



AlfaQuím: PRODUÇÃO E AVALIAÇÃO DE UM JOGO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE RADIOATIVIDADE

AlfaQuím: production and evaluation of a didactic game for teaching radioactivity

AlfaQuím: producción y evaluación de un juego de enseñanza para enseñar radioactividad

Resumo: Esse trabalho tem como objetivo apresentar uma proposta de atividade lúdica com ênfase na abordagem de alguns aspectos da relação entre Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) para o tema radioatividade no Ensino Médio, e identificar suas possíveis contribuições para o ensino desse conteúdo sob os olhares de professores de Química da Educação Básica. Para isso, foi desenvolvido um jogo de tabuleiro intitulado AlfaQuím, tendo como eixo norteador os aspectos relativos à ciência, bem como suas relações com a tecnologia e sociedade. De modo geral, as avaliações dos professores indicam que o jogo pode contribuir para o ensino-aprendizagem de conceitos fundamentais da radioatividade, explorando questões sociais, políticas e históricas, bem como ser instrumento de avaliação para identificar o entendimento dos estudantes sobre o tema. Nesse sentido, essa pesquisa tem a importante contribuição de mostrar caminhos ao professor de Química do nível médio para o ensino da radioatividade de forma lúdica, podendo despertar o interesse dos estudantes para esse tema, ajudando-os na construção de visões críticas sobre a radioatividade, suas aplicações e perspectivas na sociedade.

Palavras-Chave: Jogo pedagógico; Radioatividade; Aspectos CTS.

Abstract: This paper aims to present a proposal for a ludic activity emphasizing a Science-Technology-Society (STS) approach on the radioactivity theme in high school. It also aims to identify their possible contributions to teaching this content under the eyes of teachers of Basic Education Chemistry. For this, a board game called AlfaQuím was developed based on three guiding axes: aspects of the nature and history of science, aspects of the relationship between science, technology, and society, and multidisciplinary aspects. In general, teachers' evaluations indicate that the game can contribute to teaching-learning fundamental radioactivity concepts, exploring social, political, and historical issues, and an assessment tool to identify students' understanding of this topic. In this sense, this research contributes by expanding the possibilities that high school chemistry teachers have to teach radioactivity playfully, arousing students' interest in this topic, and helping them to observe radioactivity, its applications, and perspectives in society critically.

Keywords: Educational game; Radioactivity; STS approach.

Resumen: Este trabajo tiene como objetivo presentar una propuesta para una actividad lúdica con énfasis en CTS para el tema Radioactividad en la escuela secundaria e identificar sus posibles contribuciones a la enseñanza de este contenido bajo la mirada de los docentes de Química de Educación Básica. Para ello, se ha desarrollado un juego de mesa llamado AlfaQuím basado en tres ejes rectores: aspectos de la naturaleza e historia de la ciencia, aspectos de la relación entre ciencia, tecnología y sociedad y aspectos multidisciplinarios. En general, las evaluaciones de los docentes indican que el juego puede contribuir a la enseñanza-aprendizaje de conceptos fundamentales de radiactividad, explorando temas sociales, políticos e históricos, como también una herramienta de evaluación para identificar la comprensión de los estudiantes sobre este tema. En este sentido, esta investigación tiene la importante contribución de mostrar formas para que el docente de química de la escuela secundaria enseñe la radiactividad de una manera lúdica, lo que puede despertar el interés de los estudiantes en este tema, ayudándolos a construir puntos de vista críticos sobre la radiactividad, sus aplicaciones y perspectivas en la sociedad.

Palabras clave: Juego educativo; Radiactividad; Aspectos CTS.

VERENNA BARBOSA GOMES

Universidade Federal de Tocantins
(UFT)

 0000-0001-6053-7131

JOYCE REIS DE SOUSA

Universidade Federal de Tocantins
(UFT)

 0000-0002-9096-4553

FERNANDA PINHEIRO BRITO

Universidade Federal de Tocantins
(UFT)

 0000-0001-9734-8385



GOMES, V. B.; SOUSA, J. R.; BRITO, F. P. AlfaQuím: produção e avaliação de um jogo didático para o ensino de radioatividade. Revista Eletrônica Ludus Scientiae, Foz do Iguaçu, v. 5, n. 1 p. 1-18, 2021.



O LÚDICO VENCE O MEDO FRENTE À UMA PEDAGOGIA TRÁGICA QUE EMERGE NO ATUAL SISTEMA DE EDUCAÇÃO BRASILEIRO

Um olhar atento às salas de aula possibilita constatar o paradigma educacional emergente no atual sistema da educação brasileiro, sinalizando concepções sobre o processo de ensino-aprendizagem destoantes do movimento educacional da contemporaneidade, o qual busca superar o modelo de educação positivista e mecanicista que, há séculos, vem predominando nas escolas do país.

Importa, pois, colocar em questão as consequências da predominância do modelo educativo do século XX na sala de aula do século XXI. No contexto da educação de Química, o modelo de ensino pautado prioritariamente na memorização e repetição de nomes, fórmulas e cálculos reflete nas dificuldades dos estudantes em se apropriarem dos conceitos científicos, bem como em se interessarem por essa área de conhecimento. Interessa ainda para essa pesquisa centrar um pouco de atenção nas dificuldades dos alunos com relação à compreensão de conceitos relacionados à radioatividade. Pesquisas, como a de Prestes, Capelletto e Santos (2008), indicam que os estudantes do ensino médio têm pouco conhecimento sobre esse tema, apresentam apenas ideias vagas e desarticuladas. Há também que se considerar que as concepções sobre o termo radiação são predominantemente relacionadas a malefícios ao ser humano ou ao meio ambiente (MEDEIROS; LOBATO, 2010). Corroborando com essas ideias, Silva e Baptista (2009), enfatizam que:

Ainda que relevante, a radioatividade muitas vezes não é tratada de forma satisfatória, sendo ocasionalmente negligenciada pelos professores de ensino médio e até mesmo nas instituições de formação de professores. Esse fato pode justificar suas dificuldades em lidar com o assunto em sala de aula e até mesmo os equívocos existentes nas concepções do cidadão e da mídia. Por isso, um olhar mais atento sobre o assunto se faz necessário para que nossos alunos possam, de fato, ter acesso ao conhecimento. Por essa razão e por se tratar da complexidade do tema e da capacidade de abstração que envolve os conceitos relativos à radioatividade se faz necessário repensar e propor novas formas de como os professores podem abordar esse tema em sala de aula (SILVA; BAPTISTA, 2009, p. 6).

O tempo agora é de sentir uma espécie de fadiga com relação aos excessos de conceitos desvinculados do cotidiano dos estudantes, dos olhares cientificistas sobre os aspectos da ciência, de vozes conteudistas e convencidas da solidez de conceitos que devem ser repetidos, e de tantas outras questões que afastam os alunos da ciência e do interesse em compreendê-la por uma dimensão submicroscópica que explica os fenômenos cotidianamente observáveis. Abandonar esses excessos e ceder espaço às formas reais de aprendizagem é um desafio constantemente colocado aos professores. Contudo, falar sobre os desafios não é o bastante, é preciso fornecer condições para esses sujeitos, oportunidades de fazerem o exercício da curiosidade para pensar os temas e desafios impostos pela realidade que enfrentam dia a dia na sala de aula, como aquela enfrentada pelos próprios pesquisadores universitários, pelos pais, pela sociedade, pelo governo, pela relação vertical dos órgãos oficiais da educação, enfim, por tantas pessoas e entidades diferentes. É preciso conceder espaço para o silêncio pedagógico dos professores em meio às 40 horas semanais de aula.

Logo, é necessário, no lugar de provocar sinais de esgotamento, estabelecer parcerias, colaborações e propostas viáveis. No lugar de provocar nos professores posições entre a resistência e a produção, é importante pensar junto com eles sobre o quadro complexo em que se dá o ensino de ciências, sobre como catalisar mudanças reais que possam fazer diferença, sobre vencer suas tensões e conflitos frente às mudanças sociais e novos desafios pedagógicos. E por que não de forma lúdica? O lúdico pode vencer o medo dos estudantes em aprender sobre ciências? O lúdico pode ajudar os professores a pensar suas aulas em consonância com as diretrizes curriculares? Ele pode contribuir para o desenvolvimento cognitivo, físico, social e psicomotor dos estudantes? É possível aprender de forma lúdica? É apostando nessas ideias que as atividades lúdicas vêm ganhando espaço nas pesquisas da área de ensino de Química (SOARES, 2004; CAVALCANTI, 2011). Algumas pesquisas indicam a crescente publicação de trabalhos com essa temática em eventos importantes da área de ensino de Ciências e,

também, de Química, como o Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) e o Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ) (MENDES; SANTOS; CAVALCANTI, 2016). Além disso, há indicações do aumento de produções em dissertações, teses e artigos científicos sobre esse tema (SOARES, 2016).

