utilizados. A partir da identificação destes aspectos, foi realizada a construção da AG. A elaboração foi realizada a partir da definição da temática a ser utilizada, e dos elementos a serem incluídos na AG.

No que se refere a análise do plano de aplicação, foram levados em consideração os pressupostos da TBR na busca pela realização e alcance dos objetivos educacionais. Além disso, foram analisados também os papéis do estudante, professor, suporte das tecnologias, aprendizagem e avaliação, que são pilares da ATA.

Na análise do formulário gamificado foram observadas às porcentagens de erros e acertos dos problemas a serem solucionados, na análise do questionário buscou-se compreender as impressões dos participantes e na análise da entrevista foram realizadas algumas transcrições

das interlocuções dos participantes de forma a analisá-las de acordo com os pressupostos da TBR, da ATA, da gamificação, e comparações com a literatura, avaliando a potencialidade da proposta de modo a contribuir para uma aula gamificada de Química.

Com o intuito de manter o anonimato, assegurado aos envolvidos na pesquisa, foram preservadas a identificação dos estudantes, adotando a codificação EN, em que E significa Estudante e N o número referente ao momento da resposta do questionário (isto é, E1 foi o primeiro estudante a responder o questionário, E2 foi o segundo...). Vale ressaltar que durante a transcrição das respostas produzidas pelos estudantes tomou-se o cuidado de preservar a fidedignidade dos textos de modo a não alterar a versão original. Devido à grande quantidade de textos produzidos pelos estudantes, optou-se por reproduzir apenas alguns destes.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na presente seção, serão apresentados os resultados obtidos durante toda a pesquisa. Primeiramente destaca-se os dados alcançados a partir da revisão bibliográfica, em seguida descreve-se o processo de desenvolvimento da AG, o produto final e sua avaliação por parte dos estudantes e, por fim, a análise dos dados obtidos a partir da aplicação da AG.

3.1 Análise de trabalhos que apresentam pressupostos da gamificação no ensino de Química

Os primeiros registros encontrados nesta pesquisa durante a investigação nas bases de dados, considerando apenas periódicos com Qualis A e B, disponibilizavam 33 artigos que atendiam as palavras-chaves utilizadas. Após a leitura na íntegra dos textos, apenas oito artigos apresentavam discussões envolvendo a gamificação. Estes artigos estão identificados por letra e número (A1, A2, A3, ... A8), título, ano da publicação e o Qualis do estudo em questão (Quadro 1).

Quadro 3. Pesquisas envolvendo os pressupostos da gamificação.

Artigo	Título	Ano	Qualis
A1	Gamificando as aulas de química: uma análise prospectiva das propostas de licenciandos em química	2017	B1
A2	Tecnologias digitais e metodologias ativas na escola: o contributo do <i>Kahoot!</i> para gamificar a sala de aula	2018	B2
A3	A utilização combinada do aplicativo <i>Quiz</i> Tabela Periódica com o <i>software Hot Potatoes</i> no estudo da classificação periódica dos elementos químicos	2020	B1
A4	Integração entre a gamificação e a abordagem STEAM no ensino de Química	2020	B1
A5	“Casadinho da Química”: uma experiência com o uso da gamificação no ensino de química orgânica	2020	B2
A6	<i>Kahoot!</i> e <i>Socrative</i> como recursos para uma Aprendizagem Tecnológica Ativa gamificada no ensino de Química	2020	B1
A7	Ensino híbrido gamificado na química: o modelo de rotação por estações no ensino de radioatividade	2021	B1
A8	Uso da gamificação no Ensino de Química	2021	B1

Fonte: Própria (2022).

Após a leitura e análise dos trabalhos se constatou que o primeiro registro de artigo publicado em um periódico científico com estrato no Qualis data do ano de 2017. Outro dado interessante é que até o presente momento, nenhum artigo foi publicado em revistas com Qualis A envolvendo a gamificação no ensino da Química, sendo dividido em 6 artigos (75%) com Qualis B1 e dois artigos (25%) com Qualis B2.

Analisando de forma individual os artigos, A1 trata-se de uma pesquisa de cunho qualitativa e teve como objetivo analisar propostas de estudantes de uma universidade pública, do curso de licenciatura em Química, de gamificar suas futuras aulas de Química (LEITE; 2017). O trabalho não apresenta nenhum recurso didático digital específico para propor uma aula gamificada e revela que as propostas dos estudantes para gamificar as aulas podem conduzir à uma aprendizagem mais centrada nos estudantes, conforme os preceitos da aprendizagem ativa. Vale salientar que, a descrição de quais elementos dos *games* foram utilizados neste trabalho não foi explícita.

O artigo A2 trata-se de uma pesquisa de cunho qualitativo e seu intuito foi de realizar um estudo de caso gamificado englobando os conteúdos sobre óptica geométrica. Para isso, foi um trabalho aplicado com estudantes do curso técnico integrado em Química do Ensino Médio no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará e apresentou o uso, como recurso didático digital, da plataforma digital *Kahoot!* para gamificar uma aula (SILVA *et al.*, 2018). Os estudantes em todas as etapas das atividades foram responsáveis por responderem aos *quizzes* no *Kahoot!* possibilitando uma avaliação e uma aprendizagem ativa deles. Destarte, neste trabalho, os elementos dos *games* utilizados foram: regras, tempo destinado, missões, objetivos, *feedbacks*, pontuações e *rankings*. Estes elementos possibilitaram uma maior interação e cooperação entre os estudantes.

Com relação ao A3, o estudo teve como objetivo propiciar o melhoramento do ensino e do interesse dos estudantes sobre o conteúdo de tabela periódica através da utilização do jogo *Quiz Tabela Periódica* associado ao software *Hot Potatoes* como recurso didático digital para gamificar as aulas de Química em turmas do ensino médio do Instituto Federal do Mato Grosso. Segundo Santos, Janke e Stracke (2020), a pesquisa mostrou que a associação dos recursos didáticos digitais estimula o desenvolvimento cognitivo do estudante, proporcionando motivação e autonomia, além de uma aprendizagem significativa através das estratégias propostas para solução dos problemas. Além disso, os elementos utilizados nesta pesquisa foram: regras, níveis, pontuações, *feedbacks* e, progressão.

No que diz respeito ao A4, trata-se de uma pesquisa empírica que tem como objetivo analisar a gamificação no ensino de Química aliada à abordagem STEAM (termo em inglês para agrupar conhecimentos sobre Ciência, Tecnologia, Engenharia, Arte e Matemática), através da utilização de alguns recursos digitais, dentre eles: *Facebook*, *WhatsApp*, *QRCode* e *Kahoot!* (CLEOPHAS, 2020). A pesquisa apontou que a gamificação foi eficaz para motivar os estudantes à uma aprendizagem ativa relevante envolvendo os conteúdos sobre a síntese da

amônia, além de fortalecer a colaboração entre os estudantes. Ademais, neste trabalho, os elementos dos *games* utilizados foram: *feedbacks*, sistema de pontuação, desafio, competição, progresso, *rankings*, liberdade para falha, regras, dentre outros.

No artigo A5 seu objetivo foi a aplicação de um jogo intitulado “Casadinho de Química” para analisar a aprendizagem de estudantes do terceiro ano do ensino médio Integrado com curso técnico em Química do Instituto Federal de Goiás, sobre os conteúdos envolvendo a Química Orgânica (CARDOSO *et al.*, 2020). Os resultados indicaram que a gamificação permitiu maior participação, colaboração e interação entre os estudantes quando comparados com as aulas tradicionais (expositivas). Para mais, os elementos utilizados nesta pesquisa foram: regras, progressão, desafio e, premiação.

A pesquisa A6 é caracterizada pela apropriação de dois recursos didáticos digitais: *Kahoot!* e *Socrative*. É classificada de campo qualitativo, e neste caso, foi aplicada em estudantes que estavam em formação no curso de licenciatura em Química de uma universidade pública, sendo a aula sobre o conteúdo de estrutura atômica na perspectiva da Aprendizagem Tecnológica Ativa (LEITE, 2020). A pesquisa destaca que os estudantes tiveram uma experiência reflexiva que lhes permitiram identificar possibilidades para suas futuras práticas docentes. Observa-se nos resultados que os estudantes apresentaram uma postura favorável ao uso do *Kahoot!* e do *Socrative*, além de se sentirem engajados, motivados e autônomos durante a atividade, seguindo as características do modelo da aprendizagem tecnológica ativa e da gamificação. Além disso, neste trabalho, os elementos dos *games* utilizados foram: competição, cooperação, *rankings*, desafios, *feedbacks*, regras, dentre outros.

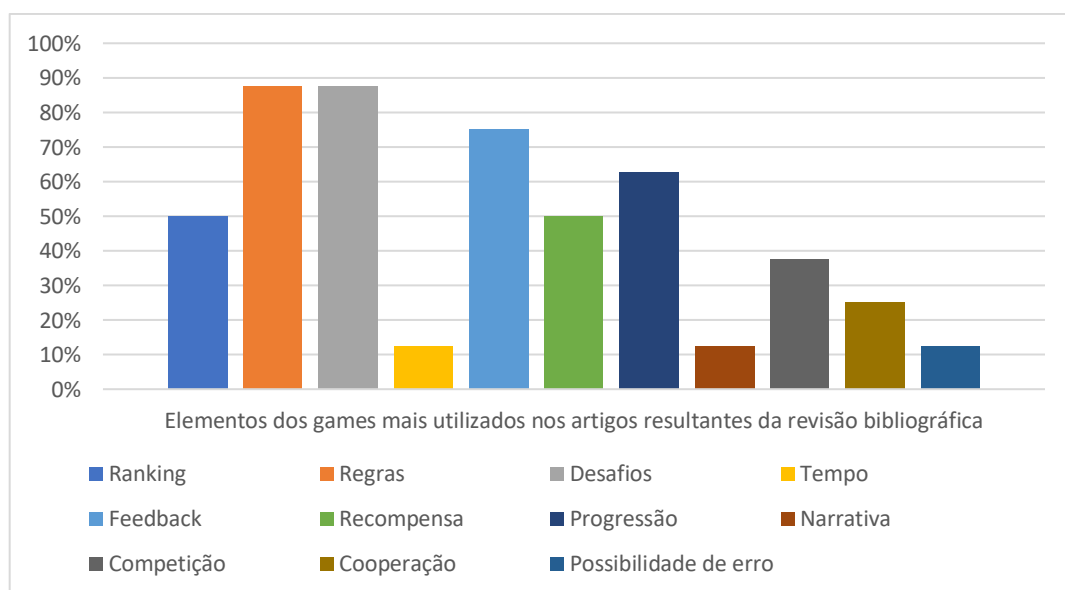
No artigo A7, a pesquisa foi fundamentada na modalidade do Ensino Híbrido com a utilização do modelo de Ensino por Rotações com propostas gamificadas. Segundo Oliveira e Leite (2021), o professor durante a atividade teve a oportunidade de trabalhar com grupos menores de estudantes, fornecer *feedback* mais rápido e valorizar os momentos colaborativos e a autonomia destes. A proposta contempla a utilização de diferentes recursos didáticos em cada estação realizada no modelo Rotação por Estação. Ademais, cada estação foi construída com base nas características da gamificação, o que segundo Oliveira e Leite (2021) permitiu maior engajamento dos participantes. Salienta-se que, os elementos dos *games* utilizados nesta pesquisa foram: narrativa, cooperação, regras, competição, *feedback*, desafios, *design*, progressão, dentre outros.

Por fim, o artigo A8 teve como intuito a aplicação de uma atividade gamificada intitulada *Q_Quiz* em uma turma do primeiro ano do ensino médio, sobre o a evolução dos modelos atômicos. Segundo Rocha e Neto (2021), a implementação da atividade gamificada pode levar os estudantes à uma aprendizagem significativa promovendo a organização dos conceitos preexistentes na estrutura cognitiva deles. Destarte, os elementos dos jogos utilizados neste estudo foram: regras, *rankings*, fases, design, progressão, *feedback*, recompensa, relacionamento, dentre outros.

Também, após o levantamento e a análise destes trabalhos, foi possível observar que o conteúdo de radioatividade no ensino de Química, em propostas gamificadas, infelizmente ainda é incipiente, onde só foi encontrada uma atividade gamificada que envolvia o conteúdo de radioatividade. O conteúdo de radioatividade no ensino de Química é pouco contextualizado, tornando-se engessado pelo uso de fórmulas e conceitos que levam o aluno à prática da memorização. Ressalta-se que o assunto geralmente é encurtado no início dos livros do ensino médio, ou colocado ao final, e isso faz com que os professores deem pouca atenção ao conteúdo, e os estudantes não tenham uma aprendizagem efetiva (OLIVEIRA; LEITE, 2021).

