

# CAPÍTULO 11

## O USO DO LIVRO POP-UP ASSOCIADO À RECURSOS EDUCACIONAIS DIGITAIS COMO PROPOSTA PARA O ENSINO DE RADIOATIVIDADE



<https://doi.org/10.22533/at.ed.89012126241111>

*Data de aceite: 12/06/2025*

### **Stephany Alice Pereira Monteiro**

Mestranda pelo Programa de Pós-graduação em Ensino Tecnológico (PPGET). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM)

### **João dos Santos Cabral Neto**

Doutor em Física pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR)  
Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM)  
RESUMO

**RESUMO:** O artigo analisa uma proposta pedagógica inovadora para o ensino de radioatividade no Ensino Médio, centrada no uso de um livro *pop-up* aliado à recursos educacionais digitais (REDs). Frente à complexidade e abstração do tema, a abordagem visa promover uma aprendizagem significativa, contextualizada e interdisciplinar. O Produto Educacional (PE), elaborado como parte de uma dissertação de mestrado, consistiu em um guia didático com sequência didática estruturada em torno de atividades como a exibição de documentário e filme, discussão em grupo e uso do livro *pop-up*. Este último, com mecanismos interativos, facilitou a

visualização de conceitos complexos, como decaimento radioativo e tipos de radiação. Apesar de limitações, como o uso de apenas um exemplar, o material demonstrou grande potencial em engajar os alunos, tornando o conteúdo mais acessível e estimulante. A combinação de linguagens e mídias revelou-se eficaz para ampliar o interesse e a compreensão dos estudantes sobre a radioatividade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensino de Química; Radioatividade; Livro pop-up; REDs.

### **INTRODUÇÃO**

O exercício docente sempre representou um desafio, exigindo a constante busca por metodologias inovadoras que aprimorem o processo de ensino-aprendizagem. No contexto educacional contemporâneo, essas exigências se intensificaram, demandando um professor atualizado, preparado e capaz de formar cidadãos críticos, autônomos e aptos a enfrentar os desafios da vida em sociedade.

Dias (2023) afirma que o avanço tecnológico é uma das marcas mais significativas da contemporaneidade, impactando diretamente a educação. A automação, a inteligência artificial e as novas formas de comunicação transformaram a sociedade e, consequentemente, o ambiente escolar.

Segundo Oliveira (2001), as tecnologias passaram a compor o currículo escolar com o objetivo de preparar os alunos para essa nova realidade. E a presença de tecnologias pode produzir vantagem, pois elas adaptam as atividades sociais aos objetivos educacionais, aprofundando a compreensão de mundo e enriquecendo o conhecimento (Graça, 2007). Neste contexto, cresce a valorização de metodologias ativas e recursos didáticos – digitais e analógicos – como estratégias eficazes para promover o engajamento dos alunos e facilitar a aprendizagem de conteúdos complexos.

No Ensino da Química, o conteúdo Radioatividade é um tema de grande importância no campo das ciências naturais, tanto por seu impacto histórico quanto por suas aplicações atuais em áreas como medicina, energia e tecnologia. No entanto, seu ensino apresenta desafios significativos devido ao caráter abstrato dos conceitos envolvidos, como partículas subatômicas, reações nucleares e tipos de radiação. Essa complexidade pode dificultar a compreensão dos estudantes, especialmente quando os recursos didáticos utilizados não favorecem a visualização e a contextualização desses fenômenos.

A mediação tecnológica no Ensino de Química tem se revelado essencial, especialmente para conteúdos abstratos e complexos como a Radioatividade. Recursos digitais – como simulações, vídeos, jogos e realidade aumentada – podem tornar visíveis fenômenos invisíveis a olho nu, facilitando a compreensão e promovendo maior engajamento dos alunos.

Além dos aspectos científicos, o ensino da radioatividade permite abordar questões éticas, sociais e tecnológicas, despertando o interesse dos estudantes por temas atuais, como o uso da energia nuclear e os riscos ambientais. Por isso, as diretrizes curriculares nacionais recomendam uma abordagem interdisciplinar, conectando o conteúdo à realidade cotidiana e aos avanços científicos (BRASIL, 2018).

Considerando a relevância desse conteúdo e a necessidade de abordagens mais eficazes, desenvolveu-se durante uma pesquisa de mestrado um Produto Educacional (PE) na forma de guia didático contendo uma sequência didática centrada em um livro *pop-up* associado a recursos digitais. Martins e Kuwahara (2024, p.3) reiteram que o livro *pop-up*, “tem sido utilizado como um recurso inovador para diferentes desígnios, principalmente no ambiente educacional”. Os livros *pop-up*, possui um padrão de leitura diferente dos livros normais, devido explorarem diversos mecanismos de movimentos que promovem interações com o leitor, surpreendendo-o por meio dos elementos que “saltam à página” (LOUREIRO; REGATÃO, 2019).

Neste contexto, temos como objetivo analisar como essa proposta pode favorecer uma aprendizagem significativa e contextualizada da radioatividade. Descrevendo o processo de desenvolvimento e aplicação de uma sequência didática baseada no uso de um livro *pop-up* articulado a recursos digitais, bem como os efeitos dessa abordagem no engajamento, compreensão conceitual e pensamento crítico dos estudantes do Ensino Médio.

## MEDIÇÃO TECNOLÓGICA E O ENSINO DE RADIOATIVIDADE

No século XXI, a crescente integração das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) ao contexto educacional tem suscitado discussões sobre as suas potencialidades, limitações e modos de incorporação crítica às práticas de ensino. No ensino de Radioatividade, a mediação tecnológica emerge como uma via promissora, desde que ancorada em propósitos pedagógicos bem definidos e com intencionalidade formativa.

