



## ESTRATÉGIAS INTEGRADAS PARA DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA: DESENVOLVIMENTO DE UM ESCAPE ROOM E UMA PLATAFORMA DIGITAL SOBRE O ACIDENTE RADIOLÓGICO DE GOIÂNIA

Wesley A. Cordeiro<sup>1</sup>; André Lima<sup>2</sup>; Heveline Silva<sup>1</sup>; Diogo M. Vidal<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Química-ICEx-Universidade Federal de Minas Gerais;

<sup>2</sup> Escola de Engenharia – Universidade Federal de Minas Gerais

*amanciocordeirowesley@yahoo.com \*diogomvidal@gmail.com*

**Palavras-Chave:** Ensino de Química, Modelo de Déficit, Jogo Educativo.

### Introdução

A popularização do conhecimento científico tem ganhado destaque na sociedade, uma vez que possibilita o público compreender fenômenos, tomar decisões mais conscientes e reconheça o papel da ciência em seu cotidiano (Nascimento Filho, Pinto & Sgarbi, 2015). Apesar disso, grande parte desse movimento sofre influência do que se chama Modelo de Déficit, que parte da premissa de que o público não compreende ciência por falta de informação e que, portanto, bastaria transmitir conteúdos para superar essa lacuna (Pereira, Castelfranchi & Massarani, 2024). Compreende-se que esse modelo é limitado, pois desconsidera os aspectos sociais e culturais envolvidos na construção do conhecimento. Mais do que transmitir dados, é necessário criar estratégias participativas, capazes de envolver o público, estimular o pensamento crítico e promover a aproximação entre ciência e sociedade. Nesse cenário, novas abordagens de divulgação científica tornam-se essenciais para fomentar o engajamento e a aprendizagem significativa.

Uma dessas abordagens é a utilização de jogos educativos como recurso para criar experiências interativas. Surge-se então os *Escape Rooms*. Esse jogo consiste em um ambiente no qual grupos de jogadores solucionam enigmas e desafios físicos e mentais, seguindo uma narrativa que conduz a atividade (Moura & Santos, 2020; Nicholson, 2015). Além de favorecer a imersão, esse tipo de jogo promove colaboração, raciocínio crítico e autonomia na aprendizagem. No presente trabalho, o *Escape Room* foi concebido como uma estratégia inovadora para integrar ciência, história e tecnologia, criando um espaço que vai além da sala de aula e amplia as possibilidades da Divulgação Científica.

A temática escolhida para a construção do jogo é o acidente radiológico de Goiânia, ocorrido em 1987, que completa 38 anos em 2025. Trata-se do maior acidente radiológico do mundo fora de uma usina nuclear. Na história, uma cápsula de **césio-137** foi rompida em um equipamento de radioterapia abandonado, causando uma grave contaminação ambiental e humana (Chaves, 2007; Okuno, 2013; Mais Goiás, 2025, s.p). A escolha desse contexto busca estimular reflexões sobre a relação entre ciência, tecnologia e sociedade, ao mesmo tempo em que aproxima os participantes de um dos episódios mais marcantes da história da química no Brasil. O acidente é um paralelo sobre a irresponsabilidade no manejo de lixo, trazendo à tona diversos assuntos relacionados ao tema.