Além disso, com base nos elementos observados a partir da revisão realizada, foi construído o Gráfico 1 de forma a sintetizá-los de acordo com seus percentuais de utilização nos trabalhos.

Gráfico 1. Percentual de uso dos elementos nos trabalhos analisados.



Fonte: Própria (2022).

Com a análise percentual, é possível observar os elementos mais utilizados, e que serviram como base para a construção da AG.

É importante destacar que na base de dados do *Google Acadêmico* e no portal da CAPES foram encontrados outros trabalhos envolvendo atividades gamificadas, porém, como um dos critérios de seleção se referia a publicações em revistas com Qualis A ou B, estes artigos não foram discutidos aqui.

3.2 A Usina Mandacaru Radioativa gamificada: sua construção

A elaboração da proposta da atividade gamificada envolvendo o conteúdo de radioatividade levou em consideração o levantamento e análise bibliográfica da gamificação no ensino de Química. Onde, a partir disso foi possível compreender que a utilização da gamificação nas salas de aula da Química ainda é incipiente, e contribuiu para a identificação das características mais comuns de atividades gamificadas.

Segundo Oliveira e Leite (2021, p. 278), há “poucos artigos sobre ensino da radioatividade disponível em revistas da área de ensino de ciências” e quando abordados, normalmente, são explorados sem relacionar com o contexto e realidade dos estudantes. Diante disso, considerou-se que abordar a radioatividade de forma contextualizada em uma AG pode contribuir para o melhor entendimento do estudante, conforme destaca Souza, Leite e Leite (2015). Assim, considera-se que ensinar os conteúdos da radioatividade por meio da gamificação e relacioná-los de maneira contextualizada com os acidentes radioativos mais conhecidos na sociedade se revela como uma estratégia relevante.

Nesse contexto, a AG nomeada de **Mandacaru Radioativa**² tem como intuito contextualizar e integrar os estudantes do Ensino Médio ao conteúdo da radioatividade a partir do conhecimento sobre usinas nucleares, já que as mesmas se utilizam de reações nucleares para seu funcionamento e são conhecidas, principalmente, por serem causadoras de grandes acidentes radioativos. De acordo com Costa e Verdaux (2016) contextos próximos dos estudantes, tornando os conceitos mais palpáveis, facilita a aprendizagem do aluno.

Em relação aos acidentes radioativos foram selecionados três acidentes: Chernobyl (ocorrido na Ucrânia, especificamente na cidade de Pripjat, em 1986), Césio-137 (ocorrido no

² Nome escolhido como forma de representar o sertão brasileiro, e reforçar o fato de não haver usinas nucleares na região nordeste.

Brasil, especificamente em Goiânia no ano de 1987) e o mais recente Fukushima (ocorrido no Japão, em 2011), visto que, são os que mais repercutiram mundialmente, chamando atenção do mundo como um todo.

Portanto, todas as perguntas da AG foram norteadas a partir do funcionamento de uma usina nuclear, considerando os possíveis riscos e as ações mais adequadas de lidar com a radiação, utilizando os acidentes ocorridos nas usinas de Chernobyl e Fukushima, além de discutir as consequências da exposição à radiação como ocorrida em Goiânia.

3.2.1 Gamificando a Usina

Para gamificar a atividade no *google forms* foram analisados todos os aspectos em torno da gamificação a partir do levantamento bibliográfico que possibilitou a seleção de alguns elementos dos *games* para serem utilizados na Mandacaru Radioativa. Segundo Leite (2017), uma AG deve apresentar narrativas, regras, desafios, progressões, avaliação, possibilidade de recuperação e recompensas, dentre outros elementos dos *games*.

Dos mais de trinta elementos descritos na literatura, a AG Mandacaru Radioativa foi construída, de acordo com a revisão bibliográfica realizada e análise percentual, enquadrando os seguintes elementos: narrativa, avatar, regras, desafios, progressões, avaliação/*feedback*, possibilidades de erro e recompensas. Para a seleção dos mesmos, foi levado em consideração as possibilidades que o *google forms* fornece e não apenas o quantitativo percentual, onde alguns não puderam ser utilizados, como por exemplo: cooperação, competição e *ranking*. Além disso, também foram adicionados alguns elementos como a criação de avatar. Assim, na AG Mandacaru Radioativa utilizou-se de oito elementos de *games* para sua construção.

Esses elementos foram os norteadores para a elaboração da AG, já que, a partir dos mesmos foi possível idealizar a abordagem das questões a serem trabalhadas na proposta. Destarte, as ferramentas disponíveis no *google forms* também foram de suma importância para a definição do trajeto a ser percorrido.

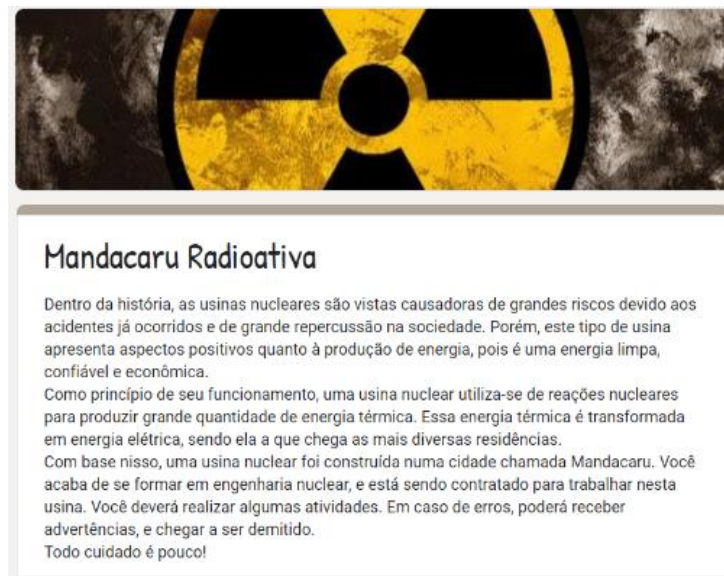
Para iniciar a construção da AG, o primeiro passo foi a definição da narrativa da proposta, em seguida, dos problemas a serem resolvidos. Posteriormente, foram analisadas as possibilidades de recuperação, de avaliação e de prosseguimento na atividade. E, logo após, as recompensas foram inseridas e por último as curiosidades. Os demais detalhes foram inseridos no decorrer da construção a partir da observação de necessidade.

A seguir são descritos os oito elementos utilizados na AG Mandacaru Radioativa e as ações relacionadas a cada uma delas durante sua utilização.

3.2.1.1 Narrativa

A proposta da AG tem como narrativa a construção de uma usina fictícia chamada Mandacaru Radioativa, onde um recém-formado engenheiro nuclear deve realizar algumas atividades nesta usina para que seja contratado (Figura 5). Como a atividade proposta é uma inserção do participante em uma usina nuclear, cada etapa (missão) a ser concluída é baseada em um problema a ser resolvido que se relaciona com o funcionamento da usina. O engenheiro (nesse caso é o avatar do estudante), em cada etapa, precisa se posicionar para que consiga receber suas recompensas ao longo da atividade, e ao final, conquistar sua contratação pela usina (recompensa maior, isto é, a premiação principal da narrativa da atividade).

Figura 5. Narrativa da proposta.



Fonte: Própria (2022).

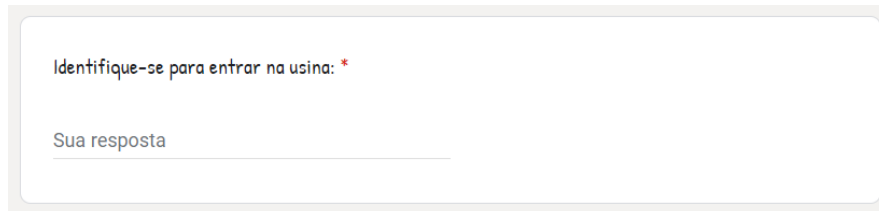
3.2.1.2 Avatar

Na atividade, o personagem fictício em que o aluno é representado é o engenheiro, fazendo com que, o participante passe a tomar as decisões baseadas em seu ponto de vista.

3.2.1.3 Regras

Para dar início à atividade, o engenheiro precisa se identificar (Figura 6), e deve realizar as atividades corretamente, marcando sempre uma alternativa, para que consiga prosseguir nos desafios propostos. Para além, o participante deve se comprometer de conduzir a atividade de forma justa, sem que volte as páginas anteriores para responder novamente, prosseguindo independente de seu resultado.

Figura 6. Identificação do participante.

A imagem mostra um formulário de identificação de usuário. No topo, há o texto "Identifique-se para entrar na usina: *". Abaixo dele, há um campo de entrada de texto com o placeholder "Sua resposta".

Fonte: Própria (2022).

Para prosseguir, o participante induzido a sempre pressionar a opção próxima, como mostrado na Figura 7. Em casos de acertos, o participante segue para o próximo desafio, podendo ser recompensado ou não.

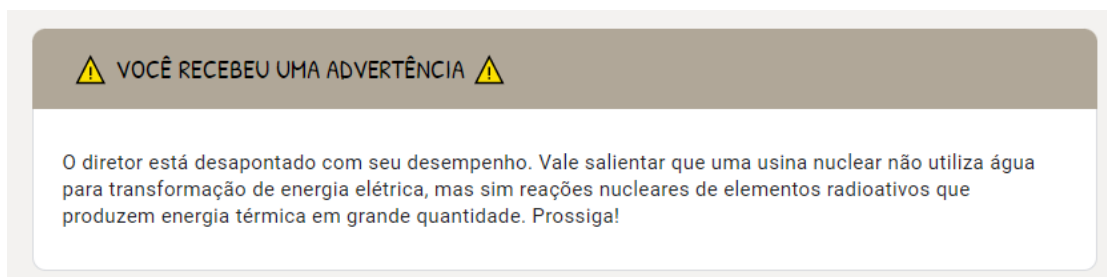
Figura 7. Opção próxima.



Fonte: Própria (2022).

Em casos de erros, o participante poderá receber advertências e retornar, ou chegar a ser demitido. Os casos de advertências estão relacionados às questões que não afetam diretamente o funcionamento da usina, e não causam danos à saúde humana (Figura 8).

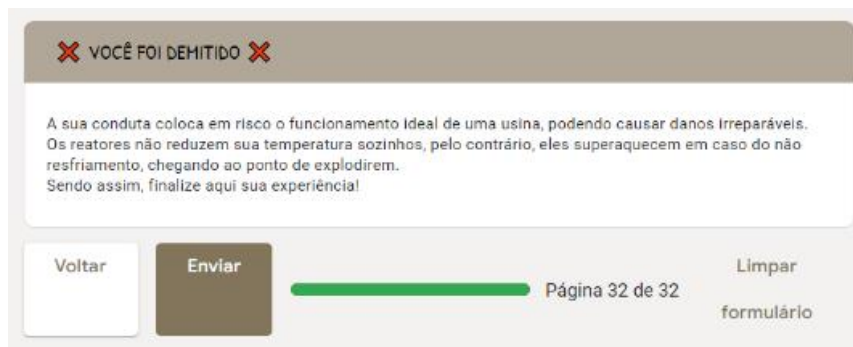
Figura 8. Exemplo de uma advertência.



Fonte: Própria (2022).

Já os casos de demissões, são questões que afetam diretamente o funcionamento da usina e causam danos à saúde humana. Além disso, no caso de demissão, o aluno é induzido a pressionar a opção de enviar para que finalize sua participação. Conforme ilustrado na Figura 9, abaixo:

Figura 9. Exemplo de uma demissão.

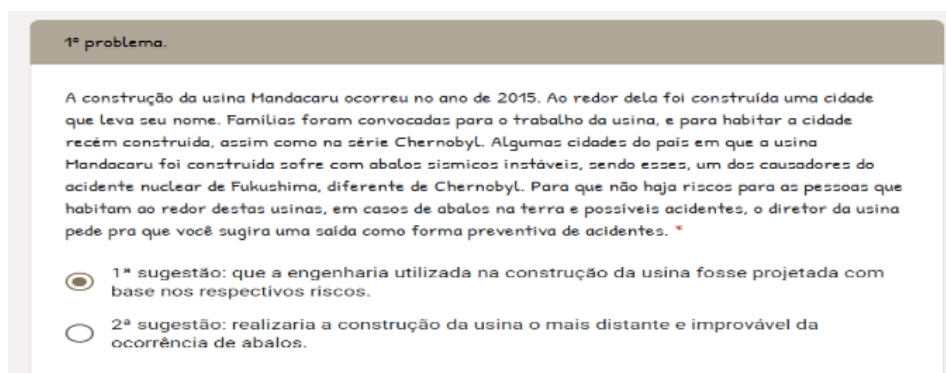


Fonte: Própria (2022).