A mediação tecnológica, conforme apontado por Carvalho, Silva e Mill (2018), representa um desdobramento da mediação pedagógica que articula os recursos tecnológicos- digitais e analógicos- aos objetivos didáticos-pedagógicos, inserindo-os em práticas planejadas e reflexivas. No ensino de radioatividade, tema historicamente tratado de forma abstrata, descontextualizada e, por vezes, com uma carga negativa social, nas pesquisas feitas por Costa (2023, p.23) “o tema radioatividade foi apontado nas publicações como pouco conhecido pela população em geral e alvo de medo e receios”. Neste sentido, o uso das TDIC pode contribuir para uma aprendizagem mais significativa e contextualizada, desde que mediada criticamente pelo professor.

Assim, a mediação tecnológica não se resume ao simples uso de tecnologias em sala de aula. Trata-se de um processo planejado, que pressupõe a curadoria, a apropriação e a articulação das tecnologias com os objetivos educacionais. Peixoto (2016, p.368) adverte que “as tecnologias digitais não devem ser tratadas como artefatos mágicos que colocassem os sujeitos num meio comunicacional necessariamente favorável aos processos educativos”, denunciando a visão tecnicista ou instrumental que por vezes permeia os discursos sobre inovação educacional.

Neste sentido, o uso de recursos tecnológicos deve ser acompanhado de uma postura crítica que compreenda as tecnologias como artefatos culturais, carregados de valores, interesses e ideologias, e não como ferramentas neutras. Brito (2015, p.30) reforça essa ideia ao afirmar que as tecnologias “não podem ser vistas como fins em si mesmas, mas como prolongamentos da relação do sujeito com a realidade por intermédio dos processos de apreensão que elas proporcionam”. Essa perspectiva é fundamental para evitar o uso irrefletido do TDIC e para promover práticas pedagógicas inovadoras e emancipadoras.

O ensino de radioatividade apresenta desafios particulares, como a abordagem de conteúdos abstratos (meia-vida, decaimento radioativo, tipos de radiação), o distanciamento entre teoria e prática, e a presença de concepções alternativas nos estudantes. Nesse cenário as TDIC podem atuar como aliadas no processo de mediação tecnológica, ao promover interações lúdicas que auxiliam na superação de barreiras cognitivas e conceituais. Assim, elencou-se alguns autores que integraram as TDIC no processo de ensino e aprendizagem desse tema:

Autores	Tipo de TDIC	Motivação
Viana e Batista (2016)	Vídeos educativos	Desenvolveram uma proposta pedagógica que integra vídeos contextualizados nas aulas de Química, visando facilitar a compreensão de conceitos relacionados à radioatividade. Essa estratégia permitiu aos alunos uma melhor assimilação dos conteúdos, destacando a importância das aplicações da radioatividade na sociedade.
Barbosa et al. (2023)	Oficinas temáticas	A implementação de oficinas temáticas tem proporcionado uma aprendizagem mais ativa e significativa. Os autores relataram a realização de oficinas sobre radioatividade em escolas públicas, abordando temas como alimentos irradiados e datação por carbono-14. Essas atividades promoveram o engajamento dos estudantes e facilitaram a compreensão das aplicações cotidianas da ciência nuclear.
Oliveira e Leite (2022)	Gamificação e Ensino Híbrido	A combinação de gamificação com o modelo de ensino híbrido tem sido explorada para tornar o ensino de radioatividade mais envolvente. Os autores elaboraram um manual didático fundamentado na rotação por estações e na gamificação, visando transformar o processo de construção do conhecimento e promover impactos positivos nas aulas de Química.
Ribeiro e Hilger (2021)	Júri simulado	A metodologia do júri simulado tem sido utilizada para promover a alfabetização científica e tecnológica. Os autores aplicaram essa abordagem em uma turma do Ensino Médio, permitindo que os estudantes explorassem a complexidade da radioatividade e desenvolvessem habilidades críticas e argumentativas.
Farias et al. (2023)	Contextualização histórica e social por meio de maquetes	A contextualização histórica e social no ensino de radioatividade tem se mostrado fundamental para a compreensão dos estudantes. Os autores destacaram a importância de abordar o contexto histórico, social e as aplicações cotidianas da radioatividade na Educação Básica, utilizando recursos como maquetes para ilustrar processos como a fissão nuclear.

Quadro 1: Pesquisas que integraram as TDIC no processo de ensino e aprendizagem de radioatividade  
Elaborado pelos próprios autores (2025)

Esses exemplos de pesquisas que utilizaram as TDIC para fomentar o ensino e aprendizagem de radioatividade, demonstram que a mediação tecnológica focado neste tema, tem se caracterizado por uma diversidade de abordagens pedagógicas que incorporam vídeos, oficinas, aplicativos, gamificação e metodologias ativas. Essa estratégia têm contribuído para uma aprendizagem mais significativa, contextualizada e crítica, preparando os estudantes para compreenderem as complexidades da radioatividade e suas implicações na sociedade.

## O POTENCIAL PEDAGÓGICO DOS LIVROS *POP-UP*

Os livros *pop-up* vêm se consolidando como ferramentas educacionais criativas, sobretudo por sua capacidade de representar conceitos por meio de estruturas em relevo e elementos interativos. Diferentemente dos livros convencionais, os livros *pop-up* destacam-se pela capacidade de surpreender o leitor, através de formas tridimensionais recortadas que emergem das páginas de papel (LOUREIRO E REGATÃO, 2019).

