

PERCEPÇÕES DOS ESTUDANTES SOBRE A APLICAÇÃO DE UMA ATIVIDADE GAMIFICADA NO ENSINO DE RADIOATIVIDADE

STUDENTS' PERCEPTIONS ABOUT THE APPLICATION OF A GAMIFIED ACTIVITY IN TEACHING RADIOACTIVITY

PERCEPCIONES DE LOS ESTUDIANTES SOBRE LA APLICACIÓN DE UNA ACTIVIDAD GAMIFICADA EN LA ENSEÑANZA DE LA RADIATIVIDAD

Alane Conceição Leite e Silva *

Bruno Silva Leite**

RESUMO

Esta pesquisa analisou as percepções de 68 estudantes do 3º ano do ensino médio no que diz respeito à aplicação de uma Atividade Gamificada (AG) para o ensino de radioatividade fundamentada na Aprendizagem Tecnológica Ativa (ATA). O estudo caracteriza-se como uma pesquisa de abordagem qualitativa com apoio de dados quantitativos descritivos, desenvolvida em cinco etapas. Os dados foram coletados por meio de questionário, entrevista estruturada e observação registrada em diário de bordo. As respostas fechadas do questionário foram analisadas por estatística descritiva, enquanto os dados qualitativos foram submetidos à análise interpretativa, tomando como referenciais a ATA e a Taxonomia de Bloom Revisada (TBR). A TBR foi utilizada como categoria analítica para interpretar as evidências relacionadas aos diferentes níveis cognitivos expressos nas respostas dos estudantes, considerando os objetivos instrucionais previamente definidos para cada etapa da atividade. Os resultados mostram que a AG permitiu maior participação, engajamento e autonomia dos estudantes na construção de seu conhecimento, sendo estas algumas das principais características a serem obtidas por meio da ATA vinculada à gamificação. Os dados revelam também que a AG pode contribuir diretamente para o aprendizado dos estudantes, além de evidenciar que a maioria dos estudantes conseguiu alcançar os diferentes níveis da TBR, aprendendo novos conceitos relacionados à radioatividade. Considerando os limites do delineamento adotado, conclui-se que a AG apresenta potencial como estratégia didática para o ensino de Química, especialmente por favorecer experiências de aprendizagem ativa e maior envolvimento dos estudantes com o conteúdo.

Palavras-chave: Ensino de química. Gamificação. Aprendizagem Tecnológica Ativa. Taxonomia de Bloom Revisada.

* Licenciada em Química pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Professora de Química da Educação Básica. alane-leite07@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-6555-4660>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2965802485781762>

** Doutor em Química pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Professor Associado no Departamento de Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco (DQ/UFRPE). brunoleite@ufrpe.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9402-936X>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4932752031807872>



ABSTRACT

This research analyzed the perceptions of 68 third-year high school students regarding the application of a Gamified Activity (GA) for teaching radioactivity based on Active Technological Learning (ATL). The study employed a qualitative approach supported by descriptive quantitative data and was conducted in five stages. Data were collected via questionnaires, structured interviews, and observations recorded in a field journal. Closed-ended questionnaire responses were analyzed using descriptive statistics, while qualitative data underwent interpretive analysis, drawing upon ATL and the Revised Bloom's Taxonomy (RBT) as frameworks. The RBT served as an analytical category to interpret evidence regarding the different cognitive levels demonstrated in student responses, in light of the instructional objectives defined for each stage of the activity. The results show that the GA allowed greater participation, engagement, and autonomy among students in constructing their knowledge, which are some of the main characteristics fostered by ATL linked to gamification. The data also reveal that the GA can directly contribute to student learning, demonstrating that most students were able to reach different levels of RBT and learn new concepts related to radioactivity. Despite the limitations of the study design, it is concluded that the GA holds potential as a teaching strategy for chemistry, particularly by promoting active learning experiences and increasing student engagement with the subject.

Keywords: Chemistry teaching. Gamification. Active Technological Learning. Revised Bloom's Taxonomy.

RESUMEN

Esta investigación analizó las percepciones de 68 estudiantes de tercer año de bachillerato sobre la aplicación de una Actividad Gamificada (AG) para la enseñanza de la radiactividad basada en el Aprendizaje Tecnológico Activo (ATA). El estudio se caracteriza por un enfoque de investigación cualitativa apoyado en datos cuantitativos descriptivos, desarrollado en cinco etapas. Los datos se recopilaron mediante cuestionarios, entrevistas estructuradas y observaciones registradas en un cuaderno de bitácora. Las respuestas de los cuestionarios de preguntas cerradas se analizaron mediante estadística descriptiva, mientras que los datos cualitativos se sometieron a un análisis interpretativo, utilizando el ATA y la Taxonomía de Bloom Revisada (TBR) como referencias. La TBR se utilizó como categoría analítica para interpretar la evidencia relacionada con los diferentes niveles cognitivos expresados en las respuestas de los estudiantes, considerando los objetivos de instrucción previamente definidos para cada etapa de la actividad. Los resultados muestran que la AG permitió una mayor participación, compromiso y autonomía de los estudiantes en la construcción de su conocimiento, siendo estas algunas de las principales características que se obtienen a través del ATA vinculado a la gamificación. Los datos también revelan que la AG puede contribuir directamente al aprendizaje de los estudiantes, además de demostrar que la mayoría logró alcanzar los diferentes niveles de la TBR, aprendiendo nuevos conceptos relacionados con la radiactividad. Considerando las limitaciones del diseño adoptado, se concluye que la AG tiene potencial como estrategia didáctica para la enseñanza de la química, especialmente al favorecer experiencias de aprendizaje activo y una mayor participación de los estudiantes con el contenido.

Palabras clave: Enseñanza de la química. Gamificación. Aprendizaje Tecnológico Activo. Taxonomía de Bloom revisada.

1 INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento das tecnologias, as salas de aula, em alguns casos, tomaram novos rumos, possibilitando mudanças significativas na educação e proporcionando novas formas de aprendizagem por meio de salas de aula online, novos recursos para a 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 é considerado uma nova prática pedagógica; pelo contrário, se não forem utilizadas de forma correta, essas tecnologias não produzirão nada novo (Leite, 2015; Pauletti et al., 2017). Dessa forma, o desenvolvimento de recursos e estratégias metodológicas e pedagógicas que incluam as tecnologias digitais pode ser uma opção para o aprimoramento dos processos de ensino e aprendizagem.