3.2.1.4 Desafios

A atividade gamificada apresenta ao todo 6 desafios a serem resolvidos pelo participante, e foram intitulados de problemas. O problema 1 é relacionado com a prevenção de acidentes (Figura 10), onde o engenheiro deve sugerir uma melhor opção para construção da usina. Este problema, apresenta dois caminhos possíveis (ambos com *feedback* para o estudante) e que desencadeará uma sequência de ações durante o “passeio” pela usina Mandacaru Radioativa.

Figura 10. Problema 1.



Fonte: Própria (2022).

O problema 2, da AG é relacionado ao superaquecimento de reatores (Figura 11). Este desafio tem como finalidade evitar o superaquecimento dos reatores da usina e, para isso, o

engenheiro deve tomar uma decisão. Este problema apresenta duas possibilidades de resolução, sendo que uma delas, se escolhida pelo estudante, provocará sua demissão, pois a sua ação coloca em risco o funcionamento da usina e culminaria num desastre radioativo (além de afetar a humanidade e o ambiente):

Figura 11. Problema 2.

2º problema.

O acidente nuclear de Fukushima foi marcado pelo superaquecimento da água utilizada para resfriar seus reatores. Isso se deu por conta das reações ocorridas nos núcleos de urânio que continuam acontecendo independentemente. O diretor da usina Mandacaru precisa que seja evitado qualquer tipo de risco de superaquecimento de seus reatores. Você precisa se posicionar em relação a isso. *

- 1º posição: é necessário que permitam que os reatores possuam mecanismos que permitam que sua temperatura se regularize independentemente.
- 2º posição: os parâmetros de temperatura e pressão da água precisam ser monitorados rotineiramente, além de fontes alternativas de energia elétrica em caso de corte direto.


Fonte: Própria (2022).

O problema 3 (Figuras 12 e 13), está relacionado com o contexto de terremotos e tsunamis como sendo possíveis causadores de acidentes em usinas nucleares. O intuito é que o estudante analise os possíveis danos que poderiam ocasionar um tsunami na usina. E, a partir dele, o estudante tem a possibilidade de explicar as consequências no funcionamento da Mandacaru Radioativa.

Figura 12. Problema 3.

3º problema.

Um terremoto de aproximadamente 9 graus na escala Richter e um tsunami abalaram o Japão no dia 11 de março de 2011. As usinas próximas as principais áreas do Japão que estavam para serem atingidas começaram seus protocolos de desligamento. Como parte do procedimento, os reatores precisam ser resfriados, uma vez que o fúsião nuclear (que produz altas temperaturas e pressões) permanece ocorrendo mesmo após a interrupção na geração da energia para o resfriamento dos reatores. Cerca de uma hora depois do tremor, a usina de Fukushima foi atingida pelo tsunami. O sistema de resfriamento foi avariado e os técnicos japoneses passaram a adotar medidas alternativas, como a injeção de água do mar (com sal) nos reatores.



Como já sabemos, não foi o suficiente. Os engenheiros da usina Mandacaru entraram em contato com o diretor. O diretor pede que você explique-os sobre possíveis danos poderiam ser causados caso um tsunami atingisse a Mandacaru. *

- Com a entrada da água na usina, seria possível que houvesse uma quantidade de água que excede a capacidade da usina para transformar em energia elétrica.
- Com a entrada da água na usina, ocorreria o corte no sistema de resfriamento dos reatores, causando assim, possíveis explosões.

Fonte: Própria (2022).

O problema 4 correlaciona o acidente radioativo Césio-137, em Goiânia, com possíveis efeitos da exposição à radiação no corpo humano, como mostrado na Figura 13. Caso o estudante selecione uma alternativa incorreta, além de receber uma advertência, ele receberá um *feedback* baseado na resposta com a explicação do porquê aquela ação causará danos à saúde.

Figura 13. Problema 4.

4º problema.

Em casos de acidentes em usinas nucleares, uma consequência é a liberação de uma grande escala de radiação nuclear que causa efeitos na saúde das pessoas, devido a danos causados em moléculas do corpo humano, incluindo o DNA. Como exemplo de acidente radioativo no Brasil temos o caso radioativo Césio-137 que ocorreu em Goiânia, em 1987. Onde, inicialmente, 2 pessoas tiveram acesso a uma máquina de radiologia de uma clínica abandonada, que posteriormente foi aberta por outro indivíduo tendo acesso ao cilindro que continha o Césio-137 (elemento radioativo). Várias pessoas tiveram contato direto com o Césio-137, recebendo uma alta dose de radiação. 4 pessoas infelizmente vieram a óbito em decorrência dos efeitos do contato radiação. Que possíveis efeitos a saúde a radiação nuclear traz para um ser humano que tenha tido contato direto? *

A pessoa ao ter contato com radiação, desenvolve câncer, e morre.

Hemorragias externas, febre excessiva, dores de cabeça, dores de garganta, infecções necrosantes da pele.

Náuseas, tonturas, diarreias, hemorragias internas, problemas respiratórios, desenvolvimento de câncers.

Página 16 de 32

Fonte: Própria (2022).

O problema 5 apresenta relação com as vestimentas corretas para prevenção de possíveis acidentes (Figura 14). Ele é composto por três opções de vestimentas, e o estudante deve marcar qual é a mais adequada para evitar uma exposição à radiação. Este problema possibilita que o estudante relacione os conhecimentos sobre radioatividade (tipos de radiação) em situações cotidiana, como por exemplo, qual vestimenta é necessária quando se faz um procedimento de Raio-X em um hospital de modo a diminuir a exposição?

Figura 14. Problema 5.

5º problema.

De acordo com todas as informações que o diretor já recebeu de você, ele acredita em seu potencial. Mas para que possa confirmar essa informação, ele pede para que você selecione a maneira adequada e segura para em casos de emergências a segurança dos funcionários seja preservada. *



Opção 1



Opção 2



Opção 3

Fonte: Própria (2022).

E, o problema 6 (Figura 15), é correlacionado com o descarte correto de materiais radioativos. O participante tem quatro possibilidades de resolução do problema. Esse problema é inspirado, principalmente, no acidente do Césio-137 ocorrido em Goiânia em que um aparelho de radioterapia foi abandonado de forma incorreta e, em consequência disso, ocorreu a contaminação de milhares de pessoas (que até hoje ainda sofrem com os problemas causados pela contaminação). Lembrando que o acidente com Césio-137 foi o maior acidente radioativo do Brasil e o maior do mundo ocorrido fora das usinas nucleares.

Figura 15. Problema 6.

Último problema.

O descarte incorreto de material radioativo é um grande precursor de acidentes. Assim como aconteceu em Goiânia, com o Césio-137, onde as pessoas tiveram acesso ao material radioativo. O diretor analisou, e observou que necessita de um descarte correto para usina Mandacaru. Você é o responsável por designar que método é melhor. *

Imagem ilustrativa 1

Imagem ilustrativa 2

Imagem ilustrativa 3

Imagem ilustrativa 4

Fonte: Própria (2022).

3.2.1.5 Progressões

A cada desafio realizado na AG com acertos o participante tem a oportunidade de prosseguir para o próximo problema (Figura 7). Ou em casos de erros, o participante tem duas possibilidades: receber advertência e ainda permanecer na atividade (Figura 8); ou ser demitido (Figura 9). Além disso, o participante tem acesso ao seu progresso na atividade através da barra de progresso mostrada na parte inferior à esquerda do formulário, conforme mostrado nas figuras 9 e 13.

3.2.1.6 Avaliação

Em relação ao elemento Avaliação o participante recebe um *feedback* dependendo da sua resposta, sendo ela positiva ou negativa (Figuras 8, 9 e 16), podendo levá-lo à uma possibilidade de recuperação, demissão, ou prosseguimento da atividade.

Figura 16. Exemplo de avaliação.

MUITO BEM! 😊

Uma usina deve ser construída com o mínimo de risco possível. Neste caso, o mais distante de regiões que possuam riscos de abalos sísmicos.

Próxima!

Fonte: Própria (2022).

3.2.1.7 Possibilidade de recuperação

Na atividade gamificada algumas questões apresentam a possibilidade de recuperação da resposta dada (Figura 17). O participante pode retomar sua linha de raciocínio e retornar à atividade respondendo outro problema relacionado. Essa possibilidade é vista de forma positiva considerando a aprendizagem autônoma do aluno.

Figura 17. Exemplo de uma possibilidade de recuperação.

Você ainda pode se redimir...

Além do uso de uma engenharia baseada na prevenção de abalos sísmicos, o que você poderia sugerir para que acidentes como em Fukushima não venham a acontecer? *

- Construção da usina em lugares desertos.
- Construção da usina em lugares que não apresentem riscos de abalos sísmicos.
- Construção da usina longe do mar.
- Construção da usina com base em sistemas de segurança reforçados.

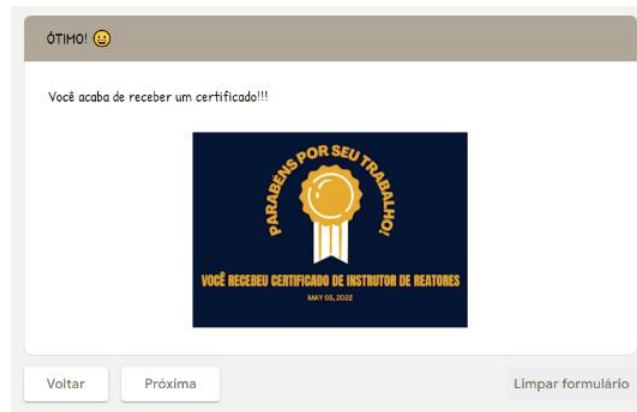
Voltar Próxima Limpar formulário

Fonte: Própria (2022).

3.2.1.8 Recompensa

Ao resolver os problemas da atividade gamificada Mandacaru Radioativa de forma a manter o pleno funcionamento da usina e evitando qualquer tipo de acidente, o estudante recebe a recompensa final: ser contratado como o mais novo engenheiro da usina Mandacaru Radioativa. O estudante é conduzido a assinar um contrato (fictício). Este momento envolve características da gamificação como o engajamento e sensação de pertencimento. Assim, o participante pode receber alguns certificados como forma de premiação de acordo com o seu progresso na atividade, conforme mostrado na Figura 18.

Figura 18. Exemplo de uma recompensa.



Fonte: Própria (2022).

Além disso, no decorrer da atividade, foram colocadas algumas imagens com curiosidades e suas respectivas descrições (Figura 19) apresentando características da narrativa, para que o aluno possa abranger seu conhecimento sobre como se dá o funcionamento de uma usina nuclear e também sobre os danos causados pelo contato direto com a radiação e o descarte correto de materiais radioativos no Brasil. Essas curiosidades fazem uso de imagens ilustrativas e explicativas (em alguns casos, as imagens são reais, como a do acidente de Goiânia e de Chernobyl).

Figura 19. Exemplo de curiosidades.



Fonte: Própria (2022).

Destarte, a partir de uma AG como a proposta, é possível observar que “as vantagens de sua utilização, em sala de aula, ultrapassam a simples assimilação de conceitos e fórmulas” (PEREIRA, FERREIRA, 2017, p. 5). Ao inserir alguns elementos dos *games* (características da gamificação) na AG será possível uma participação mais ativa do estudante, além de uma maior colaboração e interação entre eles (OLIVEIRA; LEITE, 2021). A incorporação dos elementos de *games* numa atividade para estudantes pode auxiliar na aprendizagem de conceitos transversais que se interligam a vários assuntos, tornando-os mais atraentes.

A atividade gamificada se encontra disponível no seguinte endereço: <https://bit.ly/gamificacaorad> e também no site do LEUTEQ (www.leuteq.ufrpe.br) no menu RDD.