Os autores ainda ressaltam que devido ao caráter lúdico dos livros *pop-up* – que estimula o lado sensorial do leitor -, soma-se seu potencial pedagógico como recurso didático no ensino de diversas áreas do conhecimento. Assim, como na literatura tradicional, esses livros favorecem o desenvolvimento da criatividade, do raciocínio, da formação de caráter e do senso crítico (DOHME, 2010), além de promoverem reflexões sobre sentimentos e valores. No entanto, ao ultrapassarem o formato bidimensional, os livros *pop-up* intensificam suas qualidades plásticas e estéticas por meio da interatividade e da tridimensionalidade, oferecendo novos estímulos ao processo de ensino-aprendizagem (LOUREIRO E REGATÃO, 2019).

Ou seja, essas configurações podem favorecer o desenvolvimento de diferentes habilidades cognitivas, despertando o interesse dos alunos e facilitando a assimilação dos conteúdos. Ao proporcionar uma leitura dinâmica e sensorial, esse tipo de material deixa de ser apenas informativo e passa a atuar como um instrumento ativo no processo de ensino-aprendizagem.

No ambiente escolar, o uso de livros *pop-up* contribui significativamente para práticas educativas mais inclusivas e atrativas. Esse tipo de recurso pode estimular a aprendizagem ativa, ao possibilitar que o aluno manuseie e interaja com o conteúdo, tornando-se protagonista de seu próprio processo educativo. Isso é particularmente relevante em contextos onde há maior dificuldade de engajamento dos estudantes, como na área da Química, a possibilidade de representar visualmente fenômenos complexos amplia o alcance pedagógico do conteúdo.

É nesta perspectiva, que buscamos demonstrar a aplicação do livro *pop-up* em algumas áreas do conhecimento, por meio da pesquisa de Martins e Kuwahara (2024) que realizaram uma revisão sistemática da literatura com o objetivo de compilar e analisar produções científicas que abordam aplicações do livro *pop-up* em contextos educacionais diversos, destacando seu potencial como recurso didático multifuncional. A busca incluiu os termos “livro *pop-up*”, “livros *pop-ups*”, “*pop-up book*” e “*pop-up books*”, resultando na seleção de 23 artigos que evidenciam sua eficácia em diferentes áreas do conhecimento.

Através dos resultados apresentados pelos autores, o livro *pop-up* tem se mostrado um recurso pedagógico eficaz, tanto pela sua atratividade estética e interativa quanto pelo suporte que oferece na visualização e compreensão de conteúdos abstratos ou complexos. A seguir, são destacadas suas principais aplicações por área, conforme Martins e Kuwahara (2024) (Quadro 2):

ÁREA DE CONHECIMENTO	APLICAÇÃO/OBJETO DE CONHECIMENTO	QUANTIDADE DE ARTIGOS
Matemática	O uso do livro pop-up mostrou-se eficaz no ensino de conteúdos tradicionalmente desafiadores, como <b>formas planas, figuras sólidas, poliedros e frações</b> . As pesquisas demonstraram que esse recurso facilita a visualização e a compreensão de conceitos abstratos, melhorando o desempenho e a motivação dos alunos. Em alguns casos, os livros foram integrados a <b>mídias digitais, QR codes e áudios</b> , potencializando ainda mais a aprendizagem.	5
Ciência e Biologia	Nesta área, os livros pop-up foram utilizados para abordar temas como <b>ecossistemas, reprodução vegetal, biodiversidade, sistemas do corpo humano e genética</b> . Além da representação visual, alguns projetos incorporaram <b>realidade virtual e recursos audiovisuais</b> , ampliando a interatividade. O formato foi especialmente útil para explicar estruturas complexas e invisíveis a olho nu, contribuindo para a construção de conceitos científicos de forma lúdica e acessível.	7
Linguagem	A linguagem é uma das áreas mais contempladas, com uso do livro pop-up para desenvolver <b>habilidades de leitura, contação de histórias, inteligência linguística e aprendizado de idiomas</b> . Pesquisas mostraram impactos positivos no desenvolvimento da comunicação oral e escrita, além de melhora no vocabulário e na compreensão textual. O recurso também foi adaptado para o ensino <b>bíngue e de línguas estrangeiras</b> , com resultados positivos em diferentes faixas etárias.	7
Química	Temas de química doméstica	1
Psicologia	Prevenção de abuso sexual infantil	1
Artes e Filosofia	Interpretação estética e afetiva	1
Saúde	Redução do medo pré-operatório em crianças	1
		TOTAL DE ARTIGOS: 23

Quadro 2: Aplicações do Livro Pop-Up em Diversas Áreas do Conhecimento segundo Martins e Kuwahara (2024)

Fonte: Adaptado de Martins e Kuwahara (2024, p.12-17).

A análise das pesquisas de Martins e Kuwahara (2024), nos evidenciam que, além de seu apelo lúdico e sensorial, o livro pop-up é uma ferramenta versátil e validada cientificamente, capaz de transformar a experiência de aprendizagem e favorecer o engajamento dos estudantes em diferentes níveis e disciplinas.

Ao abordar o ensino da radioatividade no Ensino Médio, os professores frequentemente enfrentam a dificuldade de tornar compreensíveis os fenômenos que não podem ser observados a olho nu. O conceito de núcleos instáveis, decaimento radioativo, partículas subatômicas e tipos de radiação requer do educador não apenas domínio de conteúdo, mas também criatividade metodológica. É nesse cenário que o livro *pop-up* emerge como uma alternativa didática poderosa: por meio de estruturas móveis e tridimensionais, eles transformam ideias abstratas em representações visuais concretas, despertando o interesse e facilitando a compreensão dos estudantes.

