

SEQUÊNCIA DIDÁTICA: RADIOATIVIDADE PARA O ENSINO FUNDAMENTAL

Didactic sequence: Radioactivity for fundamental education

Mitze Fernandes Garcez [mitzegarcez@semed.uruguaiana.rs.gov.br]

Agueda Maria Turatti [amturatti@furg.br]

Instituto de Matemática, Estatística e Física (IMEF), Universidade Federal do Rio Grande (FURG)

Av. Itália, km 8, bairro Carreiros, Rio Grande, RS, Brasil, 96203-900

Recebido: 02/03/2026

Aceito: 06/04/2025

Resumo

Este trabalho consiste em uma sequência didática utilizando metodologias ativas, como seminários e um jogo de tabuleiro, para o ensino de radioatividade no ensino fundamental, particularmente na disciplina de Ciências da Natureza. A proposta inicia com uma atividade para verificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema através da elaboração de uma nuvem de palavras. Na sequência, propõe a divisão da turma em grupos de alunos para fornecer temas, através de textos-guias, a fim de que cada grupo estude e apresente um seminário. Além disso, também propõe a aplicação de um jogo de tabuleiro inédito contendo perguntas e curiosidades sobre radioatividade. Como atividade final para avaliar a aprendizagem, a elaboração de uma nova nuvem de palavras, a fim de comparar com a inicial e discutir com os próprios estudantes a evolução dos conceitos. Ao aplicar essa sequência didática em duas turmas de 9º ano, observou-se que a proposta do seminário como estratégia didática favoreceu o engajamento dos estudantes, incentivando a colaboração, a divisão de tarefas e a cooperação entre eles. Percebeu-se nitidamente que esta atividade colaborou para fortalecer a autonomia dos alunos. O jogo de tabuleiro, por sua vez, foi um facilitador da aprendizagem de maneira lúdica. Observou-se que houve respeito às regras do jogo, concentração ao jogar, além de uma competição positiva fazendo com que jogassem por várias vezes errando cada vez menos as perguntas do jogo. Finalmente, houve um ganho significativo de conhecimento dos alunos sobre o tema estudado, conforme evidenciado no aumento do número de palavras citadas na nuvem de palavras, bem como no diálogo estabelecido com e pela professora.

Palavras-chave: Radioatividade; sequência didática; metodologias ativas; jogo de tabuleiro.

Este trabalho foi apresentado no IV Encontro Nacional do Mestrado Nacional em Ensino de Física (ENMNPEF) e IX Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF) e é uma produção referente ao MNPEF.

Abstract

This work consists of a teaching sequence using active methodologies, such as seminars and board games, for teaching radioactivity in elementary school, particularly in the subject of Natural Sciences. It is a proposal that begins with an activity to verify students' prior knowledge on the topic by creating a word cloud. It proposes dividing the class into groups of students to provide topics, through guide texts, so that they can study and present seminars. In addition, it also proposes the application of a new board game containing questions and curiosities about radioactivity. As a final activity to assess learning, a new word cloud, which can be used to compare with the initial one and discuss with the students themselves. When applying this teaching sequence in two 9th grade classes, it was observed that the seminar as a teaching strategy favored student engagement, encouraging collaboration, division of tasks and cooperation among them. It was clearly perceived that this activity helped to strengthen student autonomy. The board game facilitated learning in a fun way. It was observed that the rules of the game were respected, and the students remained focused on their groups. There was even a positive competition, which led them to play several times and get fewer and fewer questions wrong each time. Finally, there was a significant gain in the students' knowledge of the topic studied, as evidenced by the increase in the number of words mentioned in the word cloud, as well as in the dialogue established with and by the teacher.

Keywords: Radioactivity; teaching sequence; active methodologies; board game.

1. Introdução

A Física Moderna e Contemporânea emergiu no início do século XX, alavancada por ideias que vinham sendo formuladas no final do século anterior, principalmente pelas teorias da relatividade e pelo efeito fotoelétrico, formulados por Einstein; pela radiação do corpo negro, de Planck; e pelo modelo atômico apresentado por Bohr, com elétrons em níveis de energia quantizados (PEREIRA, 2015). Esses avanços propiciaram a criação de novos conceitos e explicações para a matéria e a energia, que são de extrema relevância para a compreensão do mundo atual, tendo em vista que grande parte das tecnologias possui seu funcionamento baseado em tais princípios. Portanto, a abordagem desses conteúdos na educação básica auxilia no estabelecimento das aulas práticas que podem ser contextualizadas, além de fomentar um pensar científico, crítico e reflexivo.