3.3 Mandacaru Radioativa: sobre a utilização

Por conseguinte, a aplicação na escola sucedeu com base no PA (Apêndice A). A seguir apresenta-se os resultados obtidos na Tabela 1, quanto aos objetivos relacionados com a Taxonomia de Bloom Revisada, que é “utilizada com o intuito de melhor estruturar os objetivos educacionais, ao mesmo tempo em que auxilia os educadores na melhor elaboração do planejamento e na escolha adequada de estratégias e tecnologias educacionais” (FERRAZ; BELHOT, 2010, p. 427). Em que, relaciona os objetivos a serem alcançados durante a aplicação da AG, com a dimensão dos conhecimentos a serem adquiridos pelos estudantes. Com exceção do objetivo de criar, que não foi inserido na aplicação da AG por conta do curto tempo, todos os objetivos foram descritos durante os resultados de cada atividade.

Quadro 4. Tabela taxonômica dos objetivos cognitivos alcançados durante a aplicação da AG.

DIMENSÃO DO CONHECIMENTO	DIMENSÃO DO PROCESSO COGNITIVO				
	Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar
Conhecimento Factual	X	X			
Conhecimento Conceitual			X	X	X
Conhecimento Processual	X	X	X	X	X
Conhecimento Metacognitivo			X		

Fonte: adaptado de Krathwohl (2002).

De acordo com Krathwohl (2002), o conhecimento factual está relacionado com o conteúdo básico que os estudantes devem ter sobre uma disciplina para que assim, possa resolver problemas baseados nesse conhecimento. Nesse sentido, o estudante relaciona o conteúdo básico que já adquiriu, com o novo, levando-se em consideração os domínios cognitivos de lembrar e entender, descritos nos momentos do PA da atividade. Já a dimensão

do conhecimento conceitual baseia-se nas inter-relações entre os elementos básicos num contexto mais elaborado, permitindo que os estudantes realizem novas descobertas (KRATHWOHL, 2002). Assim, correlacionando com o PA da atividade, os elementos básicos já sendo abordados nos processos cognitivos de lembrar e entender, são conectados aos processos cognitivos de aplicar, analisar e avaliar.

Ainda de acordo com Krathwohl (2002), o conhecimento processual é relacionado à como o aluno faz, utilizando-se de métodos de investigação e critérios para usar habilidades, algoritmos e técnicas. Relacionando com o PA, foi levado em consideração todo o procedimento realizado durante a aplicação, já que todos os processos cognitivos presentes foram realizados através de métodos. E, por fim, o conhecimento metacognitivo baseia-se no conhecimento sobre cognição, bem como na tomada de consciência sobre o conhecimento adquirido (KRATHWOHL, 2002). Nesse contexto, relacionando-se com o PA os estudantes serão capazes de tomar consciência do conhecimento adquirido na dimensão cognitiva de aplicar.

3.3.1 A aplicação da Mandacaru Radioativa

Durante o **primeiro momento** do PA, foi realizada uma retomada (Figura 20) de conceitos sobre o conteúdo de radioatividade visto anteriormente, através de uma tempestade de ideias ou *brainstorming*. Esse tipo de atividade “promove a discussão em pequenos grupos e impede a dominação da discussão por uma única pessoa, encorajando os membros mais passivos a participarem, resultando em um conjunto de soluções ou recomendações coletivas” (SAMPLE, 1984 *apud*. MELO; KIPPER, 2020, p. 167). Neste momento, o professor/pesquisador foi o responsável por mediar a atividade, anotando as ideias, proporcionando ao estudante autonomia na construção de seu aprendizado, seguindo o pilar da ATA referente ao papel docente no processo de ensino e aprendizagem (LEITE, 2018). Além disso, o pilar da aprendizagem também foi evidenciado neste momento a partir da colaboração dos estudantes durante a atividade (LEITE, 2018).

Figura 20. Retomada de conceitos.

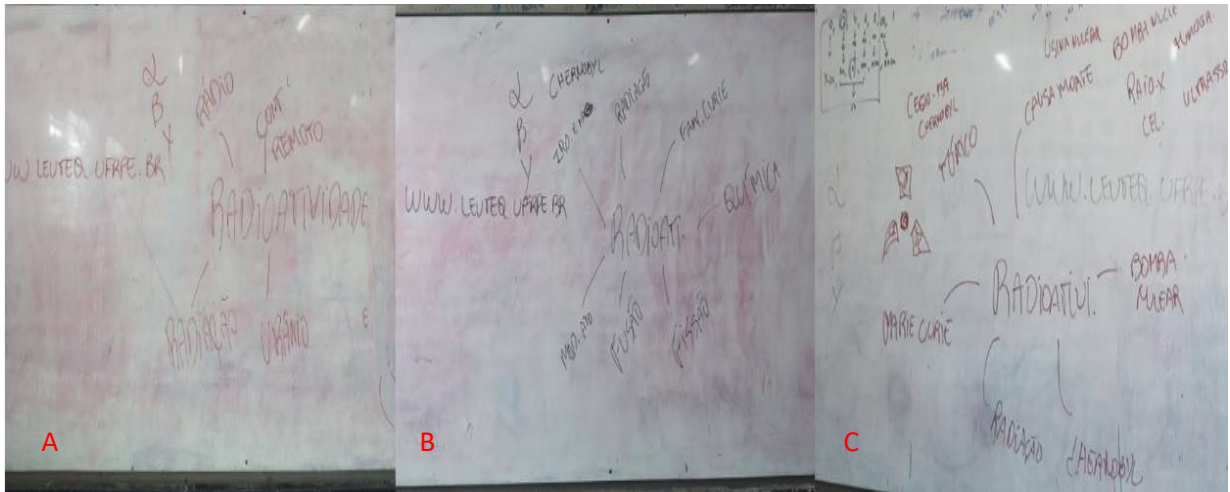


Fonte: Própria (2022).

Dessa maneira, os estudantes foram induzidos a levantarem palavras/contextos/conteúdos que envolvesse a palavra radioatividade. Essa atividade é evidenciada pelos objetivos de Bloom de que ao possibilitar que os alunos lembrem o conteúdo (domínio cognitivo de lembrar), uma vez que, a partir do resgate dos conteúdos já aprendidos, os alunos foram capazes de reconhecer e reproduzir conteúdo estabelecendo uma conexão do novo com o previamente adquirido, possibilitando o reconhecimento, a exemplificação, e a explicação (FERRAZ; BELHOT, 2010; KRATHWOHL, 2002). Sendo assim, isso foi possível estimar a partir da participação dos alunos, e dos conteúdos que os mesmos expuseram.

Com base nos resultados obtidos na 1ª atividade, observa-se que em todas as 3 turmas foi citada a palavra “radiação” (Figura 21), e quando questionados por que, em sua grande maioria responderam que a radioatividade é relacionada com a emissão de partículas. Quando questionados sobre quais partículas, todas as turmas relataram as partículas alfa (α), beta (β), e gama (γ), conforme a Figura 21.

Figura 21 – Tempestade de ideias (a) turma A. (b) turma B. (c) turma C.



Fonte: Própria (2022).

Duas das turmas citaram a cientista Marie Curie (Figuras 21b e 21c), e quando questionados, relataram que por ser uma mulher e por suas descobertas em torno da radioatividade, além disso, citaram também alguns acidentes radioativos, como Chernobyl e Césio-137, e quando questionados esclareciam que “foram acidentes que envolveram radioatividade” (E1) e “foram bastante conhecidos” e “perigosos” (E2).

Em coerência, apenas uma das turmas inferiram o termo “usina nuclear” como mostrado na Figura 21c e quando interrogados explicaram que por ser uma fonte de energia que utiliza de “energia radioativa” (E31) e “elementos radioativos” (E40). A turma B (Figura 21b) citou os processos de fusão e fissão de átomos instáveis. Foi solicitado que eles justificassem e diferenciassem os dois procedimentos onde relataram que fusão remetia a “juntar os elementos” (E23), e fissão a separar (E24).

Houve algumas afirmações que foram confusas para os alunos com base no conteúdo, exemplo: “controle remoto” (E6) e “termômetro” (E7) (Figura 21a), mas que foram explicadas e corrigidas de imediato. Todas as turmas lembraram os tipos de emissões radioativas, enfatizando que já haviam aprendido sobre.

Ao fim da primeira atividade foi realizado o **segundo momento** do PA, uma breve revisão (Figura 22) sobre a radioatividade, os tipos de emissões, sua utilização contextualizada com as usinas nucleares, principais acidentes radioativos e danos à saúde ocasionados por esses tipos de acidentes. Neste momento os alunos também puderam pontuar questões relacionadas e citar exemplos. Assim como na atividade anterior, neste momento o professor atuou como

mediador do conhecimento, seguindo o modelo da ATA (LEITE, 2018). Além disso, também foram relacionados os pilares da aprendizagem e avaliação, uma vez que, os estudantes podiam pontuar, comparando com o conteúdo abordado, e aprendendo de acordo com a colaboração da turma e do mediador (LEITE, 2018). Em relação ao objetivo educacional, observa-se que o segundo momento buscou que os alunos pudessem entender (domínio cognitivo) melhor o conteúdo a ser tratado, bem como relacionar seus conhecimentos a partir da exemplificação, interpretação e conclusão. Foi possível avaliar os resultados através da observação da participação dos estudantes neste momento por meio das falas, posicionamentos e cooperação. Estas observações foram registradas no caderno de notas da pesquisadora.

Figura 22. Momento da revisão.



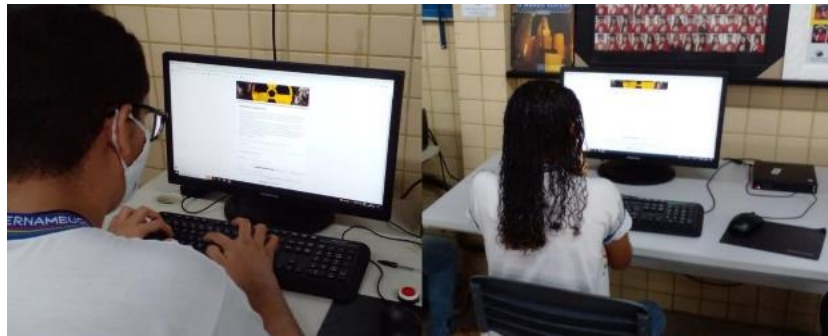
Fonte: Própria (2022).

3.3.2 Resultados da aplicação da AG

Os discentes foram instruídos à realização da AG (Figura 26), consistindo no **terceiro momento** do PA. Esta atividade teve como objetivos educacionais, baseados na Taxonomia de Bloom Revisada, aplicar e analisar, em que os estudantes realizam “a aplicação de um conhecimento numa situação nova” (FERRAZ; BELHOT, 2010), diferenciando, organizando e atribuindo todo o conteúdo adquirido (KRATHWOHL, 2002). Neste momento, foi realizada a utilização das tecnologias disponíveis aos estudantes, caracterizando o pilar dos recursos tecnológicos da ATA (LEITE, 2018). Além disso, o protagonismo do aluno também foi observado, haja vista que os estudantes tiveram a oportunidade de aplicar seus conhecimentos adquiridos nos momentos anteriores de forma autônoma, desenvolvendo sua aprendizagem e podendo avaliá-la de forma independente (LEITE, 2018). A avaliação da aprendizagem ocorreu

de modo que os participantes através dos elementos dos *games* distribuídos na atividade puderam perceber seus erros e acertos, analisando sua aprendizagem, atendendo a um dos pilares da ATA, a avaliação da aprendizagem (LEITE, 2018).

Figura 23. Aplicação da AG.

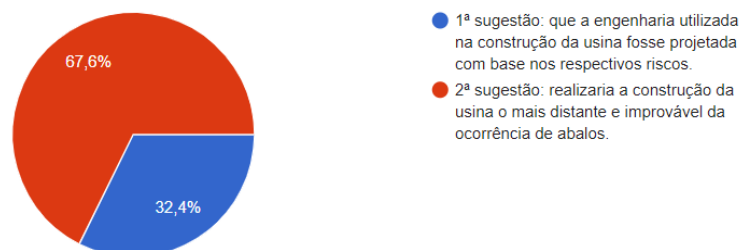


Fonte: Própria (2022).

Nesta etapa, foram obtidas 68 respostas no formulário provenientes dos discentes da escola na AG. Abaixo foram descritos os resultados.

No primeiro problema, em que os participantes deveriam responder sobre a construção de uma usina com o mínimo de riscos possíveis em que se obteve que 67,6% dos estudantes responderam corretamente à questão sobre a construção de uma usina nuclear segura, como mostra a figura 24.

Figura 24. Respostas para o problema 1.



Fonte: Própria (2022).