Mais do que uma ferramenta lúdica, o livro *pop-up* atua como um dispositivo pedagógico capaz de integrar diferentes linguagens — visual, textual e tátil — no processo de aprendizagem. No ensino da radioatividade, isso se traduz na possibilidade de visualizar modelos atômicos, simular processos de emissão de partículas alfa, beta e gama, ou ilustrar o funcionamento de reatores nucleares e a aplicação da radioatividade na medicina. As representações visuais móveis contribuem para a redução da distância entre o discurso científico e a percepção concreta do aluno.

Outra proposta que também é válida analisar, é a questão de que em vez de apenas receber informações, os estudantes podem construir seu próprio livro *pop-up* como parte de uma atividade prática. Essa ação envolve pesquisa, planejamento e organização de ideias, ao mesmo tempo que consolida os conteúdos científicos.

Vale destacar que o livro *pop-up* não precisa competir com as tecnologias digitais. Muito pelo contrário: podem ser utilizados de forma complementar, em atividades híbridas que envolvam vídeos explicativos, QR codes com simulações interativas e até realidade aumentada.

## AFINAL, O QUE SÃO OS RECURSOS EDUCACIONAIS DIGITAIS (REDS)?

Os Recursos Educacionais Digitais (REDS) são elementos centrais na transformação da educação contemporânea, constituindo-se como ferramentas fundamentais para a inovação pedagógica e a ampliação do acesso ao conhecimento. Segundo o Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB, 2021, p.4), os REDs são definidos como “conteúdos, ferramentas e/ou plataformas em formato digital que têm finalidades educacionais com o objetivo de facilitar, potencializar e apoiar atividades de docentes, estudantes e gestores”.

Esses recursos fazem parte de um espectro mais amplo denominado “tecnologia educacional”, o qual inclui não apenas conteúdos digitais, mas também dispositivos e infraestruturas tecnológicas. Dentro dessa concepção, os REDs englobam uma diversidade de formatos (textos, imagens, vídeos, áudios e páginas da web), e podem ser utilizados em diferentes plataformas (computadores, tablets, celulares), atendendo a públicos e níveis educacionais variados (CIEB, 2021).

De acordo com o CIEB (2021) os REDs podem ser classificados em 5 grupos:

**Conteúdo estruturado** - recursos educacionais digitais que oferecem conteúdos curriculares; **Gestão pedagógica** - recursos educacionais digitais que objetivam apoiar processos de gestão pedagógica, sejam eles pertencentes ou não ao âmbito da sala de aula; **Gestão administrativa** - recursos educacionais digitais que visam facilitar processos de gestão administrativa da escola ou da rede; **Autoria e colaboração** - recursos educacionais digitais que favorecem processos de autoria e colaboração, seja entre estudantes, docentes ou gestores/as; **Espaços de aprendizagem** - recursos educacionais digitais que oferecem ambientes a serem utilizados para criar Jornadas de aprendizagem online ou apoiar processos de aprendizagem presenciais ou híbridos (CIEB, 2021, p.8).

E cada grupo possui suas categorias com características técnicas que delimitam suas funcionalidades e objetivos de ensino e aprendizagem. Os REDs utilizados neste trabalho, se encaixam no grupo de Conteúdo Estruturado, onde dentro dessa categoria está o Objeto Digital de Aprendizagem (ODA), definido como um recurso digital autocontido e reutilizável, destinado a potencializar a prática pedagógica dentro e fora da sala de aula (DIAS, 2023) (Figura 1).



FIGURA 1: Grupos de REDs e suas categorias segundo CIEB (2021).

Fonte: Adaptado de CIEB (2021, p 8).

Os ODAs podem assumir diversas formas – como vídeos, jogos, animações, páginas da Web, simulações, infográficos, podcasts e textos interativos – e são projetados para promover o engajamento dos alunos e enriquecer o processo de ensino e aprendizagem (CARNEIRO E SILVEIRA, 2014).

Exemplos práticos desses objetos podemos citar uma vídeoaula sobre química orgânica para estudo domiciliar, um podcast de história da química com material complementar, ou uma notícia ambiental como o acidente do Césio-137 ocorrido em Goiânia, que pode ser utilizado em uma aula do conteúdo de Radioatividade. Tais recursos, quando integrados ao ensino, favorecem a personificação da aprendizagem e ampliam as possibilidades de acesso ao conhecimento, respeitando diferentes ritmos e estilos de aprendizagens (CIEB, 2021).

Dessa forma, os REDs não apenas ampliam o repertório pedagógico dos educadores, mas também oferecem caminhos mais interativos, dinâmicos e acessíveis para o ensino, reforçando o papel da tecnologia como aliada na promoção de uma educação mais equitativa, inovadora e significativa.

## O PRODUTO EDUCACIONAL: GUIA DIDÁTICO COM LIVRO *POP-UP* E SEUS REDS

Como descrito anteriormente, a metodologia adotada para o ensino de radioatividade, foi a Sequência Didática que de acordo com a concepção de Zabala (1998, p. 18) é “conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos”. Nesta perspectiva, o Produto Educacional (PE) já mencionado, foi desenvolvido/estruturado sob a forma de um Guia Didático, um gênero textual com objetivo didático-pedagógico voltado ao ensino de Radioatividade para estudantes do Ensino Médio da disciplina de Química. O Guia é composto por nove seções:(1) introdução; (2) Carta do autor ao estudante; (3) Carga horária; (4) Objeto de conhecimento; (5) Objetivos Gerais e específicos; (6) Metodologia de ensino; (7) Conteúdo e planejamentos das aulas; (8) Bibliografia e (9) anexos.