Cunha (2012), ao apresentar sua contribuição nas pesquisas sobre os jogos na educação, aponta, a partir de trabalhos realizados em atividades em sala de aula, alguns efeitos e mudanças no comportamento dos estudantes:

- Os alunos adquirem habilidades e competências que não são desenvolvidas em atividades corriqueiras;
- O jogo causa no estudante uma maior motivação para o trabalho, pois ele espera que este lhe proporcione diversão;
- Os jogos melhoram a socialização em grupo, pois, em geral, são realizados em conjunto com seus colegas;
- Os estudantes que apresentam dificuldade de aprendizagem ou de relacionamento com colegas em sala de aula melhoram sensivelmente o seu rendimento e a afetividade;
- Os jogos didáticos proporcionam o desenvolvimento físico, intelectual e moral dos estudantes;
- A utilização de jogos didáticos faz com que os alunos trabalhem e adquiram conhecimentos sem que percebam, pois, a primeira sensação é a alegria pelo ato de jogar (CUNHA, 2012, p. 95).

Retomando às questões problema que permeiam o ensino de ciências, mais especificamente o ensino sobre radioatividade, nosso entendimento de que as atividades lúdicas são possibilidades de contribuir no aprendizado de conteúdos relativos a essa área de conhecimento vai ao encontro do que dizem os autores acima citados. Acreditamos que podemos incentivar os estudantes a fazer experiências, por meio do lúdico, de aprender conceitos da ciência, por vezes desmontando, refinando, sofisticando, confrontando e divertindo. Dentre as mais variadas atividades lúdicas, nosso foco aqui está nos jogos para o contexto escolar. Entretanto, é importante salientar que, segundo Cavalcanti (2011), embora os jogos sejam necessariamente considerados uma atividade lúdica, nem toda atividade lúdica é um jogo. Dessa forma, o objetivo central desse trabalho é apresentar uma proposta de atividade lúdica por meio de um jogo de tabuleiro sobre a radioatividade e suas possíveis contribuições para o ensino do tema sob os olhares de professores de Química da Educação Básica, os quais avaliaram o jogo na dimensão dos conceitos envolvidos e da relação desses conceitos com alguns aspectos do enfoque CTS.

O QUE ESTAMOS CHAMANDO DE JOGO?

Iniciaremos a discussão sobre jogos no espaço escolar situando a definição de jogo da qual nos apropriamos para o desenvolvimento dessa pesquisa. A base teórica/conceitual aqui utilizada é com base nos estudos de Cleophas, Cavalcanti e Soares (2018). Em função da polissemia terminológica utilizada para designar os jogos com foco na aprendizagem em diversos âmbitos, os autores fizeram um estudo sistemático acerca das definições sobre jogos educativos, jogos didáticos e jogos pedagógicos, situando-os em contextos específicos.

Eles consideram que o jogo é educativo quando, mesmo sem intento de ensinar algo a alguém, ele propicia algum tipo de aprendizado:

O jogo em si não tem preocupação se vai ensinar ou não. Se ele consegue ensinar ou treinar para algo, é de modo não intencional, quando, no entanto, o ser humano nota que, de alguma maneira, por meio do uso de um jogo, houve algum aprendizado de uma característica marcante e que seja capaz de influenciar sobremaneira o desenvolvimento do sujeito, podemos denominá-lo de educativo (CLEOPHAS; CAVALCANTI; SOARES, 2018, p. 36).

Enfatizam, ainda, que o jogo educativo, embora em sua essência seja informal, pode ser um jogo educativo formalizado (JEF), quando está sendo aplicado para atender a uma finalidade que vise à aquisição de conhecimentos específicos sobre determinados conteúdos existentes em currículos das Ciências Naturais, em especial da Química, Física ou Biologia.

É a partir dessa discussão que os autores chegam ao conceito de jogo didático e jogo pedagógico. Nos dois casos, considera-se que sejam jogos educativos formalizados e, com rigor, educativos intencionais, mas vão se diferenciar na origem de suas elaborações. O jogo didático é adaptado de um jogo educativo informal ou outro jogo no sentido *stricto* que teve conteúdos didáticos em seu escopo. Já o jogo pedagógico tem característica inédita, portanto, não é adaptado de qualquer outro jogo, bem como possui intenção de desenvolver habilidades cognitivas sobre conteúdos específicos (CLEOPHAS; CAVALCANTI; SOARES, 2018). Portanto, de forma geral, esses estudiosos afirmam que o ineditismo é o que vai diferenciar um jogo do outro, bem como seu uso na práxis docente, e que o uso desses dois tipos de jogos pode

Sanar lacunas geradas durante o processo de ensino e aprendizagem; rever conceitos; promover a aprendizagem ativa; fomentar a curiosidade e estimular para resolução de problemas de modo mais dinâmico e menos formal (não sob o ponto de vista cognitivo, mas, sobretudo, sob o ponto de vista prazeroso e instigante que a didatização lúdica pode favorecer ao processo de ensino e aprendizagem (CLEOPHAS; CAVALCANTI; SOARES, 2018, p. 41).

Considerando que todo jogo por si só é lúdico, Soares (2004) chama a atenção para a importância do equilíbrio entre a função lúdica (relacionada à diversão quando a escolha pelo ato de jogar é voluntária) e a função educativa (relacionada ao conhecimento). Nessa perspectiva, nenhuma função deve se sobressair à outra, pois

Se uma destas funções for mais utilizada do que a outra, ou seja, se houver um desequilíbrio entre elas, provocam-se duas situações: não há mais ensino, somente jogo, quando a função lúdica predomina em demasia, ou a função educativa elimina todo o ludismo e a diversão, restando apenas o ensino (SOARES, 2004, p. 37).

Sendo assim, é indispensável se ater à importância desse equilíbrio no jogo pedagógico, já que ele também é educativo formalizado. Sobre os jogos pedagógicos, há ainda pesquisas, como a de Deus (2019), que investigam as possíveis funções desses jogos: função educativa avaliativa, função educativa formativa, função lúdica imersiva, função lúdica moral e função de equilíbrio do professor.

O estudo desses conceitos é de fundamental importância para que possamos situar em qual perspectiva estamos utilizando a palavra jogo e em qual perspectiva o elaboramos. Dessa forma, sinalizamos que vamos ao encontro de um jogo pedagógico de acordo com o que foi discutido pelos autores acima citados. Isso porque a nossa proposta se pauta em um jogo de tabuleiro, mas não adaptado de outro jogo pré-existente. Além disso, para a sua elaboração, foram definidos conteúdos específicos da radioatividade, com foco nas aulas de Química do Ensino Médio, planejados essencialmente para que o(a) professor(a) trabalhe esse conteúdo durante o jogo, ou ainda, como reforço, de modo a utilizá-lo como ferramenta de avaliação.

PLAY NA PESQUISA

O AlfaQuim

As etapas propostas para o desenvolvimento do jogo AlfaQuim foram: escolha do conteúdo previsto nos documentos oficiais; definição do público-alvo; abordagem dada ao conteúdo; elaboração e confecção do tabuleiro e das cartas; elaboração do manual para os professores.