Os demais estudantes (32,4%) foram destinados à uma página de recuperação respondendo à questão sobre sugerir o que poderia ser feito para que não acontecesse acidentes como o de Fukushima, a partir do *feedback* recebido. Com base em Costa e Verdaux (2016, p. 63) “além de possibilitar um maior número de oportunidades de sucesso para os estudantes, o

uso de *feedbacks* como estratégia de ensino viabiliza um contato maior com os conhecimentos a serem assimilados”. Os dados revelam que a maioria dos estudantes (18 estudantes, 81,8%) responderam corretamente ao problema (Figura 25), evidenciando assim o resultado positivo da utilização de uma recuperação em atividades gamificadas, possibilitando ao estudante retornar, responder de maneira coerente e dar prosseguimento ao restante da atividade. Isso corrobora diretamente com um dos aspectos que podem ser utilizados na gamificação e que auxiliam no desenvolvimento do conteúdo trabalhado, a possibilidade de recuperação (LEITE, 2017).

Figura 25. Porcentagem de respostas para 1ª recuperação.



Fonte: Própria (2022).

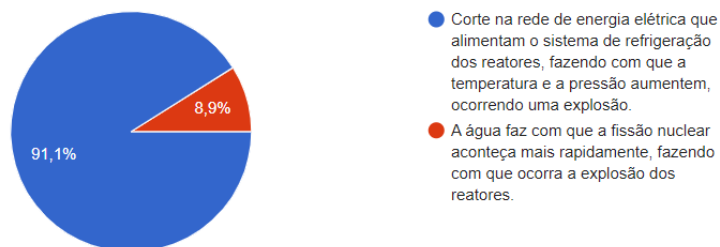
No 2º problema é relacionado ao acidente de Fukushima sobre os riscos de superaquecimento de reatores, onde o participante deveria se posicionar de forma a evitar estes riscos. Os dados revelam que 92,6% dos participantes (63 estudantes) acertaram a resposta e receberam a recompensa (sendo ela disponibilizada como forma de sucesso no contexto do ambiente). Segundo Oliveira e Leite (2021), a recompensa é capaz de estimular o engajamento para o estudante se manter na atividade. Além disso, a recompensa é válida como um reconhecimento do esforço do trabalho realizado com sucesso (COSTA; VERDAUX, 2016). Os demais estudantes (7,4%) ao responderem de forma incoerente com a questão tiveram como resultado sua demissão, isto é, cinco participantes foram demitidos ficticiamente uma vez que suas ações levariam a problemas na usina. As respostas destes estudantes ocasionariam um problema que atingiria diretamente o funcionamento da usina (os parâmetros da água de temperatura e pressão precisam ser monitorados rotineiramente sendo necessário, fontes alternativas de energia elétrica em casos de corte direto da rede de abastecimento). Assim, 63 participantes puderam dar prosseguimento para o 3º problema.

No 3º problema relacionado aos possíveis danos que poderiam ser causados caso um tsunami atingisse a Mandacaru Radioativa, os resultados demonstraram que dos 63 estudantes, 88,9% (56 alunos) responderam corretamente evidenciando o que aprenderam sobre o sistema

de resfriamento de um reator. Os demais 11,1% (sete alunos) responderam incorretamente e receberam uma advertência com *feedback* sobre seu posicionamento (um texto explicando o motivo da resposta não ser adequada) seguindo diretamente para a página do 4º problema.

Os que responderam corretamente (56 estudantes) foram direcionados à uma página extra (página intermediária entre o 3º e 4º problema) onde o diretor os parabeniza por se saírem bem, mas pede uma melhor explicação para o problema anterior (etapa de elucidação), solicitando que eles respondessem sobre o que aconteceria se houvesse uma possível paralisação do sistema de resfriamento dos reatores. Neste momento, os estudantes puderam analisar suas respostas anteriores e lembrar como era o funcionamento de um sistema de resfriamento. De acordo com Costa e Vernaux (2016), ter a possibilidade de explicação e/ou recuperação é uma forma considerar a dificuldade progressiva do participante, adaptando o desafio para a realização da atividade com eficácia. Os resultados (da etapa de elucidação) mostraram que 91,1% (51 dos participantes) conseguiram relacionar melhor o conhecimento a partir da retomada dos conceitos, e apenas 5 estudantes (8,9%) responderam incoerente (figura 26), mas todos os 63 estudantes tiveram a oportunidade de prosseguir.

Figura 26. Porcentagem de respostas para a elucidação.



Fonte: Própria (2022).

No problema quatro, relacionado aos danos à saúde humana em caso de contato direto com níveis altos de radiação, os resultados mostraram que 98,4% dos participantes (62 estudantes) responderam corretamente (recebendo sua recompensa), e apenas 1,6% (1 estudante) respondeu com incoerência, recebendo uma advertência com *feedback*, podendo prosseguir para a próxima fase. Nenhum aluno respondeu à questão que ocasionaria em morte do indivíduo (“A pessoa ao ter contato com radiação, desenvolve câncer e morre”). Evidenciando uma possível aprendizagem dos estudantes acerca do conteúdo, já que o percentual de estudantes que responderam corretamente foi significativo e o percentual de erros

foi relativamente baixo (as duas questões respondidas apresentavam características bem parecidas) descrevendo um dos pilares da ATA (LEITE, 2018).

Avançando, com relação ao problema 5, em que o participante respondeu sobre a maneira adequada e segura para em casos de emergências que a segurança dos funcionários da Usina Mandacaru Radioativa fosse preservada, observou-se que 90,5% dos estudantes escolheram a vestimenta correta (Figura 27c) que deve ser utilizada em caso de exposição à altos índices de radiações (prossequindo para próxima fase). Já 6,3% (quatro estudantes) escolheram a opção 1 incorreta e 3,2% (dois estudantes) a opção 2 também incorreta (Figura 27a e Figura 27b, respectivamente), ambos participantes seguiram para uma página de recuperação.

Figura 27. Opções de Vestimentas relacionadas ao problema 5, opções: (A) incorreta (B) incorreta (C) correta.



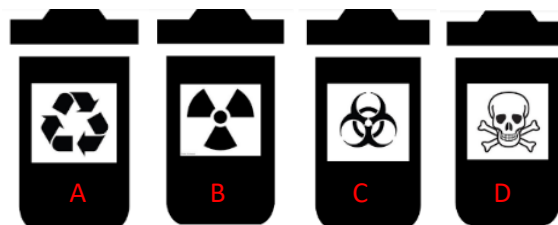
Fonte: Própria (2022).

O quantitativo correspondente na página de recuperação foi de 6 alunos, onde foi obtido como resultado 100% respostas corretas, demonstrando uma possível compreensão dos participantes do conteúdo abordado a partir da possibilidade de recuperação e evidenciando o que Leite (2020, p. 149) relaciona entre modelo de Aprendizagem Tecnológica Ativa e a gamificação, na qual o estudante “aprende por competências a cada mudança de nível”, demonstrando domínio sobre o conhecimento.

No sexto problema que se tratava da maneira de descarte de materiais radioativos mais adequada, os resultados mostraram que 93,7% (59 alunos) responderam corretamente sobre o descarte correto de materiais radioativos (Figura 29b), evidenciando que os mesmos conseguiam distinguir o tipo de material de descarte e sua “lixreira” relativa. Os quatro

estudantes que responderam de forma incorreta, 1,6% (um) escolheu a Figura 29a, 1,6% (um) escolheu a Figura 29c e 3,2% (dois) escolheram a Figura 29d, foram demitidos.

Figura 29. Imagem ilustrativa referente ao local apropriado para o descarte de materiais radioativos presente no problema 6.



Fonte: Própria (2022).

Dessa maneira, o somativo total de participantes que conseguiram chegar ao fim da AG foi de 59 estudantes (93,7%) e 9 estudantes (6,4%) foram demitidos durante a realização da proposta. Os 59 estudantes que finalizaram a atividade receberam uma recompensa final que era serem contratados (ficticiamente) para trabalhar na usina Mandacaru Radioativa, evidenciando a criação de um perfil personalizado, que é uma conexão entre o suporte das tecnologias (um dos pilares da ATA) com a ação observada na gamificação (LEITE, 2020).

De acordo com os resultados obtidos foi possível constatar que os estudantes, em sua maioria, souberam desenvolver bem a AG tal qual mostrou-se eficiente quanto ao modelo da aprendizagem tecnológica ativa, já que possibilitou a participação ativa dos alunos fazendo com que eles discutissem, engajassem e se motivassem na resolução dos desafios propostos pela AG (LEITE, 2020; LOPES, 2021).

3.4 Análise das percepções dos estudantes sobre a AG

Na presente seção serão apresentados os resultados obtidos referentes às percepções dos participantes acerca da AG. Primeiramente descreve-se os resultados do questionário avaliativo, e por conseguinte os resultados da entrevista.

3.4.1 Resultados da aplicação do questionário avaliativo

Após a finalização da utilização da AG, os participantes responderam ao questionário avaliativo, **quarto momento** do PA. Essa atividade tem como objetivo educacional, segundo a

Taxonomia de Bloom Revisada, avaliar (domínio cognitivo) em que os estudantes estarão realizando “julgamentos baseados em critérios e padrões qualitativos e quantitativos ou de eficiência e eficácia” (FERRAZ; BELHOT, 2010) da AG. Além disso, cada questionamento apresentou um domínio a ser trabalhado e, dessa forma, os resultados obtidos foram analisados.

Constatou-se que, no primeiro questionamento sobre ter conhecimento acerca da radioatividade que 80,8% (55 alunos) já haviam tido contato com o conteúdo de radioatividade através de filmes, internet e na própria escola e que 19,1% (13 alunos) ainda não tiveram contato com a temática. Esses dados apontam que, mesmo no terceiro ano do Ensino Médio, há estudantes que não foram apresentados ao conteúdo da Radioatividade em sua formação. Isso evidencia uma lacuna significativa na formação do estudante, uma vez que não ter acesso a um conteúdo relativamente importante, dificulta que ele seja conscientizado sobre os riscos e benefícios da Radioatividade e que pode impedir que o estudante saiba tomar decisões acertadas quando surgirem momentos que exijam dele ações relacionadas a Radioatividade (por exemplo, identificar algo radioativo). Além disso, o conteúdo ao não ser abordado pode impedir que o estudante desperte seu interesse para sua formação profissional nesta área, ou seja, ele pode desconhecer profissões relacionadas com a temática (Engenheiro Químico, Químico nuclear etc.). Esses dados também apontam que o conteúdo de radioatividade ainda é de difícil compreensão e por muitas vezes os estudantes acabam esquecendo rapidamente corroborando com a necessidade de novas práticas pedagógicas. Além disso, o domínio cognitivo de lembrar foi evidenciado, visto que, um número significativo de estudantes (55 de 68 do total, ou seja, 80,9%) lembrou do conteúdo em questão (FERRAZ; BELHOT, 2010; KRATHWOHL, 2002).

No segundo questionamento, ao qual indagava sobre o aprendizado de algum novo conceito, do total, 85,2% (58 estudantes) sinalizaram positivo. Quando questionados sobre qual, algumas respostas foram: “aprendi que a radiação pode provocar danos ao corpo” (E1); “alfa é uma emissão radioativa baixa em comparação a emissão beta” (E7); “é uma capacidade que alguns elementos instáveis possuem de emitir energia sob forma de partículas ou radiação eletromagnética” (E17). Esses dados apontam para uma aprendizagem efetiva a partir das atividades envolvidas durante a aplicação AG, e mostrando sua potencialidade quanto ao rendimento dos estudantes (OLIVEIRA; LEITE, 2021). Para além, também foi evidenciado o domínio cognitivo de entender, já que foi demonstrado através da percentagem de estudantes que afirmaram aprender algo novo (FERRAZ; BELHOT, 2010; KRATHWOHL, 2002). Ademais, os estudantes que sinalizaram negativamente justificaram suas respostas: “já tinha visto relato de usinas que fizeram desastres e pessoas que morreram por conta da

radioatividade” (E23); “eu tinha conhecimento sobre o lixo radioativo, a maneira das vestes e a maneira de lidar com a radioatividade” (E35); “fissão... fusão nuclear” (E48).