A seção 7 (QUADRO 2) do guia apresenta uma Sequência Didática organizada em aulas que incorporam recursos variados – entre eles, documentário, filme e o livro *pop-up* – com o objetivo de favorecer uma aprendizagem significativa, promovendo a articulação entre os saberes científicos e o cotidiano dos alunos.

Aula	Título	Propósito	Recursos
1	Conhecimento Prévios	Aplicação de questionário para averiguar os conhecimentos prévios a aprendizagem de conceitos de radioatividade	Questionário físico
2	Situação-Problema	Apresentação de acidentes radioativos para sensibilizar (envolve-los emocionalmente) e engajar os estudantes no tema.	Documentário
3	Filme Radioatividade	Exibição de produção cinematográfica mostrando o trabalho de Marie Curie e a descoberta da radioatividade.	Filme
4	Estudando a Radioatividade	Mostrar que o fenômeno da radioatividade tem origem na instabilidade do núcleo de certos átomos.	Livro <i>pop-up</i>
5			
6	Exercitando os Conceitos de Radioatividade	Resolução de problemas/exercícios.	Apostila
7	Construindo Mapa Conceitual	Observar relações significativas de conhecimentos adquiridos no desenvolvimento desta SD.	Materiais alternativos

Quadro 3: Aulas da Sequência Didática e seus Recursos Didáticos/ Digitais.  
Elaborado pelos autores (2025)

Como focamos no uso do livro *pop-up* associado à REDs, nos limitaremos em descrever como deu-se metodologicamente o desenvolvimento das Aulas 2, 3, 4 e 5 que compõem a Sequência Didática. Pois as mesmas, discutem/trabalham exatamente o assunto principal deste artigo.

Na aula 2, “Acidentes radioativos: o documentário sobre Fukushima” foi utilizado com REDs o documentário da BBC News Brasil (<https://www.youtube.com/watch?v=rmL881wVgk8>), sobre o acidente nuclear de Fukushima, ocorrido no Japão em decorrência de um terremoto. O objetivo da atividade foi levar os estudantes a reconhecerem os impactos de um acidente radioativo, tanto para ser humano quanto para o meio ambiente, nos aspectos de médio à longo prazo.

Ao final da exibição do documentário, promoveu-se uma roda de conversa para verificar a compreensão e os sentimentos despertados aos alunos. Como forma de registro e síntese, foi proposta a criação de uma nuvem de palavras, na qual cada estudante escreveu, em tiras de papel colorido, uma palavra que mais o marcou durante o vídeo.

A nuvem de palavras é um recurso (geralmente da forma digital) amplamente utilizado em reportagens e/ou estudos para destacar os termos mais frequentes na estrutura cognitiva das pessoas, podendo ser facilmente aplicado em sala de aula. As palavras que aparecem com maior frequência no texto se destacam na nuvem, sendo exibidas em maior tamanho (PAGLIARINI E SEPEL, 2022).

Devido à ausência de internet na escola, o recurso foi elaborado de forma manual, e as palavras mais recorrentes foram dispostas em maior destaque no quadro, simulando o que é comumente no formato digital. Esse tipo de atividade – que combina linguagem audiovisual, sensibilização e expressão individual – permitiu uma abordagem crítica e contextualizada da radioatividade, estimulando os estudantes refletirem sobre os riscos e implicações sociais do seu uso.

Na aula 3 “A radioatividade na história: o filme Radioactive (2019)”, onde foi exibido o filme Radioactive (2019), uma cinebiografia da cientista Marie Curie dirigida por Marjane Satrapi, foi escolhido por sua capacidade de integrar aspectos científicos, históricos e humanos da descoberta da radioatividade, apresentando o percurso de Marie Curie na identificação do Polônio (Po) e do Rádio (Ra), além de destacar desafios pessoais e familiares enfrentados pela cientista.

A proposta de utilizar esse tipo de RED, partiu de que o mesmo servisse como mediador para construir, junto aos estudantes, uma compreensão mais ampla e humanizada da ciência. O recurso audiovisual, segundo Oliveira et al. (2011), contribui para aproximar o aluno da realidade ao combinar elementos narrativos, visuais e emocionais, potencializando a aprendizagem. A experiência mostrou o potencial do cinema como ferramenta educativa, despertando a curiosidade e facilitando a contextualização histórica e científica da radioatividade.

Nas aulas 4 e 5 “Conceitos científicos com o livro *pop-up*”, marcaram a introdução e o uso do livro *pop-up* (FIGURA 2) como principal recurso pedagógico para aprendizagem de conceitos fundamentais da radioatividade: estrutura atômica, isótopos e radioisótopos, emissões radioativas, decaimento radioativo e reações nucleares.