O conteúdo escolhido foi “radioatividade” e o público-alvo são os alunos da segunda série do Ensino Médio. Há duas razões principais para a escolha desse tema e do público-alvo. A primeira diz respeito às concepções dos estudantes sobre a definição do termo radioatividade que, majoritariamente,

são vagas e associadas sempre a fatos negativos, tais como acidentes, toxicidade etc. (GOMES; SILVA; SOUZA, 2017). Além disso, sua aplicação na indústria, na medicina e na agricultura é praticamente desconhecida (KOEPEL, 2003, p. 90). A segunda razão está relacionada ao contexto local da pesquisa. O jogo foi pensado considerando a realidade e o currículo das escolas de Araguaína, Tocantins. Tendo em vista o conhecimento do conteúdo programático do Ensino Médio, o conteúdo de radioatividade está previsto para os alunos da segunda série, especificamente no quarto bimestre, de acordo com o documento de referência para elaboração dos planos de ensino, da Secretaria da Educação, Juventude e Esporte do Tocantins (Figura 1). Entretanto, entende-se que esse conteúdo não está previsto apenas para o estado do Tocantins, pois pode ser utilizado de acordo o currículo e público-alvo definido pelos documentos oficiais específicos de cada localidade.

4º Bimestre	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Radioatividade <ul style="list-style-type: none"> • Leis da Radioatividade • Período de meia vida • Período de semi-desintegração ➤ Introdução a Química Orgânica <ul style="list-style-type: none"> • Características do Carbono • Tipos de Carbono • Hibridação • Classificação de Cadeias Carbônicas
-------------	---

Figura 1 – Conteúdos previstos para o 4º bimestre do ensino de Química, segundo os documentos oficiais da Secretaria Educacional do Tocantins. **Fonte:** Autoras.

A abordagem dada ao jogo AlfaQuim buscou contemplar aspectos da natureza e história da ciência e alguns aspectos da relação entre ciência, tecnologia e sociedade, bem como aspectos multidisciplinares.

O AlfaQuim é um jogo de tabuleiro composto por: 1 tabuleiro, 1 dado, 4 peões e 60 cartas. A estrutura do tabuleiro é composta por

- 52 casas;
- 2 casas estão destinadas a “início” e “fim”. A casa “início” é indicada pela palavra *start* e a casa “fim de jogo” é sinalizada pelo termo *game over*;
- 3 casas “sorte ou azar”, representadas pela palavra perigo;
- 2 casas “informações”, simbolizadas por pontos de exclamação;
- 3 casas “perguntas”, indicadas por pontos de interrogação.

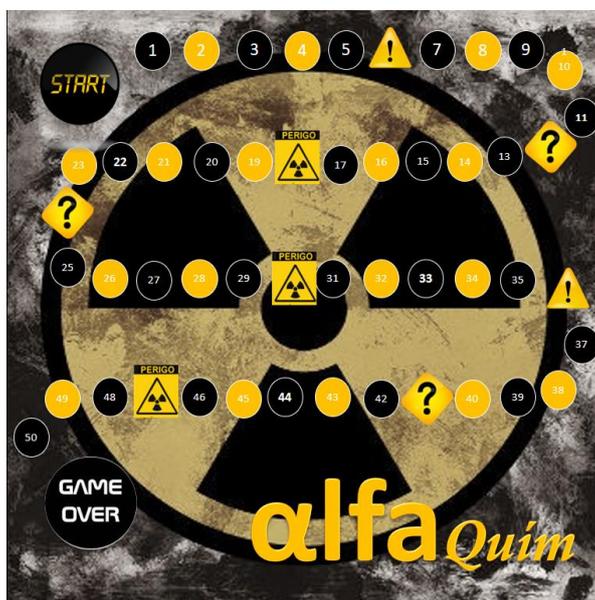


Figura 2 – Tabuleiro do jogo AlfaQuim. **Fonte:** Elaborado pelas autoras.

Após a elaboração do tabuleiro, partimos para a elaboração das cartas do jogo. Foram confeccionadas um total de 60 cartas, sendo elaboradas 4 tipos de cartas destinadas a momentos diferentes do jogo:

- 10 cartas “fim de jogo”;
- 10 cartas “informações”;
- 15 cartas “sorte ou azar”;
- 25 cartas “perguntas”.

As cartas “fim de jogo” foram desenvolvidas com o propósito de fazer com que o jogador que está na parte final tenha que passar por algum tipo de situação, como voltar algumas casas, ou ser eliminado por ter chegado ao fim da partida com alguma doença resultante do contato direto sem precaução com as radiações, ou, simplesmente, receber a notícia que venceu o jogo em função, por exemplo, de algum benefício advindo da descoberta da radioatividade (Figura 3).



Figura 3 – Exemplo de uma carta *Game Over*, que mostra a importância da radioatividade na sociedade.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

As cartas “informações” buscam contemplar informações gerais sobre radiatividade, fatos históricos sobre a radioatividade e algumas das suas aplicações e riscos de contaminação (Figura 4).

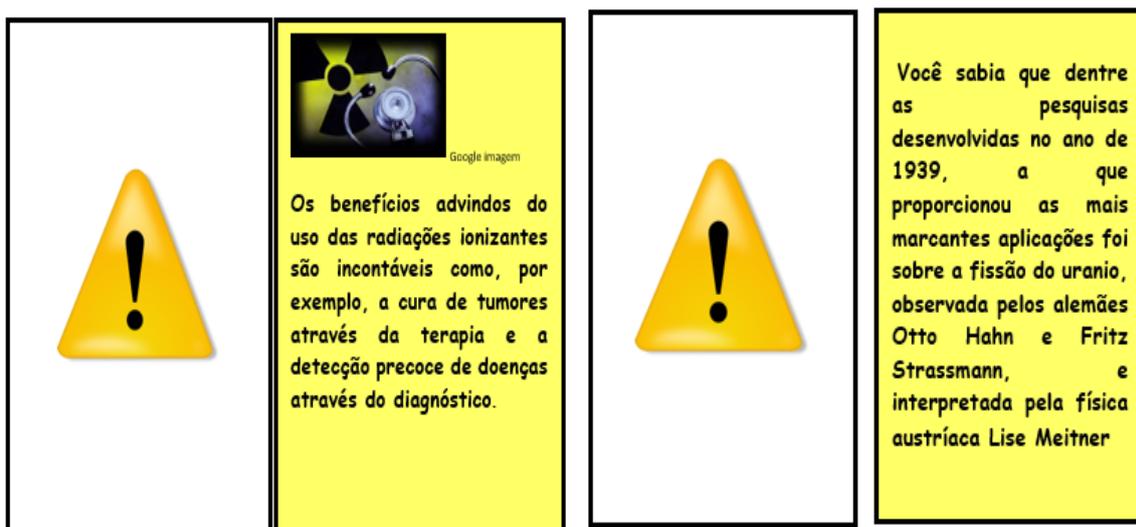


Figura 4 – Exemplo de duas cartas “informações” sobre a radioatividade. **Fonte:** Elaborado pelos autores.

As cartas de “sorte ou azar” abordam alguns acontecimentos que envolvem os jogadores, fazendo com que eles possam avançar ou retroceder algumas casas do tabuleiro, ou ainda, ficar uma rodada sem jogar. Alguns exemplos podem ser visualizados na Figuras 5 e 6.



Figura 5 – Exemplos de duas cartas “sorte ou azar”, que tornam o jogador um personagem no jogo.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

As cartas “perguntas” foram desenvolvidas com foco nos conteúdos conceituais com abordagens históricas ou de alguns aspectos presentes na relação CTS sobre a radioatividade.

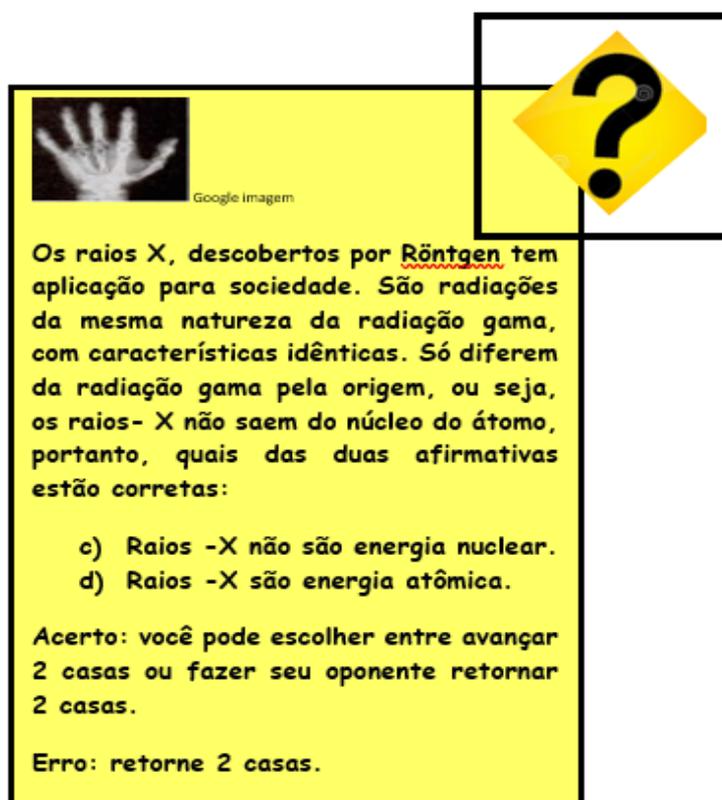


Figura 6 - Exemplos de carta “pergunta” envolvendo os conteúdos conceituais. Fonte: Elaborado pelas autoras.