Tendo isso em vista, uma possibilidade é utilizar as chamadas metodologias ativas. Elas surgem como um meio de proporcionar melhores resultados no que diz respeito à aprendizagem do estudante, possibilitando que ele se torne protagonista de seu aprendizado (Valente; Almeida; Geraldini, 2017; Camargo; Bedin, 2024) e caracterizando-se como uma prática diferenciada quando interligadas às tecnologias digitais. Segundo Leite (2018), a relação entre o uso de metodologias ativas e tecnologias digitais é explicada pelo modelo da Aprendizagem Tecnológica Ativa (ATA), pois pressupõe que o estudante tenha controle sobre seu aprendizado, enquanto, paralelamente, o professor passa a ser um orientador/mediador.

A ATA descreve a relação entre o uso de metodologias ativas e tecnologias digitais, sugerindo que o discente tenha controle sobre seu aprendizado e acesso a conteúdos digitais não somente em salas de aula, mas em qualquer lugar (Leite, 2018). A ATA é constituída por cinco pilares que caracterizam seu percurso metodológico: 1) papel do docente: o professor atua como orientador/mediador durante todo o processo de ensino e aprendizagem. Neste pilar, o docente deve auxiliar os estudantes nas tomadas de decisão e nas reflexões sobre o conhecimento abordado; 2) protagonismo do estudante: refere-se à atuação do estudante com autonomia sobre o conhecimento que será adquirido, colocando-o como agente ativo no processo de construção do conhecimento; 3) suporte das tecnologias: corresponde à escolha dos recursos tecnológicos que irão contribuir com o processo de ensino e aprendizagem; 4)



aprendizagem: corresponde às várias formas de aprendizagem (individual, colaborativa etc.) que ocorrem durante a construção do conhecimento dos estudantes; 5) avaliação: refere-se ao processo de avaliação, podendo ocorrer formal ou informalmente. Nesse pilar, o docente escolhe o tipo de avaliação que irá realizar (avaliação diagnóstica, formativa, somativa, autoavaliação etc.).

Para Diesel e colaboradores (2017), 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 sua aprendizagem. É nesse sentido que as tecnologias ligadas às metodologias ativas de ensino podem trazer mudanças relevantes para a educação. De acordo com Leite (2022), 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 e de professor, transformando uma série de elementos que compõem o processo de ensino e aprendizagem.

Estas metodologias ativas podem ser norteadas por métodos inovadores que podem trazer resultados consideráveis, dentre os quais estão: 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 jogos 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”. 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 (Pereira; Leite, 2025). Considerando isso, a gamificação pode ser considerada como uma aliada para auxiliar o ensino de Química, possibilitando um maior envolvimento e engajamento dos estudantes.

Quando se fala em gamificar a aprendizagem, compreende-se que se trata da incorporação de elementos de jogos na atividade a ser realizada, fazendo com que o estudante participe ativamente e proporcionando o desenvolvimento de habilidades. Gamificar uma atividade pode contribuir para o desenvolvimento de competências e habilidades dos

estudantes, tanto nos aspectos cognitivos, como a lógica, quanto nos aspectos emocionais, como a criatividade. 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”. Na literatura, algumas pesquisas têm envolvido a gamificação no processo de ensino e aprendizagem da Química (Cardoso et al., 2020; Cardoso; Messeder, 2021; Leite, 2017; Pereira; Leite, 2023; Rocha; Cabral Neto, 2021); entretanto, nenhuma pesquisa abordava a gamificação na temática da radioatividade considerando seus impactos.

Por outro lado, a Química é uma disciplina que, muitas vezes, é vista como de difícil compreensão e que gera desconforto nos estudantes, pois ainda é ensinada de maneira tradicional, em que o professor é o centro do processo de ensino e aprendizagem e o aluno segue como coautor, caracterizando o modelo educacional tradicionalista (Alencar, 2021). Freire (2006, p. 61) afirma que, no ensino tradicional, as relações entre os professores e os alunos são “fundamentalmente narradoras e dissertadoras”, o que explica o desinteresse e as dificuldades encontradas pelos alunos em assimilar os conteúdos. Isso advém da deficiência na formação dos professores para a utilização de diferentes metodologias, pois apresentam falta de conhecimentos e habilidades necessárias para que ocorra a aprendizagem.

As orientações curriculares nacionais para o ensino médio direcionam para que a abordagem do conhecimento químico seja atualizada e contemple uma construção contínua dos conteúdos, que podem ser contextualizados por meio de temáticas que englobam meio ambiente e cotidiano aliados ao conhecimento químico, como energia nuclear, saúde, poluição e nanotecnologia, dentre outros (Brasil, 2006), para, a partir disso, tentar garantir o desenvolvimento de habilidades e competências nos estudantes durante sua formação (Brasil, 2006).

No que diz respeito ao conteúdo envolvendo energia nuclear (Química Nuclear ou Radioatividade), observa-se que esta é uma área da Química na qual os docentes apresentam dificuldades de abordagem (Araújo et al., 2018; Silva; Campos; Almeida, 2013; Lima; Pimentel; Afonso, 2011; Zapateiro et al., 2020). Ainda hoje, a abordagem dos conhecimentos acerca da Química Nuclear, mais conhecida como Radioatividade, no Ensino Médio, é apresentada de forma superficial e abstrata, sem aprofundamento dos conceitos (Zapateiro et al., 2020; Oliveira; Leite, 2021), o que faz com que os estudantes precisem correlacionar o macro com o



micro apenas por meio de fórmulas e representações, tornando-se necessário o uso de ferramentas que possibilitem um melhor aprendizado. Destarte, é preciso incluir a radioatividade nas aulas de Química e discutir questões que incentivem os estudantes a construir consciência e responsabilidade para com o meio social em que vivem, permitindo que entendam a importância da compreensão deste tema, uma vez que “os estudantes apresentam uma concepção de que essa disciplina é complexa, afirmando ser difícil compreender as fórmulas e teorias explicadas pelos professores” (Araújo et al., 2018, p. 162).