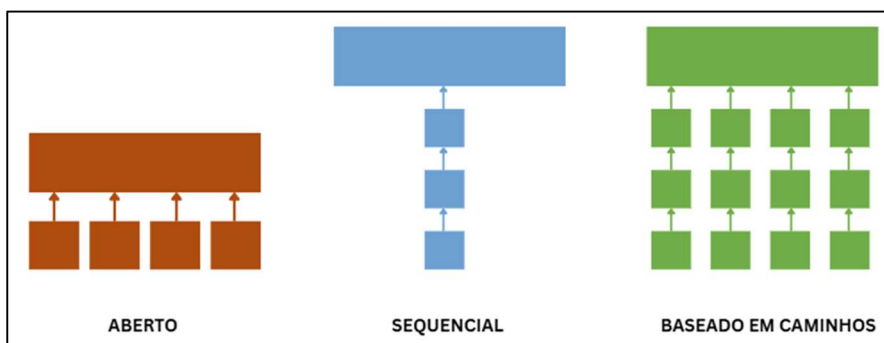
Do ponto de vista químico, é possível analisar as propriedades dos materiais envolvidos no acidente, enquanto do ponto de vista ambiental, é essencial apresentar os impactos da contaminação no ecossistema. Além disso, é possível ressaltar a negligência por parte dos órgãos superiores, que descartaram o material de forma inadequada, gerando consequências como as aqui apresentadas. Esse paralelo entre a ciência e sociedade é fundamental no processo de aprendizagem.

Para além da sala física, o projeto integra uma plataforma digital (um site) que serve como material de apoio. Nela, o público encontra textos, vídeos e outros recursos em linguagem acessível que funcionam como um aporte teórico, aprofundando o que o jogo não aborda. Essa combinação de experiências presenciais e digitais faz com que os participantes possam, de forma totalmente voluntária, entender melhor o conteúdo de cada enigma, potencializando o processo de aprendizagem e ampliando o alcance da divulgação científica da história. Ao articular essas duas frentes, o projeto propõe um modelo mais dinâmico e acessível, onde o engajamento dos estudantes parte de sua própria curiosidade.

### Material e Métodos

Para a criação do *Escape Room*, o primeiro passo foi definir o método de encadeamento dos enigmas (Nicholson, 2015). Segundo o autor os jogos geralmente seguem um padrão simples: apresentação de um desafio, busca pela solução e obtenção de uma recompensa. A Figura 1 apresenta as diferentes estruturas básicas do *Escape Room*, onde os quebra-cabeças são representados por quadrados e os meta-quebra cabeças por retângulos.

Figura 1: Estruturas de quebra-cabeças em salas de *Escape Room*: estruturas aberta, sequencial e baseada em caminho



Fonte: (Nicholson, 2015). Adaptado pelos autores.

Para esse trabalho, foi escolhido o modelo sequencial em que só é possível passar para o próximo desafio caso a resolução aconteça em etapas. Tendo isso bem definido, o trabalho se segmentou em várias etapas de elaboração.

Inicialmente, foi realizada a elaboração virtual da sala, por meio do software *Promob*<sup>®</sup> que permitiu personalizar o ambiente conforme era desejado. Por se tratar de uma história que se passa em 1987, toda estilização da sala precisava ser compreendida nesse período. Com isso, buscou-se por móveis e materiais que remetessem ao contexto histórico de 1987, de modo a garantir maior realismo e envolvimento dos participantes.

Em seguida foi definido o público-alvo da atividade, contemplando alunos do Ensino Fundamental II, Ensino Médio, principalmente. A pesquisa envolvendo esse público foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais, assegurando que todos os procedimentos seguissem as normas éticas vigentes (CAAE: 87665825.7.0000.5149).

Na etapa seguinte, foram selecionados os tópicos científicos centrais a serem abordados no jogo, priorizando conteúdos de química. Com base nesses tópicos, foram elaborados os enigmas que compõem a narrativa do *Escape Room*, incluindo desafios lógicos e problemas que envolvem conceitos científicos. Alguns desses enigmas foram programados e automatizados com o uso de placas Arduino e do software *ARDUÍNO IDE*®, visando aumentar a interatividade da experiência.

Após a montagem da sala, foi realizada a testagem do *Escape Room*, com o objetivo de avaliar a coerência da narrativa, o nível de dificuldade, o tempo de resolução e o engajamento dos participantes. Essa etapa foi importante para orientar os ajustes para otimizar a experiência. Por fim, com as interações que funcionaram na sala, construiu-se o aporte teórico em um site feito na plataforma *Google sites*®. Nesse site integrou-se textos de Divulgação Científica, imagens, vídeos, podcasts e demais recursos que funcionasse para ampliar o alcance do projeto e facilitar o acesso do público a conteúdos de Divulgação Científica relacionados à temática escolhida.