A partir do momento em que o jogo foi previamente idealizado, partimos para a etapa de elaboração das regras (Quadro 1), que são fundamentais para que o jogo prossiga, assim como é obrigatório o seu domínio pelos jogadores (SOARES, 2008).

Quadro 1 – Regras do AlfaQuim.

O AlfaQuim e suas Regras	
START	<ul style="list-style-type: none"> ➤ O jogo deve conter entre 2 e 4 jogadores; ➤ O jogador a começar é o que tirar o maior número no dado, seguindo a ordem dos jogadores em sentido horário; ➤ Se houver empate, deve-se repetir a jogada com o dado.
PLAYING	<ul style="list-style-type: none"> ➤ No percurso do tabuleiro haverá três tipos de casas diferentes. São elas: “Perigo”, “Pergunta” e “Informação”. ➤ Casa “Perigo”: essa casa está representada com o símbolo da radioatividade. O jogador que cair nessa casa terá que abrir uma carta e ler a informação contida nela. O participante pode abrir uma carta de “sorte ou azar”, independente da informação contida nela, o jogador deverá fazer o que for mandado por ela; ➤ Casa “Pergunta”: ela é representada por um símbolo de interrogação. O jogador que cair nela terá que responder à pergunta. Caso acerte, deve seguir a gratificação. Caso não responda corretamente, ele pode retroceder uma casa ou ficar uma rodada sem jogar. Nesse momento, o professor deve explicar sobre o conteúdo da carta em questão com foco nos objetivos de aprendizagem, tendo o aluno acertado ou errado; ➤ Carta “Informação”: ela será representada pelo símbolo de exclamação. O participante que cair nessa casa deverá ouvir atentamente a informação contida no cartão, pois ela será crucial para seu aprendizado sobre radioatividade.
END OF THE GAME	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Para que haja um vencedor, o jogador precisa chegar à casa “FIM” e retirar a carta “premiada”, que o garante vitória imediata, ou a carta “desafio”, em que ele terá que responder uma pergunta. Se acertar, ganha o jogo. No entanto, se errar deverá cumprir o que diz a carta.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Sobre coleta de dados e o referencial metodológico da pesquisa

Esta pesquisa é de natureza qualitativa e, segundo Lüdke e André (1986), supõe o contato direto e prolongado do pesquisador com o ambiente e a situação que está sendo investigada (p. 11). A coleta de dados foi realizada a partir de entrevistas com os sujeitos participantes e a construção dos dados foi realizada inspirada na análise de conteúdo. Essa é uma técnica que trabalha com a palavra, por meio da qual o pesquisador procura categorizar as palavras ou frases que se repetem e inferir determinada expressão que as representem, ajudando, portanto, na compreensão do pensamento do sujeito por meio do conteúdo expresso nas suas falas (CAREGNATO; MUTTI, 2006).

Considerando que as vozes, as experiências e os saberes dos professores são elementos importantes para a mudança que almejamos no ensino de Química, optamos que a avaliação do jogo confeccionado fosse feita por professores. Acreditamos que os olhares desses sujeitos podem colaborar na construção de ideias e teorias mais próximas das múltiplas realidades em que se insere o processo de ensino-aprendizagem. Sendo assim, participaram, como sujeitos da pesquisa, quatro professores de Química da Educação Básica, com formação em Licenciatura em Química, sendo que um deles possui mestrado na área de Ensino de Ciências.

DESDOBRAMENTOS DA PESQUISA

Nos tópicos a seguir serão apresentadas as categorias elaboradas e, para cada uma delas, trechos extraídos das falas dos professores a elas relacionadas. As categorias são de ordem apriorística, pois, considerando o objetivo com que se pretende alcançar com o AlfaQuim, elas foram pré-definidas. Em decorrência disso, emergiram as inferências das categorias a partir da evidência dos aspectos da história e natureza da ciência e de alguns aspectos da relação C-T-S.

Avaliação do AlfaQuim quanto ao seu conteúdo

A entrevista teve como objetivo avaliar o conteúdo do AlfaQuim. Na primeira pergunta, foi questionado sobre o tema escolhido para a elaboração do jogo. Todos os entrevistados afirmaram que o tema radioatividade é relevante, apresentando suas justificativas. A partir da análise das justificativas, foram criadas as seguintes categorias: atualidade do tema, organização do tema nos livros didáticos e exames de avaliação (Quadro 2).

Quadro 2 – categorias criadas para a relevância do tema escolhido para o AlfaQuim

Relevância do tema	Categorias a posteriori
	Atualidade do Tema
	Organização do tema nos livros didáticos
	Exames de avaliação

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Com relação à atualidade do tema, os professores destacaram que as questões relativas à radioatividade estão presentes em, por exemplo, textos de jornais ou revistas. Ademais, mencionaram que tal tema envolve questões atuais da sociedade, seja por sua utilização em processos da irradiação de alimentos, do diagnóstico e tratamento de doenças ou da produção de energia. Essas ideias apresentadas pelos professores dialogam com Silva e Baptista (2009). De acordo com essas autoras,

a radioatividade, apesar de ser um conteúdo, é também um tema. Todo ser humano está exposto a ela, e as consequências de sua utilização, sistematizada na forma de produção de energia, irradiação de alimentos, procedimentos médicos etc., implica em consequências sociais em todo o mundo, constituindo ao nosso ver, um tema de interesse global (SILVA; BAPTISTA, 2009, p. 37).

De acordo com essa questão, podemos inferir que o AlfaQuim, por apresentar um tema atual e de relevância social, pode contribuir para o entendimento dos alunos e/ou compreensões equivocadas sobre o que, fora do contexto da sala de aula, eles veem, leem e escutam acerca da radioatividade.

A organização do tema Livros Didáticos surgiu a partir da fala dos professores P1 e P4. Eles afirmam que, nos livros didáticos de Química, o tema radioatividade aparece na parte final do livro, o que torna, muitas vezes, em função do tempo, um tema esquecido nas aulas da disciplina:

O interessante de você trabalhar radioatividade, principalmente na forma de um jogo, é que geralmente o tema radioatividade tá jogado às vezes lá no final dos livros e a gente sabe né, é conteúdo demais pra ser trabalhado em pouco tempo, então a gente consegue, com esse jogo, otimizar o tempo em sala de aula com o processo de aprendizagem do aluno sobre esse tema (P1).

Além disso, eles chamam a atenção para o fato de que as discussões críticas sobre esse tema nos livros são tímidas, pois priorizam mais os aspectos conceituais e não oferecem muitas possibilidades de discussão na dimensão do que o tema permite. Esse argumento dos professores foi utilizado para justificar a relevância do tema que foi escolhido para o AlfaQuim, corrobora com os estudos de Eichler, Jungs e Del Pino (2006). Os autores criaram um *software* educativo para trabalhar alguns conteúdos que abordam a radioatividade por acreditarem que, embora seja um assunto de contínuo interesse por parte de estudantes, as abordagens presentes nos livros, muitas vezes, não parecem suficientes para promoção de debates e qualificação das opiniões dos estudantes sobre o tema (EICHLER, JUNGS; DEL PINO, 2006).

A última categoria relacionada à relevância do tema do jogo é justificada em função dos exames de avaliação do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem). Os professores P2 e P3, ao assumirem que o foco de suas aulas está prioritariamente na preparação dos estudantes para o vestibular ou Enem, colocam o tema radioatividade como um tema de suma importância. É necessário dar atenção ao fato de que o objetivo central da produção desse material não foi a preparação dos alunos para exames, mas poder proporcionar a eles olhares para os conceitos relativos à radioatividade (tipos de radiação, fontes

radioativas, interação radiação-matéria, energia, dose, proteção, espalhamento, intensidade, meia-vida, vida-média, isótopos, ionização etc.) sob diferentes perspectivas, como: dos aspectos da natureza e história da ciência; da relação entre ciência e tecnologia; e de aspectos multidisciplinares.