Referente à sexta questão sobre em que era possível encontrar conceitos envolvendo a radioatividade no cotidiano se observou que 80,9% (55 alunos) das respostas foram sim, evidenciando a primeira questão que obteve os mesmos resultados reafirmando o conhecimento prévio dos discentes, retornando a um dos domínios cognitivos da Taxonomia de Bloom Revisada de lembrar um conteúdo buscando informações armazenadas (FERRAZ; BELHOT, 2010). Quando solicitados a justificarem suas respostas, os estudantes que responderam que sim (já sabiam onde encontrar) justificaram dizendo: “máquinas de radiografia” (E16); “energia” (E17); “emissões” (E19). Os que responderam não (aprenderam onde encontrar conceitos que envolvem a radioatividade com a AG), 19,1% (13 estudantes) justificaram que aprenderam a partir que a radioatividade está presente no cotidiano, como em “raio x, mas tem pouca radiação, por isso não sentimos sintomas” (E21), de “que ao ter contato com a radiação sem medidas protetivas pode causar tonturas, diarreias, etc.” (E30) e “nas usinas nucleares” (E36). Essas respostas apontam que através do uso de uma atividade gamificada (elementos dos *games*), os estudantes conseguiram interligar melhor o conteúdo, inferindo que é possível promover uma aprendizagem efetiva a partir da gamificação (ARAÚJO; CARVALHO, 2018).

Do total de alunos participantes, 82,4% (62 estudantes) afirmaram na questão 9 (você acha que a Atividade despertou seu interesse/curiosidade para aprender sobre radioatividade?) que a AG despertou a curiosidade/interesse pela radioatividade. Já 17,6% (12 estudantes) se sentiram motivados a seguir uma carreira como engenheiro nuclear após a aplicação da atividade, inferindo que a AG pode apresentar uma significativa influência nos interesses do estudante. Nesse contexto, a motivação e o interesse dos discentes são uns dos principais objetivos buscados através de atividades gamificadas (LEITE, 2017; LEITE, 2020; LOPES, 2020; OLIVEIRA; LEITE, 2021; SANTOS; JANKE; STRACKE, 2020). Destarte, nessa questão os estudantes fizeram uso dos domínios cognitivos de analisar e avaliar a AG, visto que organizaram as características e opinaram sobre um determinado aspecto (FERRAZ; BELHOT, 2010; KRATHWOHL, 2002).

Além disso, 95,5% (65 estudantes) responderam que esse tipo de atividade pode facilitar a aprendizagem sobre o conteúdo de radioatividade e 97% (66 estudantes) afirmaram que pode facilitar o ensino de Química, justificando que a AG: “estimula nosso cérebro e nos ajuda a compreender melhor a matéria” (E13); “sim, porque química é um pouco chata e cansativa, e atividades como esta torna a matéria mais legal e facilita a gente aprender” (E17); “eu gostei

porquê aprendo mais envolvendo tecnologia tipo celular ou computador” (E21); “é mais fácil aprender com ‘jogos’” (E51). Estes dados evidenciaram um dos pilares do modelo ATA que é o suporte das tecnologias, enfatizando a importância de seu uso em uma aprendizagem ativa, engajando os estudantes e promovendo narrativas interativas (LEITE, 2018). Ademais, a aprendizagem (pilar da ATA) e o protagonismo dos estudantes (pilar da ATA) também foram evidenciados, já que os alunos responderam de forma autônoma a todos os processos que envolveram a aplicação da AG e demonstraram facilidade ao aprender (LEITE, 2018). Ademais, os domínios cognitivos evidenciados nestas questões foram o de avaliar e analisar, visto que, os estudantes analisaram se a atividade era significativamente boa, e avaliaram se ajudaria na aprendizagem (FERRAZ; BELHOT, 2010; KRATHWOHL, 2002).

Destarte, referente a questão 11 (*A atividade possibilitou que você saiba reconhecer as consequências da exposição à radioatividade?*) os resultados mostraram que, 92,6% (63 participantes) responderam positivamente (concordando totalmente) e apenas 7,4% (5 participantes) responderam negativamente (discordando totalmente). A partir destes dados, foi possível observar que a atividade apresenta significativa efetividade na aprendizagem dos estudantes (pilar da aprendizagem), já que o percentual de positividade quanto à AG foi relativamente alto. Além disso, neste questionamento também foram observados os domínios cognitivos de avaliar e analisar, uma vez que os estudantes analisaram a potencialidade da AG e avaliaram se possibilitaria o reconhecimento referente à radioatividade.

Na questão décima segunda, em que os participantes foram questionados sobre se sentem-se motivado/interessado em seguir uma carreira como engenheiro nuclear, apenas 23,5% (16 alunos) concordaram totalmente e 76,5% (52 alunos) discordaram totalmente. Esses dados refletem o que foi descrito na primeira questão, que o conteúdo ao não ser trabalhado em sala, pode impedir o despertar do interesse dos estudantes por profissões relacionadas ao conteúdo/área. Além disso, neste questionamento foi observado os domínios cognitivos analisar/avaliar, em que os estudantes analisaram a proposta de acordo com suas observações e avaliaram sob suas perspectivas se seguiriam a função de engenheiro nuclear.

Quando questionados sobre a Química ser uma disciplina de fácil compreensão (Questão 14) os estudantes responderam que: “alguns conteúdos mais fáceis, outros mais difíceis” (E3); “depende do ensino do professor, a forma dele ser explicado, e um bom desempenho do aluno torna tudo mais fácil” (E17); “é bem complexo” (E33). E, referente aos comentários, de maneira geral os discentes acharam a atividade longa, demonstrando através de falas como “32 páginas é muito” (5 estudantes responderam desta forma) e “é muito grande”

(12 estudantes responderam desta forma). Por outro lado, também relataram que “foi ótima” (10 estudantes apresentaram esta resposta em seus comentários); “muito bem organizada” (E10 e E45); “tem bastante detalhe” (E23 e E48); “é fácil, mas é chatinha” (E7). Demonstrando que o estudo da Química ainda é considerado complexo pelos estudantes, e que por muitas vezes eles não a compreendem da maneira adequada. Dessa maneira, segundo Rocha e Neto (2016, p. 1)

verifica-se a necessidade de falar em educação química, priorizando o processo ensino/aprendizagem de forma contextualizada, problematizadora e dialógica, que estimule o raciocínio e que os estudantes possam perceber a importância socioeconômica da química, numa sociedade tecnológica (ROCHA; NETO, 2016, p. 1).

3.4.2 Resultados da entrevista

Durante a aplicação do questionário alguns alunos que foram finalizando se dispuseram a responder a entrevista (ainda no **quarto momento** do PA), totalizando 12 estudantes, sendo quatro por turma. Esse tipo de coleta de dados é de suma importância porque “a relação que se cria é de interação, havendo uma atmosfera de influência recíproca entre quem pergunta e quem responde” (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p. 33). Além disso, “a grande vantagem a entrevista sobre outras técnicas é que ela permite a captação imediata e corrente da informação desejada, praticamente com qualquer tipo de informante e sobre os mais variados tópicos” (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p. 34).

Referente à primeira questão da entrevista, os participantes foram questionados se já haviam estudado algum conteúdo sobre a radioatividade, 11 dos 12 participantes responderam que sim, corroborando com os dados presentes no questionário, em que a maioria dos estudantes já haviam tido contato com o conteúdo. Ainda nesse contexto, aqueles que responderam que sim à pergunta, foi solicitado que eles informassem aonde (*se a resposta for sim, aonde?*). Os estudantes inferiram que “Vi com o professor aqui na escola” (E3) e “Eu vi no *tiktok* um vídeo” (E6). Esta última resposta revela a influência que o uso das TDIC pode ter e favorecer sobre os processos pedagógicos (VAZ; RIBEIRO; SOARES, 2016), neste caso da rede social *tiktok*. Ademais, os estudantes foram arguidos para destacar se identificaram algo semelhante ao que já tinham visto sobre o conteúdo de radioatividade (*O que você identificou de semelhante?*), algumas respostas revelavam que eles identificaram semelhanças quando se tratava dos “riscos da radioatividade” (E10), sobre “as partículas da radioatividade” (E11) e envolvendo “a

radiação” (E12). Além disso, nesta questão também foi identificado o domínio cognitivo de lembrar, assim como no questionário, a grande maioria lembrou o conteúdo já trabalhado.

O segundo questionamento apresenta respostas referentes ao entendimento por parte dos alunos sobre os riscos à exposição à radioatividade (*O que você conseguiu entender sobre os riscos da exposição à radiação?*). Todos os estudantes responderam que conseguiram entender sobre os riscos de exposição, dentre algumas respostas, os estudantes afirmaram que a exposição à radiação “traz riscos pra saúde como câncer, náuseas, vomito...” (E1), “como aconteceu no acidente de Césio-137” (E8) e “tive aqui na escola, mas eu não sabia dos riscos serem tão sérios” (E9). A partir disso, foi possível observar que os estudantes demonstraram que aprenderam algo durante a aplicação da AG, conforme os pressupostos da ATA, especificamente do pilar da aprendizagem (LEITE, 2018). Destarte, também foi possível observar o domínio cognitivo de entender, já que os estudantes poderiam entender, a partir da aprendizagem dos novos contextos e do tema que estava sendo discutido (FERRAZ; BELHOT, 2010; KRATHWOHL, 2002).

No caso da terceira questão, os estudantes expuseram suas opiniões sobre a importância de ter conhecimento sobre a exposição à radiação (*Você acha importante ter esse conhecimento sobre a radioatividade/exposição à radiação? Explique.*). Todos responderam positivamente ao questionamento sendo possível conjecturar que eles obtiveram conhecimento sobre os riscos do contato direto à radiação, associando à questão anterior. Algumas respostas relatadas foram: “Sim. Para não ter risco de contaminação por não saber como mexer” (A7), “Sim. Para evitar descarte errado e contaminação” (A11) e “Acho. Porque evita acidentes [...] muitas pessoas não sabem dos riscos” (A12). Neste sentido, os estudantes utilizaram-se do domínio cognitivo de avaliar ao responderem positivamente para a importância do conteúdo e do domínio de entender, uma vez que, precisaram explicar suas respostas (FERRAZ; BELHOT, 2010; KRATHWOHL, 2002).

Na quarta questão os discentes responderam sobre a AG ter ajudado a compreender sobre radioatividade (*Você acha que a atividade te ajudou a compreender o conteúdo de radioatividade?*). Todos os estudantes responderam que sim, enfatizando que: “Sim. Porque é divertido... ajuda a compreender melhor” (E4); “Sim. Porque ajuda a entender mais fácil o conteúdo... eu fui contratado... foi divertido” (E9). Estas respostas apontam para características de atividades gamificadas, que são o divertimento e o engajamento dos participantes (LEITE, 2017; LEITE, 2020; LOPES, 2020; OLIVEIRA; LEITE, 2021; SANTOS; JANKE; STRACKE, 2020), inferindo que a AG atingiu essas características (ludicidade e engajamento). Destarte,

observou-se que os estudantes fizeram uso do domínio cognitivo de avaliar (FERRAZ; BELHOT, 2010; KRATHWOHL, 2002), em que consideraram positivamente que a AG ajudou na compreensão do conteúdo envolvendo radioatividade.

No quinto questionamento os estudantes explicaram sobre o sentimento de instigação sobre a Química a partir da atividade realizada (*Você se sentiu instigado a conhecer mais sobre a Química, especialmente sobre a Radioatividade? Por quê?*). Apenas um aluno (E12) demonstrou desinteresse sobre a Química, justificando que “não gosto muito de Química” (E10). Os demais estudantes se mostraram instigados a respeito da atividade, descrevendo que: “foi mais fácil de aprender” (E2); “foi dinâmico” (E7); “foi feito de outro jeito... mais divertido” (E9). Essas respostas, assim como observado no questionário avaliativo, apontam para uma aprendizagem ativa e para o protagonismo do estudante (pilares da ATA), uma vez que, os estudantes responderam de forma autônoma a todos os processos que envolveram a aplicação da AG e também demonstraram facilidade ao aprender (LEITE, 2018). Outrossim, também foi evidenciada nessa questão o domínio cognitivo de analisar, uma vez que os estudantes precisaram analisar se a AG os instigaram a querer conhecer mais sobre o conteúdo e a partir disso, justificarem suas respostas (FERRAZ; BELHOT, 2010; KRATHWOHL, 2002).

Diante dos dados obtidos na entrevista é possível predizer que a AG auxiliou no desenvolvimento do aprendizado dos estudantes. Além disso, o uso de tecnologias vinculadas à aprendizagem ativa ampliou a construção da aprendizagem dos estudantes.