Muitos autores reforçam a importância de incluir a Física Moderna no ensino básico, particularmente Ostermann e Moreira (2000) destacam que “uma verdadeira alfabetização científica, permitindo que o aluno esteja sensibilizado de que a sua ciência é um processo histórico e social”. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que estabelece as competências e habilidades, juntamente com os conhecimentos, que todos os estudantes brasileiros devem assimilar ao longo da Educação Básica, recomenda e orienta a referida inclusão, propondo o tratamento de temas contemporâneos da Física já nos anos finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio (BRASIL, 2018). Diante do exposto, o ensino da Física Moderna é um importante aliado à promoção de um ensino mais significativo, pois possibilita a inserção da realidade estudantil em seus conteúdos científicos, desenvolvendo indivíduos críticos, capazes de compreender e refletir acerca dos avanços científicos e avanços tecnológicos pertinentes à sociedade contemporânea.

Apesar do tema Radioatividade não ser explicitamente mencionado como um objeto de conhecimento na BNCC para o Ensino Fundamental, ele é abordado de maneira implícita e integrada ao longo dos anos finais da Educação Básica. Isso ocorre principalmente no contexto do estudo da energia, da estrutura da matéria e das radiações, permitindo assim abordagens interdisciplinares e contextualizadas. No 8º ano, o tema é tratado no contexto do estudo das transformações e fontes de energia, particularmente no que se refere à energia nuclear e às discussões sobre suas utilizações, riscos e impactos no meio ambiente e na sociedade. No 9º ano, a radioatividade é discutida no eixo que trata da estrutura da matéria, modelos atômicos e tipos de radiação, tanto naturais quanto artificiais. Isso permite que as aplicações científicas e tecnológicas sejam contextualizadas. Portanto, a BNCC possibilita, ainda que de maneira indireta, a inclusão do estudo da radioatividade no Ensino Fundamental de forma integrada e contextualizada, alinhada à relação entre ciência, tecnologia e sociedade.

Neste cenário, este artigo descreve a criação e a implementação de uma sequência didática sobre Radioatividade, baseada em metodologias ativas, desenvolvida para duas turmas do 9º ano do Ensino Fundamental (GARCEZ, M. F. 2025), com o objetivo de analisar a viabilidade da proposta para a inclusão de conteúdos da Física Contemporânea nesse nível de ensino, além de suas contribuições para fomentar uma aprendizagem mais relevante.

2. Fundamentação Teórica

Para abordar a radioatividade no ensino fundamental, é necessário apresentar os conceitos fundamentais da estrutura da matéria, especialmente do átomo, pois os fenômenos radioativos estão diretamente ligados à instabilidade do núcleo atômico. O átomo é composto por um núcleo, que contém prótons e nêutrons, e por uma eletrosfera onde estão os elétrons. A estabilidade nuclear está

relacionada à proporção entre prótons e nêutrons. Quando essa proporção não é adequada, o núcleo tende a se tornar instável, tornando-se um núcleo radioativo (DEYLLLOT, 2014).

Os átomos de um mesmo elemento químico podem ter diferentes quantidades de nêutrons, o que os caracteriza como isótopos. Quando esses isótopos têm núcleos instáveis, eles passam por decaimento radioativo, liberando partículas ou radiações até alcançarem uma configuração mais estável. Esse processo acontece de forma espontânea e pode incluir emissões alfa, beta ou gama, sendo caracterizado pela lei do decaimento exponencial (HALLIDAY; RESNICK & WALKER, 2016). Vale ressaltar que nem todo isótopo radioativo necessariamente se torna estável após um único decaimento.

Assim, a radioatividade é a emissão espontânea de radiação por núcleos instáveis, e radiação é a propagação de energia na forma de partículas ou ondas eletromagnéticas. As radiações podem ser divididas em ionizantes e não ionizantes. As radiações ionizantes têm a capacidade de ionizar átomos e moléculas, causando mudanças na matéria (EISENBUD & GESELL, 1997). No âmbito da radioatividade, sobressaem-se as radiações ionizantes, que podem ser de natureza corpuscular (como alfa e beta) ou eletromagnética (como gama). Lembrando que nem toda radiação ionizante é proveniente de processos radioativos, como no caso dos Raios X.