Na segunda pergunta, ao serem questionados sobre quais abordagens do jogo permitem ser discutidas com os alunos, ou seja, quais possíveis diálogos o(a) professor(a) estabelecerá com os alunos a partir dos conteúdos das cartas, as respostas mais predominantes nos possibilitaram chegar às categorias abaixo (Quadro 3).

Quadro 3 – Categorias criadas para as possíveis abordagens que o AlfaQuim permite discutir com os alunos

Possíveis abordagens que o AlfaQuim permite discutir com os alunos.	Categorias a posteriori
	História da radioatividade
	Questões da ciência, tecnologia e sociedade
	Aspectos multidisciplinares

Fonte: Elaborado pelas autoras.

De acordo com o quadro acima, observa-se que, para os entrevistados, o AlfaQuim permite que os conteúdos conceituais relacionados à radioatividade sejam abordados com foco em três eixos principais, os quais categorizamos da seguinte maneira: história da radioatividade, questões da ciência, tecnologia e sociedade, e aspectos multidisciplinares.

Segundo os professores, o AlfaQuim aborda os aspectos acerca da radioatividade em seu contexto histórico e cultural, possibilitando mostrar aos alunos a ciência como um processo dinâmico e o caráter histórico da construção de conhecimento.

Nas cartas elas trazem, além dessa definição conceitual, a abordagem histórica que é importante para inserir o aluno no contexto do estudo da radioatividade daquela época, até a forma como se dá a construção da ciência. Nas nossas aulas, a abordagem histórica às vezes é deixada de ser trabalhada. Por causa de excesso de conteúdo, às vezes a gente esquece do contexto de onde surgiu aqueles conceitos científicos (P4).

Observa-se na fala de P4 que, regularmente, os construtos da história são deixados de lado em função do conceito a ser trabalhado. Nesse sentido, ele atribui aos aspectos históricos da radioatividade, contemplados nas cartas, possibilidade de permitir discussões sobre a evolução histórica do conceito. Essa avaliação de P4 é um indicativo de que se conseguiu contemplar de forma satisfatória aspectos da história e da natureza da ciência no jogo, um dos eixos norteadores para a elaboração do AlfaQuim. Buscou-se contemplar esse eixo, considerando que:

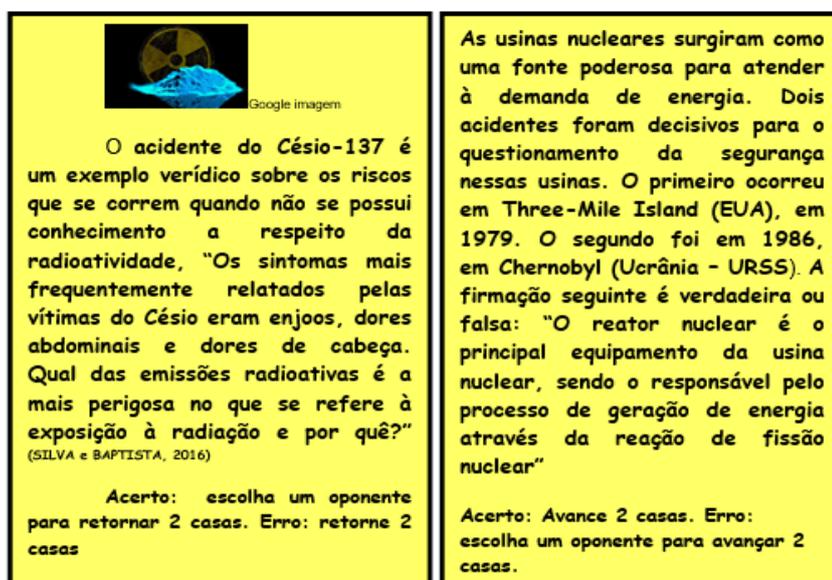
A História da Ciência tem fornecido inúmeras contribuições para o ensino da Química. No caso da História da Química, além de contextualizar o conhecimento científico, esse exercício histórico pode fornecer aos estudantes uma oportunidade de questionar e compreender melhor os processos sociais, econômicos e culturais passados e contemporâneos (BARP, 2013, p. 50-51).

Em outros trechos de entrevista, encontramos falas que são indicativas da relação entre a ciência, tecnologia e sociedade contemplada no AlfaQuim e que podem ser discutidas com os estudantes durante o jogo, como o trecho a seguir:

[...] Por exemplo o caso do Césio [...] como uma abordagem CTS. Discutir, por exemplo, como que o Césio é usado na ciência, como é usado na tecnologia na sociedade e seus impactos no meio ambiente [grifo nosso]. Durante o jogo a gente pode discutir abordar numa perspectiva de interdisciplinaridade, contextualização, CTS, eu conseguiria trabalhar com o jogo dessa forma (P1).

[...] Então o tema é impecável, em relação a ciência, tecnologia e sociedade (P3).

Selecionamos duas cartas para representar como a abordagem de alguns aspectos presentes na relação CTS é contemplada no AlfaQuim (Figuras 7 e 8). Na Figura 7, é relatado o acidente com a cápsula contendo Césio-137 ocorrido em Goiânia, de modo que o aluno e a aluna possam perceber que o acidente evidenciou a falta de conhecimento científico e o despreparo do cidadão comum em lidar com determinadas situações que exigem algum mínimo conhecimento de ciência. Isso pode, portanto, despertar o interesse dos estudantes em aprender um pouco mais sobre radioatividade. O(a) professor(a), nesse momento, pode discutir sobre a relação existente entre o conhecimento científico, as necessidades sociais e os interesses econômicos e políticos que envolvem essa questão. A Figura 8 trata das usinas nucleares e o tipo de reação química que ocorre em um reator nuclear. O pano de fundo dessa questão é a discussão acerca dos riscos e benefícios do uso da energia nuclear, sendo, portanto, uma carta que contempla um tema controverso da ciência. Nesse caso, com base em Martins (2016), afirmamos que a carta da Figura 8, por apresentar um aspecto controverso da ciência, é uma carta que atende à perspectiva das questões sociocientíficas (QSC). De acordo essa autora “os aspectos sociocientíficos predominantemente característicos são os valores ético e moral e a controvérsia em função das mesmas envolverem decisões de ordem pessoal e social” (MARTINS, 2016, p. 132).



Figuras 7 e 8 – Exemplos de cartas com abordagem de alguns aspectos presentes na relação CTS. Fonte: Elaborado pelos autores.

Com base nos depoimentos acima e, considerando que o enfoque CTS nas aulas de ciências podem contribuir para que os estudantes sejam capazes de construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões sobre questões referentes aos impactos da ciência e da tecnologia na sociedade, bem como atuar na solução dessas questões (SANTOS; SCHNETZLER, 1996; AULER, 1998; SANTOS, 2007), entendemos que o AlfaQuim pode ser uma importante ferramenta para contribuir na educação científica e tecnológica dos estudantes. A abordagem de alguns aspectos da relação CTS nas cartas do jogo é capaz de ser um caminho promissor para contribuir no entendimento da radioatividade e no desenvolvimento de uma visão mais crítica sobre o uso das tecnologias relacionadas a esse conhecimento.

Outras abordagens identificadas nas falas dos professores estão relacionadas à multidisciplinaridade. A fala de P4 representa essa categoria:

Já contribuí pra um trabalho com a física [...] É... eu percebi por exemplo em algumas cartas, a relação da radioatividade com os fatores biológicos, relacionado à saúde humana, até a história (P4).

De acordo os estudos de Fazenda (1999, p. 31), “a pluri e a multidisciplinaridade podem ser designadas como a justaposição de conteúdos de disciplinas heterogêneas ou, ainda, a integração de conteúdo em uma mesma disciplina.” É com base nesse pressuposto que a construção do AlfaQuim teve

como um de seus eixos norteadores os aspectos multidisciplinares. Tais aspectos buscam propiciar aos professores discussões com os alunos sobre as questões que envolvam Física, Química, História, Biologia e, também, a questão das mulheres na ciência. As cartas a seguir são alguns exemplos dessas possíveis discussões.