Levando isso em consideração, uma possibilidade para auxiliar o ensino de radioatividade é contextualizá-lo, já que é um conteúdo com o qual os professores apresentam dificuldades para trabalhar e, por vezes, seu contexto histórico, social e científico, de extrema relevância para uma compreensão mais ampla e crítica do conteúdo por parte dos estudantes, é deixado de lado. O intuito da contextualização é fazer com que o estudante 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, 2020, p. 147). Esse tipo de prática é baseado na utilização quase exclusiva de fórmulas, regras e nomenclaturas, que são consideradas um temor entre os discentes, e acaba ocasionando sua desmotivação para os estudos e dificultando a aprendizagem (Leite, 2020).

Destarte, utilizar a temática energia nuclear pode configurar-se como uma alternativa para o ensino deste conteúdo. Considerando as dificuldades apontadas em torno da abordagem do conteúdo de radioatividade, a questão norteadora desta pesquisa indaga: É possível estruturar o ensino da Química Nuclear por meio da utilização da gamificação vinculada à Aprendizagem Tecnológica Ativa?

Por conseguinte, para responder a esta pergunta de pesquisa, a presente pesquisa tem como objetivo analisar as percepções de estudantes do terceiro ano do ensino médio no que diz respeito à aplicação de uma atividade gamificada para o ensino de radioatividade fundamentada na Aprendizagem Tecnológica Ativa.

2 CAMINHOS METODOLÓGICOS

O presente estudo é do tipo qualitativo, pois é caracterizado como descritivo e

interpretativo, utilizando-se de metodologias ativas aliadas às tecnologias digitais para seu desenvolvimento. Pesquisas realizadas a partir de abordagens qualitativas possibilitam o entendimento da individualidade do comportamento dos envolvidos. Neste tipo de pesquisa, a obtenção dos dados descritivos ocorre mediante contato direto e interativo do pesquisador com a situação objeto de estudo (Creswell; Creswell, 2021). Além disso, é comum 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 (Creswell; Creswell, 2021).

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

A primeira etapa consistiu na construção da Atividade Gamificada (AG) por parte do docente da disciplina (atendendo ao primeiro pilar da ATA - Papel docente). A AG foi configurada com o intuito de contextualizar e integrar os estudantes do Ensino Médio ao conteúdo da radioatividade a partir do conhecimento sobre usinas nucleares, já que estas se utilizam de reações nucleares para seu funcionamento e são conhecidas, principalmente, por serem causadoras de grandes acidentes radioativos.

Após a construção da AG, para a sua aplicação, foi elaborado um Plano de Aplicação (segunda etapa). Esse plano foi construído com base na Taxonomia de Bloom Revisada por Krathwohl (2002), na qual os objetivos do plano foram estabelecidos de acordo com os níveis do processo cognitivo: lembrar, entender, aplicar, analisar, avaliar e criar (Ferraz; Belhot, 2010; Krathwohl, 2002; Oliveira; Leite, 2024). Desse modo, seguindo os objetivos educacionais da Taxonomia de Bloom Revisada, foram realizadas quatro atividades dentro do plano de aplicação, a saber:

- ✓ 1º momento: Nesta atividade, foi realizada com os estudantes uma revisão do conteúdo utilizando a estratégia da tempestade de ideias (brainstorm), em que a palavra central foi “Radioatividade”. Neste momento, esperava-se que os estudantes mencionassem palavras que remetessem à radioatividade, explicando o porquê e para quê; além disso, nessa atividade, esperava-se 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, foi debatido como a radioatividade é

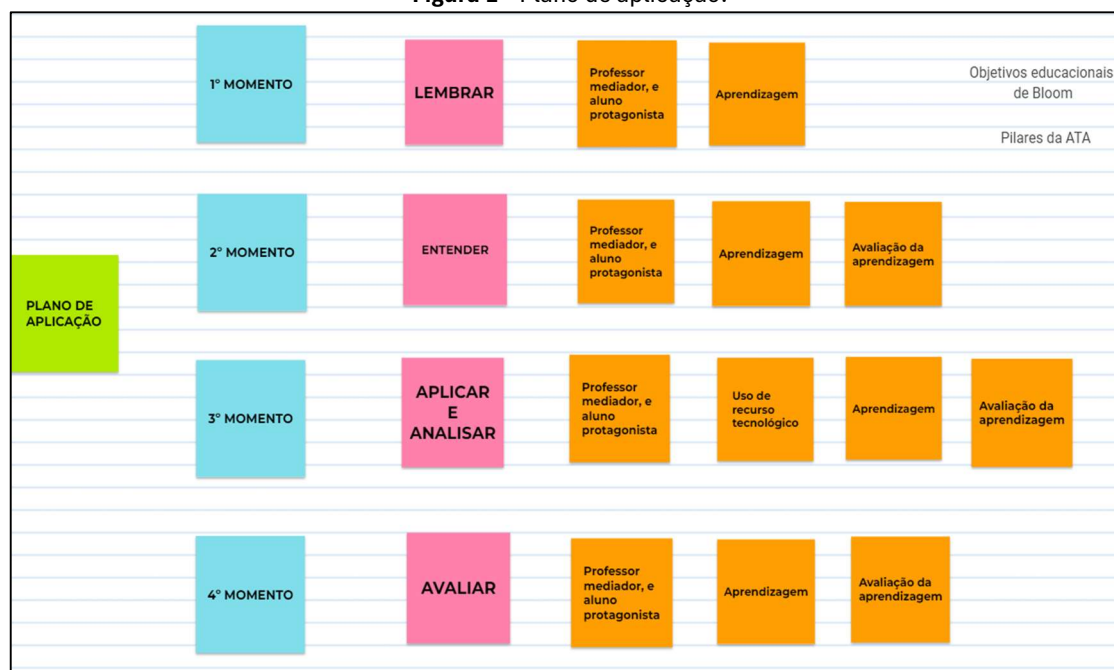


utilizada no cotidiano dos alunos. Nesse momento, esperava-se que os estudantes fizessem uso do domínio cognitivo entender, sendo capazes de comparar o conhecimento prévio com o novo conhecimento adquirido sobre radioatividade;

- ✓ 3º momento: Aplicação da AG. Neste momento, os estudantes deveriam ser capazes de executar e implementar os conteúdos até então adquiridos nos momentos anteriores, atendendo ao domínio cognitivo aplicar relacionado à radioatividade. Ademais, os estudantes deveriam demonstrar o domínio analisar, em que conseguiriam dividir a informação e fazer associações entre as partes menos e mais relevantes do conteúdo de radioatividade;
- ✓ 4º momento: Resolução do questionário avaliativo da AG. Neste momento, os alunos responderam a um questionário avaliativo sobre a AG. Desse modo, foi possível aos estudantes realizar julgamentos baseados em critérios de eficiência e eficácia sobre a AG, fazendo uso do domínio cognitivo avaliar.