A temática da radioatividade não é explicitamente indicada na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), mas está implicitamente relacionada a conteúdos previstos para o ensino fundamental, especialmente nas unidades temáticas “Matéria e Energia” do 8º e 9º anos, que abordam estrutura da matéria, fontes e tipos de energia e radiações eletromagnéticas (BRASIL, 2018). A ausência de uma indicação direta contribui para que o tema seja tratado de forma pontual ou superficial nos livros didáticos.

Análises de materiais didáticos do 9º ano indicam que a radioatividade costuma aparecer associada à descoberta dos Raios X, às ondas eletromagnéticas ou a fatos históricos, com pouco aprofundamento conceitual e escassa discussão sobre suas implicações sociais, ambientais e tecnológicas (SILVA & PEREIRA, 2011). Essa limitação reforça a necessidade de propostas didáticas que promovam uma abordagem mais contextualizada, crítica e integrada do tema.

A sequência didática desenvolvida tem como base principal a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, que afirma que a aprendizagem acontece quando novos conhecimentos se conectam de maneira substancial aos saberes já existentes dos alunos (MOREIRA, 1999). Esse tipo de aprendizagem é favorecido por estratégias pedagógicas que incentivam o protagonismo dos alunos, a pesquisa e o diálogo.

Nesse contexto, as metodologias ativas se destacam como abordagens alinhadas a essa perspectiva, incentivando a participação ativa dos estudantes e redefinindo o papel do docente como facilitador do processo de aprendizagem (BACICH & MORAN, 2018). O uso de seminários e jogos didáticos, que incentivam a pesquisa, a comunicação, o trabalho em equipe e o envolvimento dos alunos, é uma das principais estratégias.

A utilização de seminários como estratégia pedagógica estimula a participação ativa dos alunos na construção do conhecimento. Malusá, Melo e Júnior (2017) apoiam essa abordagem no âmbito do Ensino Superior, destacando sua capacidade de promover habilidades como a busca por informações, a comunicação verbal, o trabalho em equipe e a troca de ideias. Embora a proposta dos autores não seja voltada especificamente para a Educação Básica, essas habilidades se relacionam diretamente com as competências gerais e específicas da BNCC. Isso é especialmente verdadeiro para as competências ligadas à argumentação, comunicação, pensamento crítico e trabalho colaborativo (BRASIL, 2018). Dessa forma, quando devidamente ajustados às

particularidades dos alunos dos anos finais do Ensino Fundamental, os seminários se tornam uma estratégia eficaz para incentivar o protagonismo dos estudantes e facilitar a aprendizagem significativa de conteúdos.

A utilização de jogos no ensino de Ciências tem se revelado um método eficiente para elevar a motivação e promover a construção de conhecimentos de maneira significativa, desde que esteja alinhado a objetivos pedagógicos bem definidos (MACEDO; PETTY & PASSOS, 2005; NASU, 2020). Assim, a combinação de seminários e jogos didáticos se apresenta como uma abordagem metodológica apropriada para a inclusão de tópicos da Física Moderna e Contemporânea, como a radioatividade, no ensino fundamental.

Para a elaboração da proposta didática foi realizada uma revisão da literatura em bases de dados como Google Acadêmico, SciELO, Portal de Periódicos da CAPES e no repositório do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), utilizando-se os termos “radioatividade no ensino fundamental” e “radiação ionizante no ensino fundamental”. Poucos estudos e recentes têm discutido a abordagem da radioatividade no Ensino Fundamental por meio de sequências didáticas e jogos educativos (AZEVEDO; PIETRICOSK & JUSTINA, 2021; LEITE et al., 2019; MARTINS, 2019).

3. Metodologia

O trabalho desenvolvido se configura como uma pesquisa-ação, entendido como um estudo pedagógico que conecta a prática educativa com a reflexão, tendo em vista o desenvolvimento e a autonomia dos participantes (FRANCO, 2005). O material educativo consistiu na elaboração e na aplicação de uma sequência didática sobre radioatividade, baseada em métodos ativos, com foco em seminários apresentados pelos alunos e um jogo de tabuleiro educativo autoral (inédito).