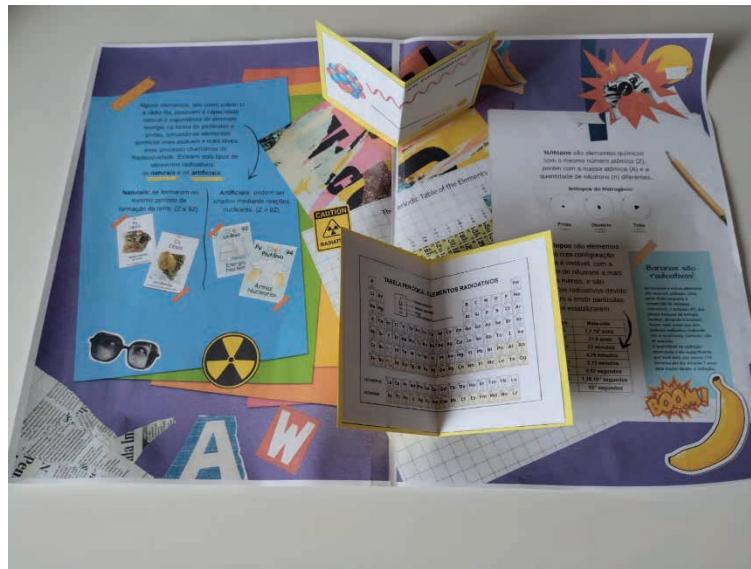


FIGURA 2: Página 2 do livro *pop-up*, apresentando os conceitos de *isótopos* e *radioisótopos* por meio dos mecanismos: Dobra V e Camada flutuante.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

O livro (FIGURA 3), criado artesanalmente em papel A3 e contendo nove páginas com mecanismos móveis (imagem deslizante, cascata, íris, dobra em V, camada flutuante e braços), foi utilizada em conjunto com as explicações da professora. Por ser um material único para toda a turma, foi manuseado um por um, o que gerou limitações em relação ao engajamento de alguns estudantes. Ainda assim, o recurso foi bastante elogiado e despertou o interesse pela sua interatividade e apelo visual.



FIGURA 3: Na Página 1, apresentou-se os conceitos átomo como uma esfera constituída de elétrons (uso da Dobra V) e o conceito de constituição do núcleo (uso do mecanismo íris).  
Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Em síntese, a experiência apresentada por meio do guia didático evidencia a relevância do uso do livro pop-up associado a recursos educacionais digitais como proposta inovadora para o ensino de radioatividade. A combinação de linguagens diversas — audiovisual, escrita, visual e tátil — contribui significativamente para tornar os conceitos abstratos da radioatividade mais concretos, acessíveis e interessantes aos estudantes. Essa abordagem integrada promove a interdisciplinaridade, valoriza o protagonismo discente e possibilita uma aprendizagem mais contextualizada, significativa e alinhada às demandas contemporâneas do Ensino de Química no Ensino Médio.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ensino de temas abstratos e complexos como a radioatividade representa um desafio recorrente na educação básica, especialmente na Química. Neste contexto, a adoção de recursos didáticos inovadores, como o livro *pop-up* e os REDs, surge como uma estratégia eficaz para promover a aprendizagem significativa e contextualizada, ao tornar o conteúdo mais acessível, dinâmico e conectado à realidade dos estudantes. As atividades desenvolvidas nas aulas do Guia Didático sobre Radioatividade — com destaque para o uso do livro *pop-up*, documentários e filmes — evidenciam o potencial desses recursos para mediar a construção do conhecimento de maneira integrada, interdisciplinar e sensível às necessidades da educação contemporânea.

O livro *pop-up*, em particular, revelou-se uma ferramenta didática inovadora ao permitir a materialização visual e tátil de conceitos altamente abstratos, como estrutura atômica, os tipos de emissões radioativas, os radioisótopos e as reações nucleares. Conforme Trebbi (2013), o livro *pop-up* exerce um forte apelo lúdico e interativo, capazes de cativar tanto crianças quanto adultos. Essa característica é especialmente importante no ambiente escolar, onde a motivação e a movimentação das figuras presentes no livro despertaram a curiosidade dos alunos e os incentivaram à exploração ativa do material, transformando a aula em uma experiência mais significativa.

Adicionalmente, a combinação de diferentes mecanismos que compunham o livro *pop-up*, permitiram uma sequência lógica e multissensorial para os conceitos da radioatividade, na qual os alunos não apenas ouviam explicações, mas também visualizavam e manipulavam os elementos relacionados ao conteúdo. Essa interação física com o material favorece a retenção de informações e a consolidação do conhecimento, conforme apontado por Assad (2018), ao ativar múltiplos canais sensoriais e estimular o pensamento espacial e criativo.

Apesar das contribuições do livro *pop-up* para o ensino de radioatividade, algumas limitações foram identificadas, sobretudo relacionadas à logística de uso do recurso. A atividade foi realizada em uma turma de 42 alunos e contou com apenas 1 (um) exemplar do livro, o que dificultou a participação ativa de todos os estudantes. Essa limitação provocou momentos de dispersão e desatenção, comprometendo o foco da aula e, consequentemente, a efetividade da estratégia. Soma-se a isso a redução do tempo disponível para exploração do material, o que obrigou a professora/pesquisadora a acelerar as explicações e revisar conceitos em aulas posteriores. Essa situação reflete um problema recorrente na realidade escolar brasileira, em que o tempo escasso e os recursos limitados afetam negativamente a qualidade de ensino.

Mesmo diante desses obstáculos, o uso do livro *pop-up* mostrou-se promissor. Conforme Costa (2016), recursos que promovem interação sensorial e a ludicidade ampliam as possibilidades de aprendizagem, tornando o ambiente escolar mais estimulante. Para otimizar a utilização desse tipo de material, recomenda-se a produção de múltiplos exemplares, para que a ampliação de acesso permita que mais estudantes tenham contato direto com o recurso, potencializando seus efeitos pedagógicos.