Google imagem

Você viveu na época da 1^o Guerra Mundial e seu pai, soldado de guerra, sobreviveu aos ferimentos graves graças a Marie Curie, que atuou no atendimento, inclusive linha de frente da batalha. Qual foi a contribuição de Marie Curie na I Guerra Mundial, no campo da medicina?

Acerto: Avance 2 casas.

Erro: Fique uma rodada sem jogar.



Google imagem

Na luta pela conquista de igualdade de tratamento entre homens e mulheres, a atribuição de prêmios Nobel à Marie Curie e à sua filha Irene teve um sentido importante frente à condição subalterna a que as mulheres estavam submetidas no final do século 19 e início do século 20 na sociedade europeia.

Essa afirmação é verdadeira ou falsa?

Acerto: Avance uma casa

Erro: Escolha uma mulher do jogo e peça que ela avance 2 casas

Figuras 9 e 10 – Exemplos de cartas com abordagem multidisciplinar. Fonte: Elaborada pelas autoras.

As cartas representadas nas Figura 9 e 10 abrem possibilidades para que sejam discutidos com os alunos aspectos da história da Ciência e do desenvolvimento tecnológico, focalizando nos aspectos éticos relacionados à utilização das novas descobertas e invenções. Além disso, as cartas permitem que questões do imperialismo europeu e da evolução da situação da mulher na sociedade sejam debatidas. Nesse último aspecto, é importante frisar que a Ciência, conjunto de conhecimentos socialmente construídos, carrega consigo aspectos da exclusão feminina evidenciada na desvalorização da participação das mulheres no desenvolvimento da atividade científica e tecnológica. O que se percebe é que “as mulheres como grupo foram excluídas [do mundo da ciência] sem nenhuma outra razão que não seu sexo” (SCHIEBINGER, 2001, p. 37), fazendo com que a sociedade olhasse para a Ciência como atividade predominantemente masculina. É no contexto de uma trajetória de exclusão e invisibilidade das mulheres na produção do conhecimento que o AlfaQuim busca, a partir de aspectos da história da ciência, remeter ao engajamento das mulheres nas instituições científicas, buscando, portanto, superar o preconceito de gênero e abrir novas perspectivas, novas questões e novas missões à ciência a partir da igualdade entre gêneros.

Já em cartas como a que está representada na Figura 10, os aspectos multidisciplinares contemplam discussões acerca da interação da radiação com seres vivos, envolvendo a área da biologia, química e da saúde.

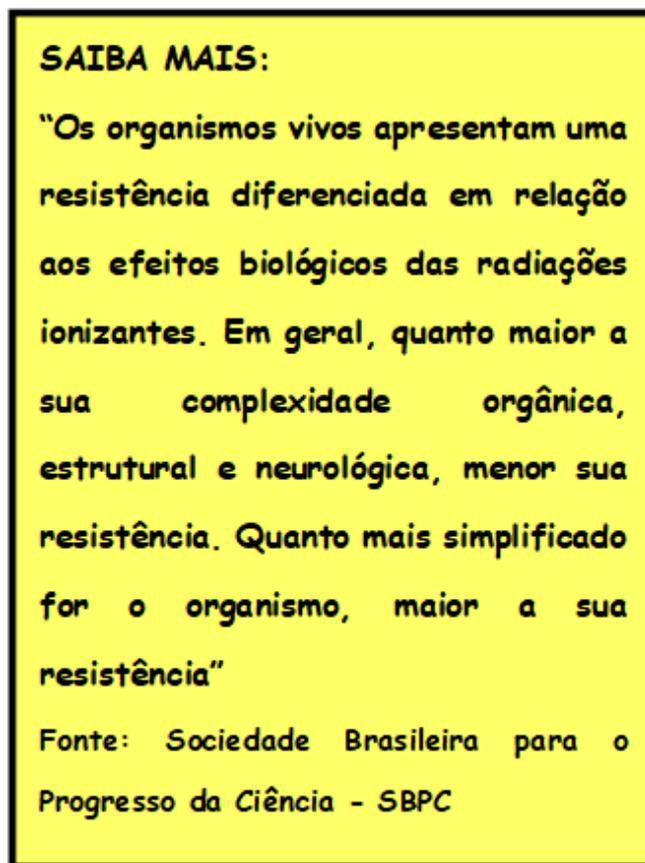


Figura 10 – Exemplo de uma carta informativa com abordagem multidisciplinar. **Fonte:** Elaborada pelas autoras.

De modo geral, os relatos dos professores revelaram que o jogo proposto apresenta, em seu conteúdo, alguns aspectos da abordagem CTS por meio de aspectos multidisciplinares, da discussão dos conflitos sociais e da exploração histórica. Portanto, pelas avaliações dos professores, consideramos que os eixos norteadores para elaboração do AlfaQuim, explicitados na metodologia desse trabalho, foram satisfatoriamente contemplados. Nesse sentido, entendemos que a abordagem escolhida para o conteúdo das cartas contribui para a integração dos conteúdos referentes à radioatividade com o cotidiano, podendo, assim, ser um instrumento promissor para que os alunos sejam capazes de discutir esse tema numa dimensão ética, tecnológica, ambiental e política, bem como contribuir para o interesse e a aprendizagem dos estudantes sobre a radioatividade.

Buscamos ainda investigar se os conteúdos presentes nas cartas estão de acordo com os documentos oficiais para o Ensino Médio. Algumas falas remetem à ausência de cálculos relacionados à meia-vida. Optamos por não fazer abordagens matemáticas no jogo, em função não apenas do tempo que levaria para jogar no contexto curricular das aulas de Química em Araguaína (TO), como, também, por não ser o propósito do jogo desenvolvido. Buscamos focar em abordagens mais teóricas e contextualizadas, evitando o uso de cálculos matemáticos.

Em contrapartida, ficou evidente em outras falas que os conteúdos sugeridos nos documentos oficiais foram contemplados, inclusive sobre as emissões de radiações:

Inclusive com algumas habilidades e conteúdo que eu consegui perceber em algumas cartas aqui, né, por exemplo, tem identificação de diferentes **tipos de radiação** que seria pra um aluno saber, vi aqui uma relação que ele pode fazer também com os diferentes tipos dentro do espectro, né, eletromagnético, raio x, infravermelho, ultravioleta, e é interessante (P4, grifo nosso).

A carta abaixo é um exemplo no que se refere a essa questão:

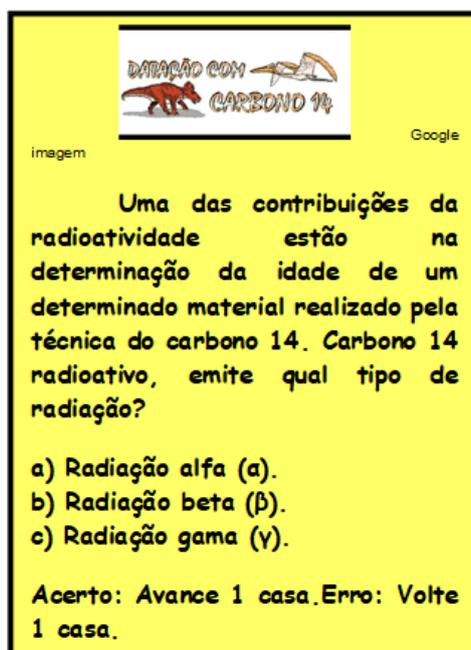


Figura 11: Exemplo de uma carta que representa um dos conteúdos previstos nos documentos oficiais para Educação Básica. **Fonte:** Elaborada pelas autoras.

Ainda buscamos avaliar o jogo quanto à linguagem e nível de dificuldade. Com relação à linguagem, todos os entrevistados afirmaram que está adequada ao Ensino Médio. Com relação ao nível de dificuldade, dos quatro professores, dois avaliaram como médio, um como fácil e um como difícil. O nível de dificuldade apontado como difícil foi justificado pela dificuldade do conteúdo.