Destarte, de forma a sintetizar todos os momentos de aplicação do plano de aplicação, levando-se em conta a Taxonomia de Bloom Revisada (TBR) e o modelo da ATA, ilustra-se na Figura 1 o plano de aplicação.

Figura 1 – Plano de aplicação.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

A inter-relação entre a Taxonomia de Bloom e o modelo ATA no plano de aplicação se deu a partir dos objetivos educacionais de Bloom, que possibilitam uma aprendizagem ativa do estudante. Logo, como observado na Figura 1, em todos os momentos são caracterizados o papel docente, o protagonismo do estudante, o suporte da tecnologia, a aprendizagem e a avaliação (pilares da ATA), e os níveis cognitivos podem ser alcançados.

Na terceira etapa, foi aplicada a AG em uma escola pública do ensino médio durante uma aula de 50 minutos. Os estudantes utilizaram o acesso à internet disponível pela própria escola e por sua rede móvel, por meio de seus smartphones, além de sete computadores disponíveis na biblioteca da escola. Os alunos tiveram acesso ao link da AG via WhatsApp e/ou QR Code, ficando a critério dos participantes a melhor forma de desenvolver a AG, tendo, assim, autonomia sobre o início da construção de seu conhecimento (Leite, 2020). No momento da aplicação, 68 estudantes (de quatro turmas do 3º ano) estiveram presentes e se dispuseram voluntariamente a participar da proposta. Salienta-se que a pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética sob o número de parecer 5.062.563 e CAAE 52249421.0.0000.9547.

Ao final da aplicação da AG, na quarta etapa, os 68 estudantes responderam a um questionário avaliativo. O questionário foi elaborado para ser aplicado a toda a turma após a utilização da AG. A utilização de um questionário, segundo Gil (2008), é viável em pesquisas qualitativas, pois possibilita atingir um grande número de pessoas, diminuindo a margem de erro nos resultados. Além disso, o anonimato dos participantes pode ser garantido, fazendo com que quem responde não se sinta constrangido.

O questionário avaliativo apresentou 16 questões relacionadas às percepções e experiências que os estudantes tiveram com a atividade gamificada. As perguntas são dos tipos abertas, fechadas, de múltipla escolha e também de grau de concordância. Nas questões abertas, os participantes fornecem as respostas com suas próprias palavras, possibilitando 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 maior uniformidade e sua análise é facilitada (Gil, 2008). As questões de múltipla escolha, segundo Gil (2008), possibilitam ao participante escolher mais de uma alternativa, e as questões de grau de concordância foram elaboradas conforme a escala de Likert (1932), objetivando “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 a análise baseada na TBR, consideraram-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:		Níveis cognitivos 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?		Analisar/avaliar
12. Você se sentiu motivado/interessado a seguir uma carreira como engenheiro nuclear, após as discussões presentes da Atividade?		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: Produção dos autores (2024)

Após finalizarem as respostas ao questionário avaliativo, os estudantes foram convidados a participar voluntariamente de uma entrevista estruturada sobre a atividade. Nesse sentido, participaram voluntariamente nove estudantes de cada turma, totalizando 36 estudantes. Quanto à entrevista, ela pode ser definida “como a técnica em 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 se desenvolve a partir de uma relação fixa de perguntas, cuja ordem e redação permanecem invariáveis para todos os entrevistados (Gil, 2008, p. 113), não sendo incluído nenhum outro tipo de pergunta durante a entrevista.

De acordo com 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 separadamente com nove estudantes de cada turma, cujas falas foram gravadas em áudio e registradas no caderno de bordo para posterior análise. Além disso, assim como no questionário, para a análise baseada na TBR, consideraram-se os objetivos educacionais possíveis de serem observados nas respostas dos participantes para cada uma das perguntas da entrevista (Quadro 2).

Quadro 2 - Perguntas da Entrevista estruturada.

Questões utilizadas na entrevista:	TBR
1. Você já havia tido contato/estudado com o conteúdo de radioatividade? Se a resposta for sim, onde? 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? Por quê?	Avaliar
5. Você se sentiu instigado a conhecer mais sobre a Química, especialmente sobre a Radioatividade? Por quê?	Analisar

Fonte: Produção dos autores (2024)

Ademais, foram realizadas observações simples durante a aplicação da AG, nas quais o pesquisador observa, de maneira espontânea, o que pretende estudar e analisar (Gil, 2008). Para isso, nesta pesquisa, foi utilizado um diário de bordo como instrumento para anotações das observações, já que possibilita o registro no momento da ocorrência (Gil, 2008). 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.

Por fim, na quinta etapa foi realizada a análise dos dados. Segundo Marconi e Lakatos (2017, p. 22), a análise de dados é uma “tentativa de evidenciar as relações existentes entre o fenômeno estudado e outros fatores”. Durante a análise foram adotados os pressupostos da



TBR, ATA e Gamificação, com o intuito de inferir a correlação entre os mesmos. Em relação à TBR buscou-se identificar se os objetivos instrucionais e níveis cognitivos delimitados previamente e estruturados de acordo com uma organização hierárquica foram alcançados. Na ATA analisou-se a presença dos cinco pilares, identificando se a AG promoveu autonomia e protagonismo dos estudantes na obtenção de seu conhecimento de forma ativa através do uso de tecnologias digitais e das metodologias ativas. Na perspectiva da gamificação, buscou-se identificar a participação dos estudantes, o engajamento e a motivação, possibilitaram o comprometimento e acompanhamento da aprendizagem de forma autônoma, além de permitir uma aprendizagem mais interativa.