Para além, durante a atividade foi realizada também o registro das observações simples, no caderno de notas da professora/pesquisadora realizadas durante a aplicação da AG, que foi apresentada com o objetivo de auxiliar a análise dos dados (LÜDKE; ANDRÉ, 1986). Dentre as observações, destacam-se que: os alunos demonstraram conhecimento prévio sobre o conteúdo; houve algumas informações que foram incoerentes com o conteúdo, mas que foram corrigidas posteriormente; foi possível observar o entusiasmo dos estudantes em quererem receber os certificados (serem contratados). Além disso, foi registrado que os estudantes que foram demitidos solicitaram uma nova oportunidade para “serem contratados”. Tais situações evidenciaram que atividades desse contexto são valiosas para o desenvolvimento individual dos estudantes, permitindo que os mesmos consigam se sentir motivados a aprenderem, isto é, protagonistas no processo de construção de seus conhecimentos.

Por fim, com a AG Mandacaru Radioativa, compreende-se que “a abordagem da ATA em sala de aula, independentemente do nível e da modalidade de ensino, pode trazer benefícios

para os processos de ensino e de aprendizagem” (LEITE, 2020, p. 151). Além disso, a utilização da gamificação atrelada a ATA trouxe resultados importantes que servirão de base para novas pesquisas que englobem essas estratégias.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de atividades gamificadas no ensino pode promover uma aprendizagem ativa (centrada no estudante), embora que sua elaboração exija tempo e dedicação de seu(s) desenvolvedor(es). Nesse sentido, esta pesquisa apresenta a construção e apropriação de uma atividade gamificada para o ensino do conteúdo de radioatividade contextualizado de forma a propiciar uma aprendizagem ativa, envolvente e lúdica.

Em relação às pesquisas envolvendo a gamificação no ensino de Química, os dados apontam para um número reduzido de artigos publicados em periódicos estratificados com Qualis A e B que contemplam essa temática. A gamificação considerada por muitos como algo inevitável e que iria revolucionar o mundo, principalmente, devido ao desenvolvimento tecnológico (LEITE, 2017), no ensino de Química ainda se encontra incipiente. Os dados obtidos do levantamento bibliográfico revelam esta fase embrionária da gamificação no ensino de Química, contudo estes dados contribuíram para a elaboração da atividade gamificada em que se focou na construção de uma proposta que contemple o conteúdo de radioatividade de forma contextualizada e fazendo uso de recursos didáticos digitais.

No que diz respeito a usina Mandacaru Radioativa, observa-se a presença de no mínimo oito elementos de *games* (caracterizando uma gamificação), possibilitando o engajamento, a motivação e o interesse dos estudantes pelo conteúdo abordado. Além disso, a AG pode ser utilizada no ambiente escolar presencial ou de maneira virtual, de acordo com a estratégia proposta pelo professor (o que evidencia os pilares da aprendizagem tecnológica ativa). Enfatiza-se que a AG Mandacaru Radioativa visa propiciar uma aprendizagem efetiva, em que o próprio estudante constrói o caminho de seu conhecimento, uma vez que não há um único percurso a ser percorrido pelo estudante durante a atividade gamificada.

Os resultados obtidos a partir da aplicação da AG mostraram que, atividades desse tipo podem influenciar diretamente no aprendizado dos alunos. O quantitativo de alunos que conseguiram chegar ao final da AG demonstra o seu potencial quanto às respostas baseadas em *feedbacks*, recompensas, possibilidades de recuperação, narrativa e motivação (COSTA; VERDAUX, 2016; OLIVEIRA; LEITE, 2021; LEITE, 2020; LOPES, 2021). Outrossim, durante a aplicação os estudantes demonstraram satisfação ao realizarem a AG e entusiasmo ao perceberem que estavam conseguindo interligar os conhecimentos adquiridos, conforme os registros obtidos durante as observações.

O questionário avaliativo revelou que em sua grande maioria, os estudantes conseguiram aprender novos conceitos a partir da AG, e que atividades gamificadas podem ajudar no aprimoramento de diferentes formas de aprendizado e também influenciar no ensino de Química facilitando a assimilação dos conteúdos. Já nas entrevistas, a partir do contato direto com os alunos, foi possível observar que eles apresentavam entusiasmo em nas respostas, expondo suas opiniões de forma mais explícita, evidenciando que a AG possibilitou um melhor entendimento sobre a radioatividade e corroborando com os dados obtidos no questionário sobre o contato com o conteúdo.

Igualmente, a partir dos resultados obtidos podemos inferir, retomando a pergunta de pesquisa, que é possível estruturar o ensino da Química Nuclear através da utilização da gamificação vinculada à Aprendizagem Tecnológica Ativa. Uma vez que, a partir da aplicação de uma AG para o ensino de radioatividade com a utilização de um recurso digital, o *Google Forms*, em turmas do ensino médio, foi possível verificar resultados positivos quanto ao desenvolvimento dos participantes.

Com isso acredita-se que este tipo de atividade pode ser utilizada não só em salas de aulas físicas, mas em qualquer lugar e a qualquer momento, necessitando apenas de acesso à internet, o que sugere sua potencialidade em contribuir para um ensino ativo dos estudantes, ampliando suas percepções acerca do ensino de Química.

Por fim, conjectura-se que esta pesquisa aponta para a importância da implementação de novas estratégias e metodologias no processo de construção do Conhecimento Químico, por meio da gamificação. Considera-se também que uma atividade gamificada contextualizada, como a Mandacaru Radioativa, pode promover a construção de senso crítico nos estudantes e incentivar a curiosidade deles sobre a temática.

REFERÊNCIAS

- ALVES, G. F.; SOUZA, E. V.; SOUSA, O. M. Química Run: Uma Ferramenta Ludico-Educativa no Ensino de Química. In: WORKSHOPS DO V CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 5, 2016, **Anais...** Minas Gerais: 2016.
- ALVES, L. R. G. Games e educação – a construção de novos significados. **Revista portuguesa de pedagogia**. N. 42-2, p. 225-236, 2008.
- ANDRADE, L. S. A.; COSTA, I. F.; MORAIS, S. R.; FERREIRA, J. C. P.; SANTOS, A. P. B. O ensino de química e as metodologias ativas: uma abordagem para o conteúdo de ligações químicas. **Scientia Naturalis**, Rio Branco, v. 3, n. 2, p. 746-759, 2021.
- ARAÚJO, I.; CARVALHO, A. A. GAMIFICAÇÃO NO ENSINO: casos bem sucedidos. **Revista Observatório**, Palmas, v. 4, n. 4, p. 246-283, set. 2018.
- ARAÚJO, L. A.; GANIZEU, M. H. P.; LEITE, L. F. C. C.; AQUINO, K. A. S. A radioatividade no cotidiano: atividade com educandos do ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.13, n. 4, p. 160-169, 2018.
- ARRUDA, J. S.; SIQUEIRA, L. M. R. C.; FILHO, J. A. C.; HITZSCHKY, R. A.; BEZERRA, E. L. C. Metodologias Ativas com o uso de tecnologias digitais na formação docente. Sánchez, J. (2018) **Editor. Nuevas Ideas en Informática Educativa**, Volume 14, p. 441-445. Santiago de Chile.
- BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan./jun. 2011.
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/Semtec, 1999.
- BRASIL. **Orientações curriculares para o ensino médio**. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias / Secretaria de Educação Básica. – Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, v. 2, p. 135, 2006.
- CARDOSO, A. C. O.; MESSEDER, J. C. Gamificação no ensino de química: uma revisão de pesquisas no período 2010 – 2020. **Revista Thema**, v. 19, n. 3, p.670-687, 2021a.
- CARDOSO, A. C. O.; MESSEDER, J. C. Gamificação no ensino de química: uma proposta à luz do processo histórico educacional. **Revista Científica Multidisciplinar**. v.2, n.4, p. 1-21, 2021b.
- CARDOSO, A. T.; BERNARDES, G. C.; ANDRADE, L. V.; GOULART, S. M. “Casadinho da Química”: uma experiência com o uso da gamificação no ensino de química orgânica. **Revista Prática Docente**. v. 5, n. 3, p. 1701-1716, 2020.
- CLEOPHAS; M. G. Integração entre a gamificação e a abordagem STEAM no ensino de química. **REVASF**, Petrolina, v. 10, n. 23, p. 78-109, 2020.

COSTA, D. F.; SALES, G. L.; FILHO, M. C. C.; CASTRO, J. B. Gamificação de um percurso metodológico: o contributo de objetos de aprendizagem no ensino de eletrostática. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 2, p. 424-435, 2020.

COSTA, T. M.; VERDEAUX, M. F. S. Gamificação de materiais didáticos: uma proposta para a aprendizagem significativa da modelagem de problemas físicos. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.11, n. 2, p. 60-105, 2016.

CRUZ, J. G.; SILVA, L. J.; GOMES, R. D.; GOMES, S. D.; BRITO, A. L. Gamificação do google forms no ensino de Química Orgânica: saberes e fazeres no contexto de ensino remoto. IN: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 7, 2021. **Anais eletrônicos...** 2021.

Disponível em:

<https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2021/TRABALHO_EV150_MD1_SA119_ID3425_29072021214103.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2022.

CUNHA, M. B. 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.

DIESEL, A.; BALDEZ; A. L. S.; MARTINS, S. N. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, v. 14, n. 1, p. 268-288, 2017.

DINIZ, F. V. S.; SANTOS, C. A. Ensinando atomística com o jogo digital “Em busca do Prêmio Nobel”. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 41, n° 3, e20180268, 2019.

DUMONT, L. M. M.; CARVALHO, R. S.; NEVES, A. J. M. O Peer Instruction como proposta de metodologia ativa no ensino de química. **Journal of Chemical Engineering and Chemistry**. v. 2, n. 3, p. 107-131, 2016.

FARIAS, P. A. M.; MARTIN, A. L. A. R. & CRISTO, C. S. Aprendizagem ativa na educação em saúde: percurso histórico e aplicações. **Revista Brasileira de Educação Médica**. v. 39, n. 1, p.143-151, 2015.

FERRAZ, A. P. C. M.; BELHOT, R. V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010.

FERREIRA, R. R. A radioatividade no ensino médio na perspectiva da pedagogia histórico-crítica: o ensino de química em foco. **Trabalho de Conclusão de Curso**, Campo Mourão, p. 99, 2019.

GHENSEV, R. O. **Uso dos Games na Educação**. Dissertação de mestrado - Pós-graduação em Mídias Sociais, Centro Universitário Senac. 55f. São Paulo: SENAC, 2010.

GIL, A. C (2008). **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6 ed. São Paulo: Atlas.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **RAE - Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 20-29, 1995.

KFOURI, S. F.; MORAIS, G. C.; JUNIOR, O. P.; PRADO, M. E. B. B. Aproximações da Escola Nova com as Metodologias Ativas: Ensinar na Era Digital. **Rev. Ens. Educ. Cienc. Human.**, v. 20, n. 2, p. 132-140, 2019.

KISHIMOTO, T. M. O Jogo e a Educação Infantil. IN: Jogo, Brinquedo, Brincadeira e a Educação. KISHIMOTO, T. M. (org). São Paulo: **Cortez Editora**, p. 12-43,1996.

KRATHWOHL, D. R. A revision of Bloom's taxonomy: an overview. **Theory in Practice**, v. 41, n. 4, p. 212-218, 2002.

LEITE, B. S. (2015). Tecnologias no Ensino de Química: teoria e prática na formação docente. **Appris Editora**.

LEITE, B. S. Aprendizagem Tecnológica Ativa. **Rev. Inter. Educ. Sup.** Campinas, SP. v. 4, n.3, p.580-609, 2018.

LEITE, B. S. Elaboração do jogo Memoráveis Nobéis da Química para o ensino de Química utilizando o MIT App Inventor. **Revista Novas Tecnologias na Educação**. v. 18, n. 1, p. 1-10, 2020a.

LEITE, B. S. Estudo do corpus latente da internet sobre as metodologias ativas tecnologias digitais no ensino das Ciências. **Pesquisa e Ensino**. Barreiras (BA). v.1, e. 202012, p. 1-30, 2020b.

LEITE, B. S. Gamificando as aulas de química: uma análise prospectiva das propostas de licenciandos em química. **Novas Tecnologias na Educação**. v.15, n. 2, p. 1-10, dezembro, 2017.

LEITE, B. S. Kahoot! e Socrative como recursos para uma Aprendizagem Tecnológica Ativa gamificada no ensino de Química. **Quím. nova esc.** v. 42, n. 2, p. 147-156, São Paulo – SP, 2020c.

LEITE, B. S. Tecnologias digitais e metodologias ativas no ensino de química: uma análise das publicações por meio do corpus latente na internet. **Rev. Inter. Educ. Sup. Em didática das Ciências e Matemática (RevIn)**. Itapetininga, v. 1, e020003, p. 1-19, 2020d.