Complementarmente, o uso do documentário e o filme como REDs, nas aulas 2 e 3, contribuiu significativamente para enriquecer o processo de aprendizagem, ao oferecer uma abordagem contextualizada, histórica e emocional do fenômeno da radioatividade. A exibição do documentário sobre o acidente nuclear de Fukushima (BBC News Brasil, 2024) permitiu aos alunos compreenderem, de forma concreta, as consequências reais e dramáticas de um acidente radioativo, despertando empatia e reflexão. A atividade de construção de uma nuvem de palavras, mesmo realizada de forma analógica, favoreceu a síntese de ideias principais e promoveu uma discussão crítica sobre os impactos da radiação na saúde humana e no meio ambiente.

Esse tipo de abordagem contribui para a aprendizagem significativa, na medida em que estabelece conexões entre o conteúdo escolar e o cotidiano dos estudantes, promovendo a reconstrução ativa do conhecimento com base em experiências reais e sociais relevantes. Na aula que utilizou o filme *Radioactive* (2019), também proporcionou uma abordagem diferenciada da temática. Ao apresentar a trajetória da vida de Marie Curie e sua contribuição científica, o filme favoreceu uma compreensão histórico-contextualizada da radioatividade, rompendo com a visão tecnicista e desumanizada da ciência. Como observam Koelling et al. (2023), narrativas audiovisuais que mesclam ciência e cultura popular contribuem para humanização do saber científico, além de estimular o pensamento interdisciplinar. A presença de elementos emocionais, afetivos e éticos no filme ampliou as possibilidades de discussão em sala de aula, permitindo que os alunos refletissem sobre o papel da ciência na sociedade e sobre os impactos de suas descobertas ao longo do tempo.

Campos et al. (2019) reforçam que o uso de filmes em sala de aula promove uma prática pedagógica diversificada e favorece o desenvolvimento crítico, ao mobilizar diferentes formas de linguagem e representação. Dessa forma, a integração entre o livro pop-up e os REDs no ensino de radioatividade contribuiu para uma experiência de aprendizagem rica, significativa e contextualizada. Enquanto o livro *pop-up* atuou na materialização e visualização do de conceitos abstratos, o documentário e o filme permitiram uma imersão emocional, histórica e social do tema, ampliando os horizontes de compreensão dos estudantes. A conjunção desses recursos responde à demanda por metodologias mais ativas, interativas e inclusivas, capazes de dialogar com diversidade de estilos de aprendizagens presentes nas sala de aulas contemporâneas.

A pesquisa relatada demonstra que o uso do livro *pop-up* com a associação dos REDs não apenas facilita a compreensão de conteúdos científicos complexos, como também fortalece o vínculo entre ciência, sociedade e cultura. Para alcançar todo o potencial desses recursos, no entanto, é necessário investir na formação docente, na ampliação do acervo de materiais e na valorização do tempo pedagógico, de modo que práticas como essas possam ser exploradas de forma plena, equitativa e transformadora no contexto escolar.

## CONCLUSÃO

A análise das práticas pedagógicas envolvendo o uso do livro *pop-up* associado a Recursos Educacionais Digitais (REDs) no ensino de radioatividade evidenciou contribuições significativas para a promoção de uma aprendizagem mais significativa, contextualizada e sensível às necessidades da educação contemporânea. Ao combinar elementos lúdicos, visuais, táticos e audiovisuais, a proposta didática explorou múltiplas linguagens e canais sensoriais, favorecendo a compreensão de conceitos abstratos da Química e promovendo o engajamento dos estudantes. O livro *pop-up* destacou-se como uma ferramenta inovadora ao facilitar a visualização e manipulação de estruturas e fenômenos invisíveis, enquanto os REDs, como filmes e documentários, ampliaram o repertório dos alunos por meio de abordagens interdisciplinares, históricas e sociais.

Apesar das limitações logísticas enfrentadas, como o número restrito de exemplares e o tempo reduzido para exploração dos materiais, os resultados indicam o potencial transformador da integração desses recursos na prática docente. A experiência demonstrou que metodologias que envolvem interatividade, sensorialidade e narrativas contextuais podem humanizar o ensino de ciência e torná-lo mais acessível e relevante para os estudantes da educação básica. Assim, o uso articulado de recursos como o livro pop-up e os REDs pode contribuir significativamente para o fortalecimento da alfabetização científica e para a formação crítica e cidadã dos estudantes.

## AGRADECIMENTO

Agradecemos a Fundação de Amparo e Apoio à Pesquisa do Estado do Amazonas pelo apoio no desenvolvimento desta pesquisa.

## REFERÊNCIAS:

- ASSAD, D. A. F. Pop-up-pédia: a pop-up book about pop-up. 2018. 73 f. Trabalho de conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Tecnologia em Design Gráfico. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018.
- BARBOSA, D. P. D. et al. Oficina de radioatividade: aplicações cotidianas da ciência nuclear. Anais IX CONEDU, 2023.
- BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio*. Brasília, DF: Presidência da República, [2018]. Disponível em: <file:///C:/Users/Usu%C3%A1rio/Desktop/resid%C3%A1ncia/PCN+CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 23 mai. 2025.
- BRITO, Maria Aparecida Candine. Mediação Pedagógica em disciplinas semi-presenciais nos ambientes virtuais de aprendizagem. 2015. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Educação, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2015.
- CAMPOS, R. M.; TAMIASSO-MARTINHON, P.; SOUSA, C.; SOUZA, E. T.; ROCHA, A. S.: Uso de filmes no ensino de radioatividade: uma estratégia motivadora para aulas do nível médio. *Scientia Naturalis*, Rio Branco, v. 1, n. 3, p. 193-208, 2019.
- CARNEIRO, M. L. F.; SILVEIRA, M. S. Objetos de aprendizagem como elementos facilitadores na Educação a Distância. *Educar em Revista*, Curitiba, Edição Especial nº4, p. 235-260, 2014.
- CARVALHO, Alecir Francisco; SILVA, Cleder Tadeu Antão; MILL, Daniel. Mediação tecnológica. In: MILL, Daniel (org.). *Dicionário crítico de educação e tecnologias e de educação a distância*. Campinas: Papirus, 2018.
- CENTRO DE INOVAÇÃO PARA A EDUCAÇÃO BRASILEIRA. CIEB: Guia da Jornada de RED. São Paulo: CIEB, 2021. Disponível em: <https://cieb.net.br/wp-content/uploads/2022/02/Jornada-RED.pdf> Acessado em: 26 de maio de 2025.