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. Em relação às respostas obtidas na entrevista, utilizou-se a codificação EEN, em que EE significa Estudante Entrevistado e N o número relacionado à resposta da pergunta da entrevista (seguindo a ordem de resposta). Devido à grande quantidade de textos produzidos pelos estudantes, optou-se por reproduzir apenas alguns destes.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na presente seção são 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.

A elaboração da AG envolvendo o conteúdo de radioatividade foi descrita em Silva e Leite (2023) que propuseram uma AG denominada Mandacaru Radioativa. A AG foi construída utilizando oito elementos de jogos (características da gamificação), que segundo Oliveira e Leite (2021), possibilitam uma participação mais ativa do estudante, além de uma maior colaboração e interação entre os envolvidos. Na AG os estudantes respondem a questões que envolvem a radioatividade tendo como “premiação” se tornarem o(a) engenheiro(a) químico(a) responsável

por uma usina nuclear. Para isso, os estudantes devem apresentar domínio sobre os conteúdos relativos à radioatividade e tomar decisões referentes à usina fictícia.

Após a finalização da utilização da AG, os participantes responderam ao questionário avaliativo, quarto momento do Plano de Aplicação. Essa atividade teve como objetivo educacional o domínio cognitivo avaliar, conforme a Taxonomia de Bloom Revisada, uma vez que os estudantes devem realizar julgamentos baseados em critérios e padrões qualitativos e quantitativos ou de eficiência e eficácia (Ferraz; Belhot, 2010; Krathwohl, 2002; Oliveira; Leite, 2024) da AG. Além disso, cada questionamento apresentou um domínio a ser trabalhado e, dessa forma, os resultados obtidos foram analisados.

3.1 Avaliação dos estudantes sobre a atividade gamificada

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 (Zapateiro et al., 2020). 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, que indagava sobre o aprendizado de algum novo



conceito, do total, 85,2% (58 estudantes) responderam positivamente. Quando questionados sobre qual conceito, 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 possível aprendizagem a partir das atividades envolvidas durante a aplicação da AG, mostrando sua potencialidade quanto ao rendimento dos estudantes (Oliveira; Leite, 2021). Além disso, também foi evidenciado o domínio cognitivo de entender, já que isso foi demonstrado pela porcentagem 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 onde era possível encontrar conceitos envolvendo a radioatividade no cotidiano, observou-se que 80,9% (55 alunos) das respostas foram afirmativas, corroborando a primeira questão, que obteve os mesmos resultados e reafirmou o conhecimento prévio dos discentes. Esse resultado remete a um dos domínios cognitivos da Taxonomia de Bloom Revisada: lembrar um conteúdo buscando informações armazenadas (Ferraz; Belhot, 2010; Krathwohl, 2002; Oliveira). Quando solicitados a justificar suas respostas, os estudantes que responderam que sim (já sabiam onde encontrar) disseram: “máquinas de radiografia” (E16); “energia” (E17); “emissões” (E19). Os que responderam não (e aprenderam com a AG onde encontrar conceitos que envolvem a radioatividade), 19,1% (13 estudantes), justificaram que aprenderam que a radioatividade está presente no cotidiano, como em “raio x, mas tem pouca radiação, por isso não sentimos sintomas” (E21), “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, por meio do uso de uma atividade gamificada (elementos dos games), os estudantes conseguiram interligar melhor o conteúdo, inferindo-se que é possível promover a aprendizagem 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-se que a AG pode apresentar influência significativa nos interesses do estudante. Nesse contexto, a motivação e o interesse dos discentes são alguns dos principais objetivos buscados por meio de atividades gamificadas (Cardoso; Messeder, 2021; Leite, 2017; Oliveira; Leite, 2021; Rocha; Cabral Neto, 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). Esses 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). Segundo Pereira e Leite (2024), atividades envolvendo a gamificação têm contribuído para a construção do conhecimento químico dos envolvidos. Ademais, os domínios cognitivos evidenciados nestas questões foram os 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 à 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 desses dados, foi possível observar que a atividade apresentou efetividade significativa na aprendizagem dos estudantes (pilar da aprendizagem), já que o percentual de positividade quanto à AG foi



relativamente alto. As respostas dos estudantes convergem com os achados de Pereira e Leite (2024), ao relatarem que estudos envolvendo AG contribuem para a aprendizagem de conceitos da Química. 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 ela possibilitaria o reconhecimento das consequências referentes à radioatividade.

Na décima segunda questão, em que os participantes foram questionados sobre se se sentiam motivados/interessados 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: 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, foram observados os domínios cognitivos analisar/avaliar (Krathwohl, 2002), em que os estudantes analisaram a proposta de acordo com suas observações e avaliaram, sob suas perspectivas, se seguiriam a profissão 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). Referente aos comentários, de maneira geral, os discentes acharam a atividade longa, demonstrando isso por meio 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). Esses dados demonstram que o estudo da Química ainda é considerado complexo pelos estudantes e que, muitas vezes, eles não a compreendem da maneira adequada. Destarte, observa-se a necessidade de priorizar o ensino de Química de forma contextualizada, problematizadora e dialógica, estimulando o raciocínio e possibilitando que os estudantes percebam a importância socioeconômica da Química dentro de uma sociedade tecnológica.

3.2 Perspectivas estudantis: a gamificação como uma estratégia para o ensino de conceitos químicos

Durante a aplicação do questionário, alguns estudantes que foram finalizando a AG se dispuseram a responder à entrevista (ainda no quarto momento do plano de atividade), totalizando 36 estudantes, sendo nove 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 da 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 estruturada, os participantes foram questionados se já haviam estudado algum conteúdo sobre a radioatividade. Dos 36 participantes, 35 responderam que sim, corroborando os dados presentes no questionário, em que a maioria dos estudantes já havia tido contato com o conteúdo. Ainda nesse contexto, àqueles que responderam que sim à pergunta foi solicitado que informassem onde (se a resposta for sim, onde?). Os estudantes relataram que “Vi com o professor aqui na escola” (EE3) e “Eu vi no tiktok um vídeo” (EE16). Esta última resposta revela a influência que o uso das TDIC pode exercer sobre os processos pedagógicos (Alves Neto; Leite, 2023), neste caso, por meio da rede social TikTok. Ademais, os estudantes foram arguidos sobre se identificaram algo semelhante ao que já tinham visto sobre o conteúdo de radioatividade (O que você identificou de semelhante?). Algumas respostas revelaram que eles identificaram semelhanças quando se tratava dos “riscos da radioatividade” (EE10), das “partículas da radioatividade” (EE11) e da “radiação” (EE32). Além disso, nesta questão também foi identificado o domínio cognitivo de lembrar, pois, assim como no questionário, a grande maioria relembrou o conteúdo já trabalhado. Segundo os pressupostos da ATA, ao demonstrarem que aprenderam o conteúdo, os estudantes evidenciam aspectos de perseverança e determinação (Leite, 2018).