Outra questão que buscamos avaliar foi a clareza das regras. Todos os entrevistados afirmaram que as regras estão claras, assumindo um papel fundamental para o andamento do jogo. No jogo AlfaQuim assumimos a importância das regras na mesma perspectiva de Soares (2004):

Caso se queira atingir a aprendizagem de alguns conceitos com os jogos, passa-se primeiramente por regras a serem obedecidas para que o jogo ou a atividade funcionem a contento e se atinjam os objetivos propostos. Dominá-las é mais do que o ideal. Em um jogo dito educativo, a maior probabilidade de falha está relacionada a erros provenientes de regras não claras (SOARES, 2004, p. 33).

Como o AlfaQuim pode contribuir na prática docente?

Na terceira pergunta, questionamos os professores sobre suas dificuldades de trabalharem o conteúdo de radioatividade e como o AlfaQuim poderia ajudá-los. Das justificativas apresentadas pelos professores foram desenvolvidas as seguintes categorias:

Quadro 4 – Principais dificuldades apontadas pelos professores para trabalhar o conteúdo de radioatividade

Dificuldades de trabalhar o conteúdo de radioatividade	Categorias <i>a posteriori</i>
	Falta de recursos didáticos
	Natureza do conteúdo
	Formação docente

Fonte: Elaborado pelas autoras.

De acordo com o Quadro 4, as principais dificuldades dos professores para trabalharem o conteúdo de radioatividade estão relacionados à falta de recursos didáticos, à natureza do conteúdo e à formação docente. Através das justificativas apresentadas pelos entrevistados, perguntamos como o

AlfaQuim poderia auxiliar em suas aulas. Sobre a falta de recurso didático para trabalhar a radioatividade em sala de aula, os professores argumentaram que a realidade do espaço escolar em que estão inseridos ainda é precária, e relatam que o livro didático é ainda o único recurso oferecido para o trabalho docente. Diante disso, os professores consideram o AlfaQuim como uma possibilidade de material didático tanto para ensinar, quanto para investigar as possíveis dificuldades dos estudantes sobre a radioatividade.

As limitações, justamente porque **não tem muito recurso didático**. Aqui na escola ficamos mais **presos aos livros**[...]. Eu acredito que quando o aluno passa a vivenciar ou passa a ter contato com alguma coisa diferente do que o professor tá falando ou do próprio livro - como o AlfaQuim- ele consegue aprender mais o conteúdo[...]. A gente também pode utilizar como atividade para **avaliar o que o aluno sabe sobre o tema** (P1, grifo nosso).

Nesse sentido, se torna evidente que o jogo AlfaQuim pode contribuir, também, como uma possibilidade a mais de recurso didático para o(a) professor(a) de Química, tanto para ensinar, como para avaliar. Essas possibilidades dialogam com os estudos de Cavalcanti (2011), o qual defende que

O lúdico pode ser usado como uma ferramenta de avaliação principalmente diagnóstica e formativa, trabalhando com a interatividade aliada à diversão, proporcionando discussões entre os alunos, entre os alunos e o professor, na tentativa de minimizar problemas conceituais e tornar o Ensino de Química mais atrativo e relevante para o aluno (CAVALCANTI, 2011, p. 159).

Outra dificuldade colocada pelos professores que tem relação ao trabalho com os estudos da radioatividade em sala de aula está relacionada à natureza de seu conteúdo. Face à essa dificuldade, eles apontam que o AlfaQuim poderá ajudá-lo, tanto na possibilidade de contemplar as questões relacionadas a esse tema, quanto na motivação para estudar sobre tais questões, o que é evidenciado no comentário abaixo.

Radioatividade não é um conteúdo simples [...], tenho dificuldades de trabalhar e o jogo pode ajudar nisso. É um tema que eu mesmo não tenho nem tanta facilidade [...] é a possibilidade de se trabalhar radioatividade, então acho que essa é a primeira contribuição. O jogo vai acabar também forçando o professor a estudar mais o tema, pra ele sentir cada vez mais preparado pra trabalhar o conteúdo de radioatividade, né (P4).

Um dos fatores apontados quanto à dificuldade em trabalhar a radioatividade nas aulas, foi a lacuna no currículo de licenciatura em Química.

[...] com relação a graduação nós também não tivemos uma formação adequada pra radioatividade, então a radioatividade é trabalhada no peito, no peito, é sentar e ler, por isso que eu digo, além de ser um conteúdo difícil pros alunos, torna até mais difícil pra gente (P4).

Teixeira et al. (2012), ao investigar sobre esse campo de pesquisa, identificou limitações conceituais sobre a radioatividade, indicando a ausência de discussão sobre o tema no curso de formação de professores. Da mesma forma, Silva (2009), em sua pesquisa de mestrado, não identificou o tema radioatividade em nenhuma das disciplinas obrigatórias do curso de Licenciatura em Química investigado. Uma das consequências dessa lacuna na formação docente é que

o professor pode ser levado a utilizar como principal ou única fonte de consulta para o seu trabalho o livro didático, que, por sua vez, em geral traz uma abordagem que prioriza apenas os produtos da ciência e não sua construção, dificultando a compreensão da natureza da ciência. Além disso, muitas vezes trazem erros conceituais ou informações incompletas ou equivocadas (SILVA, 2009, p. 8).

No caso dos professores participantes dessa pesquisa, seus relatos anteriores dialogam com Silva (2009), pois declaram que estão presos aos livros didáticos como único recurso para trabalhar esse tema em sala aula.

Diante disso, podemos ir mais além quanto ao uso do AlfaQuim. Se, por um lado, o jogo aqui investigado é capaz contribuir para aprendizagem de conceitos, por outro, pode servir de motivação para que o(a) professor(a) se aproxime mais desses conceitos. Tendo isso em vista, sugerimos que ele seja

utilizado também como recurso didático para alunos dos semestres iniciais do curso de Licenciatura em Química. Embora ele tenha sido elaborado em nível de Ensino Médio, poderá trazer aos ingressos do curso aproximações motivacionais e de curiosidades que certamente pouco tiveram em sua trajetória escolar. E, se assim for, os graduandos poderão buscar níveis maiores de aprofundamento durante o curso, mesmo que não seja contemplado em seu currículo, permitindo uma primeira aproximação do licenciando com o tema em questão.

Em outra questão, perguntou-se aos entrevistados sobre a utilização do jogo em suas aulas. Os entrevistados P1 e P4 afirmaram que utilizariam o jogo AlfaQuim em suas aulas seguindo algumas estratégias que, para eles, iriam auxiliá-los durante a aplicação. Os professores P1 e P4 destacam a possibilidade da utilização do tema como ferramenta de avaliação, desde que os alunos já tenham cumprido alguns dos requisitos necessários para o entendimento do jogo. Ao mesmo tempo, P4 afirma que iria para além do critério avaliativo, enfatizando que AlfaQuim pode ser utilizado como parte de estratégias didática dos professores para ensinar sobre radioatividade:

P4: Então, eu acho que ele pode ser trabalhado tanto como um processo de avaliação do que foi trabalhado em sala de aula, ou como ele mesmo dentro do processo. Eu acho que dá para trabalhar das duas formas (P4).

Assim sendo, esperamos que o jogo venha a ser aplicado em sala de aula sob as duas perspectivas apontadas por P4, já que, dentro das perspectivas teóricas discutidas no início desse trabalho, apontamos o AlfaQuim como um jogo pedagógico. Dialogando com Cavalcanti (2011), os jogos, seja para ensinar ou para retomar conceitos já aprendidos, são favoráveis pela forma imediata das discussões que são permitidas:

Nos jogos, ou nas atividades lúdicas a discussão é imediata, os alunos para continuar jogando, chegar até o fim ou ganhar (no caso dos jogos), precisam acertar os conceitos, resolver problemas entre outras coisas, e para isso precisarão problematizar o assunto até chegarem a uma resposta que atendam a necessidade do jogo ou da atividade lúdica, chegando até o final deste (...) Ainda, com a discussão imediata verificada no uso de jogos e atividades lúdicas podemos incentivar nossos alunos a discutirem os conteúdos aprendidos durante as aulas (CAVALCANTI, 2011, p. 158).