## Resultados e Discussão

Após a aplicação dos procedimentos descritos na metodologia, a versão final da sala passou por diversas adaptações até que se alcançasse um ambiente interativo e imersivo. Foram selecionados móveis antigos, objetos temáticos e materiais característicos da época. A Figura 2 apresenta uma linha do tempo com as etapas de construção e uma visão geral da sala finalizada.

Figura 2: Etapas de construção da sala desde sua versão digital até sua versão final



Fonte: Elaborado pelos autores

Vale ressaltar que, na construção da sala, optou-se por materiais de fácil transporte, visando possibilitar que o projeto funcione como uma versão itinerante, capaz de atender tanto ao público-alvo quanto a demais interessados. Para isso, as paredes foram confeccionadas em lona e fixadas em estruturas de plástico de alta resistência, permitindo criar um ambiente imersivo dentro de uma área de 9 m². Essa estratégia foi bem-sucedida: até o momento, o *Escape Room* já foi levado a uma escola da Região Metropolitana de Belo Horizonte, a um Parque Tecnológico próximo à Universidade Federal de Minas Gerais e possui agendamento para apresentação em uma cidade localizada a cerca de 40 km da sala onde o projeto está sediado.



Para que a sala e os enigmas pudessem ser aplicados ao público-alvo definido, foi necessária a aprovação do Comitê de Ética. Essa etapa foi concluída com sucesso, e o projeto obteve o Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE: 87665825.7.0000.5149). Além disso, os participantes assinam um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), que explica os objetivos da atividade e informa que sua participação faz parte de uma pesquisa vinculada a um projeto de mestrado. O documento esclarece, ainda, que os dados coletados dizem respeito apenas a estatísticas de participação e observações sobre o comportamento dos estudantes durante a atividade.

No que se refere à elaboração dos enigmas, Mantuano-Barradas et al. (2024) destacam que “a natureza investigativa dos *Escape Rooms* apresenta similaridades com o método científico. Cada desafio exige a formulação de uma hipótese que será testada em um dos diversos cadeados espalhados pela sala. Os participantes podem chegar a essas hipóteses através de raciocínio lógico, pensamento dedutivo, observação e até mesmo pela intuição.” Com base nessa abordagem, foi desenvolvida uma sequência de enigmas que incentiva os participantes a interagirem com diferentes conceitos científicos.

O objetivo central do jogo é encontrar materiais radioativos espalhados pela sala. Antes de iniciar a atividade, um dos responsáveis apresenta uma contextualização teórica sobre o acidente radiológico, explicando quando e como ocorreu, seus impactos e as consequências que perduram até hoje. Nesse momento, os participantes são informados de que há materiais radioativos escondidos na sala e que devem resolver todos os enigmas para localizar, recolher e destinar corretamente o césio encontrado, evitando que mais problemas ocorram.

A Tabela 1 apresenta um detalhamento dos enigmas desenvolvidos, relacionando-os ao aporte teórico de cada um. Embora seja possível descrever as soluções dos desafios, este trabalho não tem como objetivo apresentar as respostas, mas sim enfatizar o processo de construção e o embasamento conceitual.