O segundo questionamento apresenta respostas referentes ao entendimento, por parte dos estudantes, sobre os riscos da exposição à radioatividade (O que você conseguiu entender sobre os riscos da exposição à radiação?). Todos os estudantes responderam que conseguiram entender os riscos da exposição. Dentre algumas respostas, os estudantes afirmaram que a



exposição à radiação “traz riscos pra saúde como câncer, náuseas, vomito...” (EE1), “como aconteceu no acidente de Césio-137” (EE8) e “tive aqui na escola, mas eu não sabia dos riscos serem tão sérios” (EE19). A partir disso, foi possível observar que os estudantes demonstraram ter aprendido 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 puderam compreender, a partir da aprendizagem de novos contextos e do tema que estava sendo discutido (Ferraz; Belhot, 2010; Oliveira; Leite, 2024).

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 com a radiação, associando-o à questão anterior. Algumas respostas relatadas foram: “Sim. Para não ter risco de contaminação por não saber como mexer” (EE7), “Sim. Para evitar descarte errado e contaminação” (EE11) e “Acho. Porque evita acidentes [...] muitas pessoas não sabem dos riscos” (EE36). Nesse sentido, os estudantes utilizaram o domínio cognitivo de avaliar ao responderem positivamente sobre a importância do conteúdo e o domínio de entender (Ferraz; Belhot, 2010; Krathwohl, 2002), uma vez que precisaram explicar suas respostas. Por outro lado, na perspectiva da ATA, os estudantes demonstram em suas respostas convicção e autonomia sobre sua aprendizagem, uma vez que “o protagonismo do aluno evoca sua capacidade de tomar decisão a respeito de seu próprio aprendizado” (Leite, 2018, p. 590).

Na quarta questão, os discentes responderam sobre a AG ter ajudado na compreensão da 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” (EE4); “Sim. Porque ajuda a entender mais fácil o conteúdo... eu fui contratado... foi divertido” (EE19). Essas respostas apontam para características de atividades gamificadas, como o divertimento e o engajamento dos participantes (Cardoso; Messeder, 2021; Leite, 2020; Oliveira; Leite, 2021; Santos; Janke; Stracke, 2020), inferindo-se 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), considerando positivamente que a AG ajudou na compreensão do conteúdo envolvendo radioatividade.

No quinto questionamento, os estudantes explicaram se a atividade realizada os instigou em relação à Química (Você se sentiu instigado a conhecer mais sobre a Química, especialmente sobre a Radioatividade? Por quê?). Apenas um aluno (EE12) demonstrou desinteresse pela Química, justificando que “não gosto muito de Química” (EE10). Os demais estudantes se mostraram instigados pela atividade, descrevendo que: “foi mais fácil de aprender” (EE2); “foi dinâmico” (EE27); “foi feito de outro jeito... mais divertido” (EE9). 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). Os estudantes também demonstraram, em suas falas, capacidade crítica e reflexiva sobre sua ação, de modo a apresentar feedbacks sobre o que pensam. Outrossim, também foi evidenciado nessa questão o domínio cognitivo de analisar, uma vez que os estudantes precisaram analisar se a AG os instigou a querer conhecer mais sobre o conteúdo e, a partir disso, justificar suas respostas (Ferraz; Belhot, 2010; Krathwohl, 2002).

Diante dos dados obtidos na entrevista é possível prever 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. O pilar do protagonismo do estudante da ATA foi evidenciado durante as respostas do questionário e também nas respostas da entrevista estruturada. Os estudantes apresentaram posturas críticas e reflexivas sobre suas ações, interagiram com o professor e colegas durante a AG, além de buscarem trabalhar nos problemas até que esses fossem resolvidos com sucesso (no caso da AG, serem considerados aptos a se tornarem engenheiros da usina nuclear fictícia).

Além disso, durante a atividade, foi realizado o registro das observações simples no diário de bordo durante a aplicação da AG, com o objetivo de auxiliar a análise dos dados (Lüdke; André, 1986). Dentre as observações, destaca-se que os estudantes demonstraram conhecimento prévio sobre o conteúdo; houve algumas informações incoerentes com o conteúdo, mas que foram corrigidas posteriormente pelos próprios estudantes, demonstrando consciência sobre sua aprendizagem (característica do pilar protagonismo do estudante); foi



possível observar o entusiasmo dos estudantes em querer receber os certificados (serem contratados pela empresa fictícia da AG). Além disso, foi registrado que os estudantes que foram demitidos (na atividade) solicitaram uma nova oportunidade para “serem contratados”. Tais situações evidenciaram que atividades desse contexto são valiosas para o desenvolvimento individual dos estudantes, permitindo que eles se sintam motivados a aprender, isto é, que sejam 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 à 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 favorecer experiências de aprendizagem ativa (centrada no estudante) quando planejadas de acordo com objetivos pedagógicos específicos. Nesse sentido, esta pesquisa apresentou uma experiência de estudantes do 3º ano do ensino médio de uma escola da rede pública na apropriação de uma atividade gamificada para o ensino do conteúdo de radioatividade, contextualizada de forma a contribuir para a construção do conhecimento de maneira envolvente e lúdica.