De modo geral, o propósito do AlfaQuim não é o de ser um jogo conteudista, mas sim de ser um jogo elaborado com o intuito de permitir ao estudante reconhecer fatores históricos relacionados à radioatividade, se apropriar de discursos controversos sobre radiação, bem como possibilitar discussões relacionadas às questões da relação entre ciência, tecnologia e sociedade. O olhar dos professores aponta que propósito inicial do trabalho foi contemplado, permitindo afirmar que o AlfaQuim tem potencial para ser inserido na prática pedagógica das aulas de Química.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo desse trabalho foi apresentar uma proposta de atividade lúdica com ênfase em alguns aspectos da relação CTS para o tema da radioatividade no Ensino Médio, buscando a construção de uma visão de ciência mutável, dinâmica, falível, não neutra e articulada aos processos históricos, sociais e culturais. Além disso, buscamos identificar suas possíveis contribuições para o ensino desse conteúdo sob os olhares de professores de Química da Educação Básica. Para isso, desenvolvemos um jogo de tabuleiro intitulado AlfaQuim, tendo como eixo norteador os aspectos relativos à ciência, bem como alguns aspectos relações com a tecnologia e a sociedade de modo geral. A partir das avaliações dos professores, consideramos que esses eixos que nortearam a elaboração do AlfaQuim foram satisfatoriamente contemplados.

O jogo foi avaliado pelos professores quanto ao conteúdo e às possíveis contribuições na prática docente. Com relação ao conteúdo, as respostas e argumentações dos professores indicam que o jogo pedagógico elaborado pode contribuir em duas perspectivas: para o ensino-aprendizagem dos

conteúdos conceituais fundamentais da radioatividade e para avaliar o entendimento dos estudantes sobre o tema.

Na primeira perspectiva, os professores apontam que o jogo pode possibilitar a aprendizagem dos alunos sobre o tema da radioatividade articulado ao conteúdo das disciplinas de Física, Química e História. Além disso, explicitam que o conteúdo das cartas são abordados de forma que é possível discutir com os estudantes alguns pontos importantes, como: a ciência como construção humana e coletiva; os avanços na ciência acarretam mudanças dos hábitos sociais; o desenvolvimento dos conhecimentos científico-tecnológicos tem relação direta com a responsabilidade social; e o destaque do papel da mulher em dado período histórico e sua inclusão na comunidade científica, utilizando como exemplo a obra de Marie Curie.

Na segunda perspectiva, as falas dos professores indicam uma relação possível entre o AlfaQuim e a avaliação da aprendizagem. Portanto, o jogo elaborado contempla uma das características de um jogo pedagógico. Considerando ainda que a radioatividade muitas vezes não é tratada de forma satisfatória, tanto no Ensino Médio quanto nas instituições de formação de professores, o AlfaQuim pode contribuir para que professores e estudantes tenham condições de trabalhar e aprender o conteúdo em questão. Nesse sentido, essa pesquisa pretende contribuir apresentando caminhos aos professores de Química do Ensino Médio para o ensino da radioatividade de forma lúdica, podendo despertar o interesse dos estudantes para esse tema e ajudá-los na construção de visões críticas sobre a radioatividade, suas aplicações e perspectivas na sociedade atual.

REFERÊNCIAS

- AULER, D. Movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS): modalidades, problemas e perspectivas em sua Implementação no ensino de física. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 6., 1998, Resumos [...]. Florianópolis, 1998.
- BARP, E. Contribuições da História da Ciência para o Ensino da Química: Uma proposta para trabalhar o tópico radioatividade. **História da Ciência e Ensino**, [S. l.], v. 8, p. 50-67, 2013.
- CAREGNATO, R. C.; MUTTI, R. Pesquisa qualitativa: análise de discurso versus análise de conteúdo. **Texto & Contexto - Enfermagem**, v. 15, n. 4, 2006.
- CAVALCANTI, E. L. D. **O lúdico e a avaliação da aprendizagem**: possibilidades para o ensino e a aprendizagem de química. 2011. 171 f. Tese (Doutorado em Química) – Instituto de Química, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.
- CAVALCANTI, E. L. D.; SOARES, M. H. F. B. O uso do jogo de roles (*roleplaying game*) como estratégia de discussão e avaliação do conhecimento químico. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. 8, n. 1, p. 255-282, 2009.
- CLEOPHAS, M. G. P.; LINS, W. C. B.; SOARES, B. H. H. M. Afinal de contas, é jogo educativo, didático ou pedagógico no Ensino de Química/Ciências? Colocando os pingos nos is. In: CLEOPHAS, M. G.; SOARES, B. H. H. M. (Org.). **Didatização lúdica no ensino de Química/Ciências**: teorias de aprendizagem e outras interfaces. São Paulo: Livraria da Física, 2018, v. 1, p. 33-46.
- CUNHA, M. B. Jogos no ensino de Química: considerações teóricas para sua utilização em sala de aula. **Química nova na escola**, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 92-98, maio 2012.
- DEUS, T. C. **Short arg**: Um *alternate reality game* para discussão de conceitos químicos em uma perspectiva Piagetiana. 2019. 191 f. Tese (Doutorado em Química) – Instituto de Química, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2019.
- EICHLER, M. L.; JUNGES, F.; DEL PINO, J. C. Cidade do Átomo, um software para o debate escolar sobre energia nuclear. **A Física na Escola**, [S. l.], v. 7, n. 1, p. 17-21, 2006.
- FAZENDA, Ivani. **Práticas interdisciplinares na escola**. São Paulo. Cortez, 1999.

- GOMES, V. B.; SILVA, R. R.; SOUZA, A. K. S. Uma Investigação sobre o uso de um texto de divulgação científica no ensino de radioatividade no nível médio. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11., 2017, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: UFSC, 2017. p. 1-9.
- KOEPSSEL, R. **CTS no Ensino Médio: aproximando a escola da sociedade**, 2003, 132 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003. LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.
- MEDEIROS, M. A.; LOBATO, A. C. Contextualizando a abordagem de radiações no ensino de Química. **Ensaio**, Belo Horizonte, v. 12, n. 3, p. 65-84, 2010.
- MENDES, R. W. H.; SANTOS, O. M. S.; CAVALCANTI, D. L. E. Construção de jogos pelos estudantes: uma possibilidade de estratégia em escolas de Brasília-DF. **REDEQUIM**, v. 2, n. 2, p. 121-127, set. 2016.
- PRESTES, M.; CAPELLETTO, E.; SANTOS, K. C. A. Concepções dos estudantes sobre radiações. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 11., 2008, **Anais [...]**. Curitiba, UTFPR, 2008. p. 1-12.
- SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, n. 36, p. 474-550, 2007.
- SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. Função social: o que significa ensino de química para formar o cidadão? **Química nova na escola**, v. 4, n. 4, p. 28-34, 1996.
- SCHIEBINGER, Londa. **O feminismo mudou a ciência?** São Paulo: EDUSC, 2001.
- SILVA, L. C. M. **Radioatividade como tema em uma perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade com foco em História e Filosofia da Ciência**. 2009. 234 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2009.
- 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, **Anais [...]**, Curitiba, UFPR, jul. 2008.
- SOARES, M. H. F. B. Jogos e atividades lúdicas no ensino de Química: uma discussão teórica necessária para novos avanços. **REDEQUIM**, v. 2, n. 2. p. 5-13, 2016.
- SOARES, M. H. F. B. **O lúdico em Química: jogos e atividades aplicados ao Ensino de Química**. 2004. 219 f. Tese de Doutorado. (Doutorado em Química) – Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.
- SOARES, M. H. F. B.; SILVA, M. V. B.; ALMEIDA, A. M. **Distintos cavalheiros**. Goiânia: Kelps, 2014.
- TEIXEIRA, A. H et al. Radioatividade: uma lacuna na formação dos licenciandos do IQ/UnB. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 16., 2012, **Anais [...]**. Salvador, UFBA, 2012.

VERENNA BARBOSA GOMES: Possui graduação em Química Licenciatura pela Universidade Estadual de Santa Cruz (2010). Mestra em Ensino de Ciências com área de concentração em Ensino de Química pelo PPGEC-UnB. Doutora em Educação em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências -UnB. Professora da Universidade Federal do Tocantins.

E-mail: verennabg1@uft.edu.br

JOYCE REIS DE SOUSA: Graduada em Química pela Universidade Federal do Tocantins.

E-mail: joycereisdesousa@gmail.com

FERNANDA PINHEIRO BRITO: Graduada em Química pela Universidade Federal do Tocantins.

E-mail: fernanda.quim@uft.edu.br