Tabela 1. Enigmas construídos, tipo de enigma e base conceitual

Enigma	Tipo de enigma	Base conceitual
Elementos radioativos	Lógica e observação	Exploração da tabela periódica, identificação de padrões e simbologia para diferenciar elementos radioativos em uma tabela personalizada.
Lixo tóxico	Lógica e manipulação	Compreensão da composição de materiais do cotidiano, como lâmpadas de mercúrio, baterias de lítio e dispositivos eletrônicos.
Descarte de lixos	Associação e manipulação	Ensina o descarte correto de resíduos perigosos, relacionando com as falhas no manejo do material radioativo no acidente de Goiânia.
Luz Secreta	Intepretação de texto e história da química	Radiação ultravioleta e efeito Cherenkov, aplicando



		conceitos de química e fenômenos ópticos.
Central de ajuda	Leitura, tomada de decisão e sonoridade.	Esse enigma não trata em específico algum conceito químico, mas faz uma simulação de ligação para empresa especializada, com manipulação de objetos antigos, como listas telefônicas e telefones de discagem.
Tratamento médico	Leitura e associação	Relação entre química, saúde e segurança pública, com base nos métodos utilizados na época para tratar pessoas expostas à radiação.
Meia-Vida	Raciocínio lógico	Cálculo da meia-vida de elementos radioativos para obtenção da senha final e conclusão do jogo.
Fonte: Elaborado pelos autores		

Cada tipo de enigma presente no jogo foi planejado para ativar um conjunto de habilidades específico nos participantes. Os desafios de **lógica** exigem a identificação e a associação de padrões, enquanto os de **observação** requerem atenção a detalhes visuais. A **manipulação** pressupõe o manuseio direto de objetos para a resolução, e a associação demanda a conexão de diferentes categorias de informação. A **interpretação de texto** e a **leitura** atenta são necessárias para a obtenção de dados específicos. Por fim, o jogo incorpora enigmas de **sonoridade**, que utilizam o áudio como um elemento fundamental, e de **tomada de decisão**, que testam a capacidade dos participantes de fazer escolhas estratégicas para progredir na experiência.

A elaboração dos enigmas demandou aproximadamente nove meses. Nos quatro primeiros meses, os desafios foram construídos e testados por cinco grupos diferentes, cada um composto por quatro estudantes. Durante essa etapa, foram identificados pontos de melhoria e “furos” no jogo, os quais foram analisados, corrigidos e submetidos a novos testes. Esse processo contínuo de avaliação e reestruturação foi essencial para garantir que os enigmas estivessem claros, desafiadores e coerentes com os objetivos de aprendizagem.

Alguns dos enigmas exigiram soluções mais complexas, envolvendo automatização. Embora esse recurso não seja o foco principal do *Escape Room*, ele contribuiu significativamente para tornar a experiência mais dinâmica, interativa e envolvente. Dois desafios se destacam nesse aspecto: o Descarte de Lixo e a Central de Ajuda.

O enigma da Central de Ajuda simula uma ligação para uma empresa especializada no atendimento de vítimas expostas à radiação. Para que estudantes do ensino médio, que muitas vezes não têm contato com telefones de discagem, pudessem utilizá-lo com facilidade, foram desenvolvidos programas específicos e realizados diversos testes de usabilidade com grupos de alunos, até que se chegasse a uma versão funcional e intuitiva.



Já o enigma de Descarte de Lixo envolveu um nível ainda maior de complexidade. Além da programação do Arduino, foi necessário integrar controles, servomotores e buzzers para permitir que o sistema respondesse às ações dos jogadores. Como o estudante responsável pela implementação não possuía experiência prévia com eletrônica e automação, foram estabelecidas parcerias com instituições externas, que ofereceram capacitação, suporte técnico e acompanhamento detalhado em todas as etapas do desenvolvimento, desde a concepção até os testes finais. Esse processo colaborativo, aliado à constante validação com o público-alvo, permitiu que os enigmas atingissem um alto nível de interatividade e mantivessem conexão direta com os conceitos científicos trabalhados.