No que diz respeito à AG Mandacaru Radioativa, observou-se que os estudantes puderam construir seus próprios percursos de aprendizagem, uma vez que não há um único caminho a ser percorrido durante a atividade, possibilitando o engajamento, a motivação e o interesse dos estudantes pelo conteúdo abordado. Os resultados obtidos a partir da aplicação da AG sugerem que os estudantes perceberam a atividade como um recurso capaz de favorecer sua compreensão do conteúdo. O quantitativo de estudantes que conseguiram chegar ao final da AG aponta seu potencial quanto às respostas baseadas em feedbacks, recompensas, possibilidades de recuperação, narrativa e motivação (Cardoso; Messeder, 2021; Oliveira; Leite, 2021; Pereira; Leite, 2023). 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 maioria, os estudantes relataram compreender novos conceitos a partir da AG e que atividades gamificadas podem ajudar no aprimoramento de diferentes formas de aprendizado e também influenciar o ensino de Química, facilitando a assimilação dos conteúdos. Já nas entrevistas, a partir do contato direto com os estudantes, foi possível observar que eles apresentavam entusiasmo em suas respostas, expondo suas opiniões de forma mais explícita, evidenciando que a AG possibilitou um melhor entendimento sobre a radioatividade e corroborando os dados obtidos no questionário sobre o contato com o conteúdo.

Igualmente, a partir dos resultados obtidos, pode-se inferir, retomando a pergunta de pesquisa, que é possível estruturar o ensino da Química Nuclear por meio da utilização da gamificação vinculada à Aprendizagem Tecnológica Ativa. 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 identificar resultados positivos relacionados às percepções, ao engajamento e às avaliações realizadas pelos participantes.

Com isso, acredita-se que este tipo de atividade pode ser utilizado não apenas em salas de aula físicas, mas em qualquer lugar e a qualquer momento, necessitando apenas de acesso à internet, o que sugere seu potencial para 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

ALENCAR, Iana Sara Silva de. A aplicação da metodologia tradicionalista no ensino de base e suas consequências para a formação crítica e psicossocial. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, [S. l.], v. 7, n. 6, p. 659–668, 2021.

<https://doi.org/10.51891/rease.v7i6.1422>.

ALVES NETO, Francisco de Assis; LEITE, Bruno Silva. Análise dos vídeos produzidos nos canais mais acessados da plataforma YouTube em 2021 para o ensino de Química. **Paradigma**,



Maracay, v. 44, n. 3, p. 62–86, 2023. <https://doi.org/10.37618/PARADIGMA.1011-2251.2023.p62-86.id1322>.

ARAÚJO, Inês; CARVALHO, Ana Amélia. GAMIFICAÇÃO NO ENSINO: casos bem sucedidos. **Revista Observatório**, Palmas, v. 4, n. 4, p. 246-283, set. 2018. <https://doi.org/10.20873/uft.2447-4266.2018v4n4p246>.

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**, [S.l.], v.13, n. 4, p. 160-169, 2018. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/66>. Acesso em: 15 jul. 2026.

BRASIL. **Orientações curriculares para o ensino médio**. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. – Brasília: Ministério da Educação, v. 2, p. 135, 2006. Disponível em: http://200.144.244.96/cda/PARAMETROS-CURRICULARES/ME-Ensino-Medio/orientacoes-curriculares/book_volume_02_internet.pdf. Acesso em: 15 jul. 2026.

CAMARGO, Rafael Rodolfo de; BEDIN, Everton. Estado do conhecimento sobre a fusão de metodologias ativas no ensino de química. **Aréte - Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 22, n. 36, p. e24035, 2024. <https://doi.org/10.59666/Aréte.1984-7505.v22.n36.2317>.

CARDOSO, Ana Carolyne de Oliveira; MESSEDER, Jorge Cardoso. Gamificação no ensino de química: uma revisão de pesquisas no período 2010 – 2020. **Revista Thema**, [S.l.], v. 19, n. 3, p.670-687, 2021. <https://doi.org/10.15536/thema.V19.2021.670-687.2226>.

CARDOSO, Alessandra Timóteo; BERNARDES, Giselle Carvalho; GOULART, Simone Machado; ANDRADE, Lígia Viana. “Casadinho da química”: uma experiência com o uso da gamificação no ensino de química orgânica. **Revista Prática Docente**, [S.l.], v. 5, n. 3, p. 1701-1716, 2020. <https://doi.org/10.23926/RPD.2526-2149.2020.v5.n3.p1701-1716.id911>.

CRESWELL, John. W.; CRESWELL, J. David. **Projeto de pesquisa: Métodos qualitativo, quantitativo e misto**. Porto Alegre: Penso Editora, 2021.

DIESEL, Aline; BALDEZ; Alda Leila Santos; MARTINS, Silvana Neumann. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, [S.l.], v. 14, n. 1, p. 268-288, 2017. <https://doi.org/10.15536/thema.14.2017.268-288.404>.

FERRAZ, Ana Paula do Carmo Marcheti; BELHOT, Renato Vairo. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. **Gestão & produção**, [S.l.], v. 17, p. 421-431, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2010000200015>.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 33 ed. São Paulo: Paz e Terra, 2006.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2008.

KRATHWOHL, David R. A revision of Bloom's taxonomy: an overview. **Theory into Practice**, v. 41, n. 4, p. 212-218, 2002. Disponível em: https://www.chemnet.edu.au/sites/default/files/files/Blooms_taxonomy_2002_Krathwohl.pdf. Acesso em: 20 jul. 2026.

LEITE, Bruno. Aprendizagem Tecnológica Ativa. **Revista Internacional de Educação Superior**, Campinas, v. 4, n. 3, p. 580-609, 2018. <http://dx.doi.org/10.20396/riesup.v4i3.8652160>.

LEITE, Bruno Silva. Gamificando as aulas de química: uma análise prospectiva das propostas de licenciandos em química. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v.15, n. 2, p. 1-10, 2017. <http://dx.doi.org/10.22456/1679-1916.79259>.

LEITE, Bruno Silva. Kahoot! e Socrative como recursos para uma Aprendizagem Tecnológica Ativa gamificada no ensino de Química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 42, n. 2, p. 147-156, 2020. <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160201>.

LEITE, Bruno Silva. **Tecnologias digitais na Educação**: da formação à aplicação. São Paulo: Livraria da Física, 2022.

LEITE, Bruno Silva. **Tecnologias no ensino de Química**: teoria e prática na formação docente. Curitiba: Editora Appris, 2015.