LEITE, B. S. Tecnologias digitais e metodologias ativas: quais são conhecidas pelos professores e quais são possíveis na educação? **VIDYA**, v. 41, n. 1, p. 185-202, 2021 – Santa Maria, 2021.

LEITE, B. S. **Tecnologias digitais na educação: da formação à aplicação**. São Paulo: Livraria da Física, 2022.

LIKERT, R. A technique for the measurement of attitudes. **Archives of Psychology**. n. 140, p. 44-53, 1932.

LIMA, R. S; PIMENTEL, L. C. F; AFONSO, J. C. O despertar da radioatividade ao Alvorecer do Século XX. **Revista Química Nova na Escola (QNE)**, v. 33, n. 2, p. 93-99, 2011.

LOPES, M. D. B. Gamificação no ensino de Química: a utilização da plataforma Kahoot! para o ensino de modelos atômicos. **Trabalho de Conclusão de Curso**. Ipameri, p. 1-39. 2021.

LOVATO, F. L.; MICHELOTTI, A.; SILVA, C. B.; LORETTO, E. L. S. Metodologias Ativas de Aprendizagem: uma Breve Revisão. **Acta Scientiae**, v.20, n.2, p. 154-171, 2018.

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

MARCONI, M. A.; LAKATOS, EM. **Técnicas de Pesquisa**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MARTINS, F. A. Google forms como ferramenta de apoio: experiência docente em meio a pandemia corona vírus. IN: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIAS, 16, 2020. **Anais eletrônicos...** 2020. Disponível em: <<https://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2020/article/view/1809/1441>>. Acesso em: 22 de ago. de 2022.

MATHIAS, S. L.; SAKAI, C. **Utilização da Ferramenta Google Forms no Processo de Avaliação Institucional: Estudo de Caso nas Faculdades Magsul**. 2013. Faculdades Magsul (FAMAG). Eixo I - Criação de estratégias e metodologias para o trabalho das CPA. Disponível em: <https://download.inep.gov.br/educacao_superior/avaliacao_institucional/seminarios_regionais/trabalhos_regiao/2013/centro_oeste/eixo_1/google_forms_processo_avaliacao_instit_estudo_caso_faculdades_mag.pdf>. Acesso em: 22 de ago. de 2022.

MIRANDA, S. M.; PIRES, M. M. S.; NASSAR, S. M.; SILVA, C. A. J. Construção de uma Escala para Avaliar Atitudes de Estudantes de Medicina. **REVISTA BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO MÉDICA**. 33 (1 Supl. 1): 104-110, 2009.

MÓL, G. S. Pesquisa qualitativa no ensino de química. **Revista Pesquisa Qualitativa**. São Paulo (SP), v.5, n.9, p. 495-513, dez. 2007.

NEVES, J. L. Pesquisa qualitativa: características, usos e possibilidades. **CADERNO DE PESQUISAS EM ADMINISTRAÇÃO**, São Paulo, v.1, nº 3, 2º SEM/1996.

OLIVEIRA, A. S. e SOARES, M. H. F. B. Júri Químico: Uma atividade lúdica para discutir conceitos químicos. **Química Nova na Escola**, N. 21, p. 18-24, 2005.

OLIVEIRA, J. E. S.; LEITE, B. S. Ensino híbrido gamificado na química: o modelo de rotação por estações no ensino de radioatividade. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.16, n. 1, p. 277-298, 2021.

OLIVEIRA, M. M. **Como fazer pesquisa qualitativa**. Petrópolis: Vozes, 2010.

OLLAIK, L. G.; ZILLER, H. M. Concepções de validade em pesquisas qualitativas. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v.38, n.1, 229-241, 2012.

PAULA, C. M.; SOUZA, V. B. Aulas remotas no contexto da pandemia do COVID-19: uma proposta de gamificação sobre a revolução francesa no google formulário. IN: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIAS, 16, 2020. **Anais eletrônicos...** 2020. Disponível em: <

<https://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2020/article/view/1345/1012>>. Acesso em: 22 de ago. de 2022.

PAULETTI, F.; MENDES, M.; ROSA, M. P. A.; CATELLI, F. Ensino de Química mediado por tecnologias digitais: o que pensam os professores brasileiros? **Interacções**, n. 44, p. 144-167, 2017.

PEREIRA, S. L. P. O.; FERREIRA, G. R. A. M. **Gamificação e QRcod**: ferramentas motivadoras utilizadas nas aulas de ciências da natureza em EAD para aprendizagem dos conteúdos. Relato de Experiência Inovadora. Salvador, BA. 2017.

PINA, A. R. B.; SOUZA, F. N.; LEÃO, M. C. Investigación Educativa a Partir de La Información Latente en Internet. **Revista Eletrônica de Educação**, v. 7, n. 2, p. 301-3016, 2013.

ROCHA, J. S.; VASCONCELOS, T. C. (2016). Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões. In: XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (XVIII ENEQ), 18. Florianópolis, **Anais...** do XVIII ENEQ, SC.

SAMPLE, C. B. S.; KIPPER, L. M. Mapa conceitual por meio do brainstorming e clustering: experiência na disciplina prática de ensino em física. **Revista REAMEC**, Cuiabá (MT), v. 8, n. 1, p. 163-171, 2020.

SANTAELLA, L. **Games e comunidades virtuais**. 2004. Disponível em: <http://www.canalcontemporaneo.art.br/tecnopoliticas/archives/000334.html>. Acesso em: 10 jun. 2022.

SANTOS, A. P. B. e MICHEL, R. C. Vamos Jogar uma SueQuímica. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 179-183, 2009.

SANTOS, A. V.; JANKE, L. C.; STRACKE, M. P. A utilização combinada do aplicativo Quiz Tabela Periódica com o software Hot Potatoes no estudo da classificação periódica dos elementos químicos. **Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología**, n. 25, p. 78-85, 2020.

SANTOS, C. E. M; LEITE, B. S. Construção de um jogo educativo em uma plataforma de desenvolvimento de jogos e aplicativos de baixo grau de complexidade: o caso do Quizmica – Radioatividade. **RENOTE**, v. 17, n. 1, p.193-202, 2019.

SANTOS, J. F.; ALMEIDA, F. A.; SILVA, D. E.; SANTOS, M. E. N.; RIBEIRO, R. B. A. Radioatividade: uma proposta para o ensino de química com enfoque CTSA. IN: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 4, 2017. **Anais eletrônicos...** 2017. Disponível em: <

https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2017/TRABALHO_EV073_MD1_SA16_ID3068_11092017180544.pdf>. Acesso em: 24 de ago. de 2022.

SEGANTINI, Paulo Henrique. **Os jogos lúdicos no processo de ensino-aprendizagem da matemática**. 2013. 43f. Medianeira: Monografia (Pós-graduação em Educação: Métodos e Técnicas de Ensino). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2013.

SILVA, E. S.; LOJA, L. F. B.; PIRES, D. A. T. Quiz molecular: aplicativo lúdico didático para o ensino de química orgânica. **Revista Prática Docente (RPD)**. v. 5, n. 1, p. 172-192, 2020.

SILVA, J. B.; ANDRANDE, M. H.; OLIVEIRA, R. R.; SALES, G. L.; ALVES, F. R. V. Tecnologias digitais e metodologias ativas na escola: o contributo do Kahoot para gamificar a sala de aula. **Revista Thema**. v. 15, n. 2, 2018.

SILVA, J. E.; JR. C. N. S.; OLIVEIRA, O. A.; CORDEIRO, D. O. Pistas Orgânicas: um jogo para o processo de ensino e aprendizagem da Química. **Quím. nova esc.** São Paulo-SP, Vol. 40, N° 1, p. 25-32, fev. 2018.

SILVA, S. C. V.; CAMPOS, A. F.; ALMEIDA, M. A. V. Alguns aspectos do ensino e aprendizagem de radioatividade em periódicos nacionais e internacionais. **Revista de Educação em Ciências e Matemática**, 10(19), p. 46-61, 2013.

SOARES, M. H. F. B. Jogos e atividades lúdicas no ensino de química: teoria, métodos e aplicações. In: **Encontro Nacional De Ensino De Química**, 14, 2008. Curitiba: UFPR, 2008.

SOUZA, L. C. M; LOJA, L. F. B.; PIRES, D. A. T. Bingo periódico: atividade lúdica no ensino de tabela periódica. **Revista Thema**, v. 15, nº 4, 2018.

VALENTE, V. A.; ALMEIDA, M. E. B.; GERALDINI, A. F. S. Metodologias ativas: das concepções às práticas em distintos níveis de ensino. **Rev. Diálogo Educ.**, Curitiba, v. 17, n. 52, p. 455-478, abr./jun. 2017.

VAZ, W. F.; RIBEIRO, M. H. F. B. A Rede Social e suas Possibilidades de Interação e Ensino: a visão dos moderadores. **Educação, Formação & Tecnologias**, 9 (2), p. 66-80, 2016.

VIEIRA, M. L. A. Uso de jogos digitais no ensino de Química Orgânica: *My Química Lab* – um relato de experiência. IN: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIAS, 17, 2020 **Anais eletrônicos...** 2020. Disponível em: <<https://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2020/article/view/1550/1197>>. Acesso em: 20 de ago. de 2022.

APÊNDICE A

PLANO DE APLICAÇÃO

Escola: Escola de Referência em Ensino Médio

Disciplina: Química

Professor(a): Alane Conceição Leite e Silva

Turma: 3º ano do Ensino Médio

Data: 09/06/2022

Assunto: Radioatividade.

Objetivos específicos	Conteúdo programático	Metodologia	Recursos didáticos	Avaliação
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Retomar conceitos básicos sobre radioatividade, para que os alunos possam reconhecê-los, e interpretá-los; domínio cognitivo de lembrar e entender. ▪ Apresentar utilizações da radioatividade no cotidiano (usinas nucleares), fazendo com que os alunos comparem o novo conhecimento com seu conhecimento prévio; domínio cognitivo de lembrar e entender. ▪ Compreender sobre seu funcionamento e riscos; domínio cognitivo de entender. ▪ Exercitar com a AG, para que o aluno possa atribuir, implementar e organizar os conteúdos; domínio cognitivo de analisar e aplicar. 	<p>Radioatividade.</p> <p>Usinas nucleares.</p>	<p>1º momento: Retomada de ideias. Nesta atividade foi realizada com os alunos uma revisão do conteúdo com uma tempestade de ideias. Onde, a palavra central será a “Radioatividade” e os alunos devem falar palavras que à remetem e explicar o porquê para que, em caso de possíveis erros, o professor deve corrigir de imediato. Objetivo educacional: lembrar.</p> <p>2º momento: Revisão do conteúdo. Nesta atividade, será discutido o conteúdo de radioatividade, e os tipos de emissões. Além disso, será levantado o questionamento sobre é utilizada a radioatividade no cotidiano dos alunos. A partir das respostas, será incluído o conteúdo sobre as usinas nucleares e seu funcionamento.</p>	<p>- Quadro e piloto para conceituação do conteúdo;</p> <p>- Internet, e celulares/computadores para resolução da AG;</p> <p>- Questionário.</p>	<p>- Participação do aluno durante aula;</p> <p>- Respostas da AG.</p> <p>- Respostas do questionário.</p>

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Avaliar a AG, onde o estudante poderá checar e levantar possíveis críticas sobre a atividade; domínio cognitivo de avaliar. 		<p>Objetivo educacional: entender.</p> <p>3º momento: Aplicação da AG. Nesta atividade os alunos deverão responder ao formulário disponibilizado de acordo com seus conhecimentos prévios e obtidos durante a aula. Objetivo educacional: analisar e aplicar.</p> <p>4º momento: Resolução do questionário avaliativo da AG. Nesta atividade os alunos deverão responder a um questionário avaliativo sobre a AG. Após a resolução, 4 alunos serão escolhidos e realizada uma breve entrevista avaliativa da AG. Objetivo educacional: avaliar.</p>		
---	--	--	--	--

Fonte: Própria (2022).

Referências utilizadas para a aplicação do plano:

A, K. A. S; A, F. S. **Radioatividade e meio ambiente: átomos instáveis da natureza.** São Paulo. Sociedade Brasileira de Química (Coleção Química no Cotidiano), v. 8, 2012.

Ciência Todo Dia. **O futuro da Energia Nuclear.** Youtube, 1 vídeo (11:25min), 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=wtn_JIouN5Q&t=215s>. Acesso em: 30 mai. 2022.