Como parte dos resultados do projeto, o site complementar que foi desenvolvido serviu como material de apoio e como uma extensão da experiência do *Escape Room*. A plataforma reúne textos, vídeos, imagens e materiais didáticos que aprofundam os conceitos científicos abordados durante a atividade e fornecem informações sobre o acidente radiológico de Goiânia. Os tópicos do site compreendem a história do acidente, uma aula sobre radioatividade, radioatividade no dia a dia e tudo sobre o jogo. Todos que tiverem acesso ao jogo recebem acesso ao site de tal forma que estudantes, professores e demais interessados tenham acesso contínuo ao conteúdo mesmo após a participação presencial. Além disso, o site afirma o caráter de divulgação científica do trabalho, funcionando como um espaço de aprendizagem permanente e um canal que integra a experiência interativa da sala com um ambiente digital acessível ao público. A Figura 3 mostra a apresentação do site e como ele funciona.

Figura 3: Visão inicial da página vinculada ao jogo



Fonte: elaborado pelo autor

## Conclusões

O projeto vem se mostrando promissor no que se propõe a realizar, integrando diferentes estratégias para promover a divulgação científica e despertar o interesse do público pela química e pelos impactos do acidente radiológico de Goiânia. A combinação entre um jogo interativo, desenvolvido em formato de *Escape Room*, e um site complementar possibilita uma abordagem híbrida e acessível. Enquanto o jogo apresenta os conceitos de forma lúdica e imersiva, o site disponibiliza materiais adicionais, como textos, vídeos, imagens e recursos didáticos, que permitem ao participante aprofundar o aprendizado e revisar os conteúdos após a experiência presencial.

O projeto ainda está em andamento e, na próxima etapa, será realizada uma fase de coleta de dados. Grupos específicos participarão do jogo e da navegação no site, respondendo, em seguida, a formulários avaliativos. Essa etapa permitirá registrar percepções, dificuldades e



potencialidades do *Escape Room* e do material de apoio, possibilitando ajustes e melhorias na estrutura do projeto.

Apesar de estar em fase de validação, os resultados parciais já indicam que a ferramenta é promissora ao propor uma estratégia que vai além dos formatos tradicionais de divulgação científica, aproximando o público da ciência de forma interativa, dinâmica e significativa.

### Agradecimentos

Capes, FAPEMIG, CNPq American Chemical Society, ACS Student Chapter UFMG e Laboratório Pluma 3D.

### Referências

NASCIMENTO FILHO, Carlos Alberto; PINTO, Sabrine Lino; SGARBI, Antonio Donizetti. Um ensaio sobre divulgação científica. **Divulgação Científica e Ensino de Ciências**, p. 11, 2015.

Pereira, Marcelo & Castelfranchi, Yuri & Massarani, Luisa. (2024). Cientistas brasileiros e divulgação científica. Uma proposta de classificação. **Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad**. 20. 249-273. 10.52712/issn.1850-0013-779.

MOURA, A.; SANTOS, I. L. Escape Room Educativo: reinventar ambientes de aprendizagem. In: Aplicações para dispositivos móveis e estratégias inovadoras na educação. Brasil: Ministério da Educação | DGE, 2020. p.107-115.

Nicholson, S. \*Peking behind the Locked Door: A Survey of Escape Room Facilities\*. 2015. Disponível online: <http://scottnicholson.com/pubs/erfacwhite.pdf>

MAIS GOIÁS. Maior acidente radiológico do mundo, Césio-137 em Goiânia completa 38 anos. Goiânia: Mais Goiás, 13 set. 2025. Disponível em: <https://www.maisgoias.com.br/cidades/major-acidente-radiologico-do-mundo-cesio-137-em-goiania-completa-38-anos/> . Acesso em: 15 set. 2025.

Mantuano-Barradas, Marcio & Torres-Santos, Eduardo & Vasconcellos, Marcelo. (2024). O Uso da Retórica Procedimental na Elaboração de um Escape Room para Divulgação Científica em Saúde. 1664-1674. 10.5753/sbgames.2024.240804.

CHAVES, Elza Guedes. Goiânia é azul: o acidente com o césio 137. *Revista UFG*, v. 9, n. 1, 2007.

OKUNO, Emico. Efeitos biológicos das radiações ionizantes: acidente radiológico de Goiânia. *Estudos avançados*, v. 27, p. 185-200, 2013.