LIKERT, Rensis. A technique for the measurement of attitudes. **Archives of Psychology**, n. 140, p. 44-53, 1932. Disponível em: https://legacy.voteview.com/pdf/Likert_1932.pdf. Acesso em: 15 jul. 2026.

LIMA, Rodrigo da Silva; PIMENTEL, Luiz Cláudio Ferreira; AFONSO, Júlio Carlos. O despertar da radioatividade ao Alvorecer do Século XX. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 33, n. 2, p. 93-99, 2011. Disponível em: https://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc33_2/04-HQ10509.pdf. Acesso em: 15 jul. 2026.

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

MARCONI, Marina; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de Pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2017.

MIRANDA, Silvana Maria de; PIRES, Maria Marlene de Souza; NASSAR, Silvia Modesto; SILVA, Carlos Alberto Justo da. Construção de uma Escala para Avaliar Atitudes de Estudantes de Medicina. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 33 (1 Supl. 1), p. 104-110, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0100-55022009000500011>.

OLIVEIRA, José Eudes da Silva de; LEITE, Bruno Silva. Ensino híbrido gamificado na química: o modelo de rotação por estações no ensino de radioatividade. **Experiências em Ensino de Ciências**, [S.l.], v.16, n. 1, p. 277-298, 2021. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/775>. Acesso em: 18 jul. 2026.



OLIVEIRA, Vanessa Silva de; LEITE, Bruno Silva. Modelo de Avaliação de Aplicativos Educacionais: avaliando aplicativos de Química Orgânica da Google Play®. **Química Nova**, São Paulo, v. 47, n. 8, e-20240032, p. 1-8, 2024. <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20240032>.

PAULETTI, Fabiana; MENDES, Michel; AMARAL ROSA, Marcelo Prado; CATELLI, Francisco. Ensino de Química mediado por tecnologias digitais: o que pensam os professores brasileiros? **Interacções**, [S.l.], n. 44, p. 144-167, 2017. <https://doi.org/10.25755/int.9820>.

PEREIRA, Jocimario Alves; LEITE, Bruno Silva. Gamificação no ensino de química: uma Revisão Sistemática da Literatura. **Revista Eletrônica Científica Inovação e Tecnologia**, Medianeira, v. 14, n. 33, p. 57-78, 2023. <http://dx.doi.org/10.3895/recit.v14.n33.15233>.

PEREIRA, Jocimario Alves; LEITE, Bruno Silva. Tendências de pesquisas: uma revisão de artigos sobre gamificação aplicada no ensino de química. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, v. 19, n. 2, p. 1-15, 2024. <https://doi.org/10.54343/reiec.v19i2.395>.

PEREIRA, Jocimario Alves; LEITE, Bruno Silva. What is this thing called gamification? **Educación**, [S.l.], v. 34, n. 66, p. 194-212, 2025. <https://doi.org/10.18800/educacion.202501.E002>.

ROCHA, Amanda Chelly da; NETO, João dos Santos Cabral. Uso da gamificação no ensino de Química. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, Manaus, v. 7, p. e151321-e151321, 2021. <https://doi.org/10.31417/educitec.v7.1513>.

SANTOS, Antonio Vanderlei dos; JANKE, Leonir Cleomar; STRACKE, Marcelo Paulo. 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. Disponível em: <https://www.scielo.org.ar/pdf/ritet/n25/n25a09.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2026.

SILVA, Flávia Cristiane Vieira da; CAMPOS, Angela Fernandes; ALMEIDA, Maria Angela Vasconcelos. Alguns aspectos do ensino e aprendizagem de radioatividade em periódicos nacionais e internacionais. **Amazônia - Revista de Educação em Ciências e Matemática**, v. 10, n. 19, p. 46-61, 2013. <http://dx.doi.org/10.18542/amazrecm.v10i19.2185>.

SILVA, Alane Conceição Leite e; LEITE, Bruno Silva. Mandacaru Radioativa: Desenvolvimento de uma Atividade Gamificada para o Ensino de Química. **Abakós**, Belo Horizonte, v. 11, n. 1, p. 32-56, 2023. <https://doi.org/10.5752/P.2316-9451.2023v11n1p32-56>.

VALENTE, José Armando; ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini de; GERALDINI, Alexandra Flogi Serpa. Metodologias ativas: das concepções às práticas em distintos níveis de ensino. **Revista Diálogo Educacional**, [S.l.], v. 17, n. 52, p. 455-478, 2017. <https://doi.org/10.7213/1981-416X.17.052.DS07>.

ZAPATEIRO, Gean Aparecido; FIGUEIREDO, Márcia Camilo; ROCHA, Zenaide de Fátima Dante Correia; JACINTO, Samila. Percepção de licenciandos em química sobre o ensino de

radioatividade a partir da história da ciência. **Areté - Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, Manaus, v. 12, n. 26, p. 156–167, 2020. Disponível em: <http://periodicos.uea.edu.br/index.php/arete/article/view/1670>. Acesso em: 19 jul. 2026.

COMO CITAR - ABNT

SILVA, Alane Conceição Leite e; LEITE, Bruno Silva. Percepções dos estudantes sobre a aplicação de uma atividade gamificada no ensino de radioatividade. **Areté - Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, Manaus, v. 26, n. 40, e26002, jan./dez., 2026. <https://doi.org/10.59666/Arete.1984-7505.v26.n40.3802>

COMO CITAR - APA

Silva, A. C. L., & Leite, B. S. (2026). Percepções dos estudantes sobre a aplicação de uma atividade gamificada no ensino de radioatividade. *Areté - Revista Amazônica de Ensino de Ciências*, 26(40), e26002. <https://doi.org/10.59666/Arete.1984-7505.v26.n40.3802>

LICENÇA DE USO

Licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0). Esta licença permite compartilhar, copiar, redistribuir o manuscrito em qualquer meio ou formato. Além disso, permite adaptar, remixar, transformar e construir sobre o material, desde que seja atribuído o devido crédito de autoria e publicação inicial neste periódico.



HISTÓRICO

Submetido: 20 de setembro de 2025.

Aprovado: 27 de novembro de 2025.

Publicado: 25 de janeiro de 2026.