COSTA, Sara Geremias Dos Santos. **O ensino de Radioatividade no Ensino Médio: Uma abordagem potencialmente significativa.** Dissertação (Mestrado Profissional). Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de Ciências Exatas e Biológicas. Programa de Pós- Graduação em Ensino de Ciências. - 2023.

COSTA, S. L. O Livro Móvel: Adaptação do livro “Onde moram as casas” a multiliteracias. 2016. 88 f. Dissertação (Mestrado em Design Gráfico e Projetos Editoriais) – Faculdade de Belas Artes, Universidade do Porto, Porto, 2016. Disponível em: <[hdl.handle.net/10216/89732](https://hdl.handle.net/10216/89732)>. Acesso em: 26 de maio de 2025.

DIAS, Richelle Kehrle de Paula. O uso de recursos educacionais digitais como ferramenta promotora nas aulas de Matemática do Ensino Médio. *Revista Educação Pública*, Rio de Janeiro, v. 23, nº 42, 31 de outubro de 2023. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/23/41/o-uso-de-recursos-educacionais-digitais-como-ferramenta-promotora-nas-aulas-de-matematica-do-ensino-medio>. Acesso em: 25 de maio de 2025.

DOHME, V. (2010). Técnicas de contar histórias: Um guia para desenvolver as suas habilidades e obter sucesso na apresentação de uma história. Rio de Janeiro: Editora Vozes, 2010.

DUARTE, Luciana M. Leitura interativa e cognição multissensorial: os livros pop-up no processo de alfabetização científica. *Revista Interfaces Pedagógicas*, v. 10, n. 1, p. 101-115, 2022.

FARIAS, J. B. D. et al. A importância do contexto histórico, social e aplicações do cotidiano no ensino de radioatividade na educação básica. *Anais IX CONEDU*, 2023.

GRAÇA, A. *Importância das TIC na sociedade actual*. 23 fev. 2007. Disponível em: [https://notapositiva.com/trab\\_estudantes/trab\\_estudantes/tic/10importantctic](https://notapositiva.com/trab_estudantes/trab_estudantes/tic/10importantctic) Acesso em: 25 de maio de 2025.

KOELLING, S. B.; SILVA, H. C.; KNÖPKER, M.; LORENZETTI, C. S.: Análise do filme *Radioactive*: uma narrativa para além do fenômeno científico. *Anais do XVI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Caldas Novas, GO, 02 a 06 de outubro de 2023. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/edicao/detalhes/anais-do-xiv-encontro-nacional-de-pesquisa-em-educacao-em-ciencias>. Acesso em: 26 de maio de 2025.

LOUREIRO, Cristina; REGATÃO, José Pedro. Criação e construção de pop-up: uma prática pedagógica interdisciplinar entre as Artes Visuais e a Matemática. *Interacções*, n. 50, p. 69-91, 2019. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/interaccoes/article/view/18790> Acesso em: 25 maio 2025.

MARTINS, L. C.; KUWAHARA, N. *O livro pop-up e suas aplicações práticas: uma revisão sistemática*. *CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES*, [S. I.], v. 17, n. 8, p. e9864, 2024. DOI: 10.55905/revconv.17n.8-423. Disponível em: <https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/9864>. Acesso em: 23 maio. 2025.

OLIVEIRA, M. R. N. S. Do mito da tecnologia ao paradigma tecnológico; a mediação tecnológica nas práticas didático-pedagógicas. *Revista Brasileira de Educação*, nº 18, set./dez. 2001.

OLIVEIRA, J. E. S.; LEITE, B. S. Elaboração de um manual didático para o ensino de radioatividade fundamentado no modelo do ensino híbrido rotação por estações e na gamificação. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática*, v. 5, n. 1, p. 725-757, 2022.

PAGLIARINI, D. S.; SEPEL, L. M. N.: Uso de nuvem de palavras como estratégia para o ensino do Reino Fungi no Ensino Médio. *REnCiMa*, São Paulo, v. 13, n. 4, p. 1-23, jul./set. 2022.

PEIXOTO, Joana. Tecnologias e relações pedagógicas: a questão da mediação. *Revista de Educação Pública*, Cuiabá, v. 25, n. 59, p. 367-379, 2016.

RIBEIRO, G. A. C.; HILGER, T. R. Radioatividade: a construção do conhecimento complexo e tecnológico em um júri simulado. *Revista Nova Paideia*, 2021.

TREBBI, Jean-Charles. *El arte del pop-up*. Promopress, 2013.

VIANA, E. S.; BATISTA, S. C. F. Ensino de Radioatividade: utilização de vídeos como ferramentas pedagógicas. *Revista Vértices*, v. 17, n. 2, p. 103–127, 2016.

ZABALA, A. A prática educativa: como ensinar. Tradução Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.