A sequência didática foi dividida em seis aulas de 55 minutos, organizadas em três fases: apresentação do tema e preparo dos seminários, apresentação dos trabalhos pelos alunos e, finalmente, aplicação do jogo didático e avaliação das tarefas. Para avaliar o aprendizado de forma contínua, foram usadas nuvens de palavras antes e depois da sequência didática, para identificar o que os alunos sabiam antes e o que aprenderam durante o processo (PRAIS & ROSA, 2017).

A análise dos dados obtidos teve uma abordagem qualitativa, levando em conta os trabalhos dos alunos e os registros das experiências durante a aplicação da sequência didática, buscando entender o que as atividades significaram para os participantes (SAMPIERI, 2013). Os participantes foram alunos do 9º ano de duas turmas de escolas públicas municipais de Uruguaiana/RS, somando um total de 26 alunos.

Para a avaliação diagnóstica inicial e final das atividades, utilizou-se o gerador gratuito de nuvem de palavras WordClouds. Ressalta-se, entretanto, que essa ferramenta pode ser facilmente substituída por estratégias mais simples, como o registro das palavras no quadro ou a produção de um cartaz coletivo. O aspecto central dessa etapa avaliativa não está no recurso tecnológico em si, mas na possibilidade de os estudantes visualizarem as palavras apresentadas, compararem-nas e se expressarem sobre os significados atribuídos ao tema ao longo do processo de aprendizagem.

Os textos-guias foram elaborados a partir de cinco temas centrais, sendo eles:

Tema 1: Radiação e radioatividade;

Tema 2: Aspectos históricos relacionados à radioatividade;

Tema 3: Acidentes radioativos;

Tema 4: Aplicações da radiação ionizante;

Tema 5: Desvantagens do uso da radiação ionizante.

Esses temas foram os temas utilizados para os seminários e os textos-guias foram distribuídos aos grupos de estudantes para servir de apoio teórico para suas apresentações, especialmente em contextos nos quais não há disponibilidade de acesso à internet. Além disso, os textos-guias podem ser utilizados como ponto de partida para o aprofundamento das pesquisas, conforme o interesse e a autonomia dos alunos.

O jogo didático confeccionado contém os moldes do tabuleiro, 14 cartas com perguntas, 10 cartas com curiosidades e as regras do jogo. Também são disponibilizados os moldes para os peões e para o dado utilizado no jogo. Tanto as perguntas quanto às curiosidades foram elaboradas a partir dos conteúdos nos textos-guias.

O material completo está disponível no produto educacional *Sequência Didática: Radioatividade para o Ensino Fundamental através de Metodologias Ativas* (GARCEZ, M. F. & TURATTI, A. M. 2025), devendo ser impresso previamente de acordo com a quantidade de estudantes. Recomenda-se a organização de no máximo quatro alunos por tabuleiro para o jogo e de cinco a seis estudantes por seminário, a fim de favorecer a participação e o envolvimento de todos.

4. Relato de experiência

Antes de sua aplicação, o produto educacional passou por uma etapa de planejamento, que envolveu a elaboração da sequência didática, a definição dos objetivos pedagógicos e a produção dos textos-guias utilizados como material de apoio para alunos e professores. Paralelamente, foi desenvolvido um jogo de tabuleiro didático, concebido como uma estratégia lúdica para favorecer a aprendizagem dos conceitos relacionados à radioatividade de forma interativa e contextualizada.

A aplicação do produto ocorreu em duas turmas de 9º ano do Ensino Fundamental de duas escolas municipais de Uruguaiana/RS, ao longo de seis períodos de aula, organizados em três etapas. Inicialmente, foi realizada uma atividade diagnóstica por meio da produção de nuvens de palavras, a fim de identificar as concepções prévias dos estudantes sobre o tema radioatividade. Em seguida, os alunos foram organizados em grupos e receberam textos-guias referentes aos temas dos seminários, iniciando a leitura, o esclarecimento de dúvidas e o planejamento das apresentações.

Na etapa seguinte, os estudantes apresentaram os seminários para a turma, promovendo momentos de diálogo, questionamentos e troca de ideias. Em uma das turmas, devido ao número reduzido de grupos, parte dos temas foi apresentada pela professora, garantindo que todos os conteúdos previstos na sequência didática fossem abordados.

Na etapa final, foi aplicado o jogo de tabuleiro didático, permitindo que os alunos retomassem e discutissem os conceitos trabalhados de forma colaborativa. Ao término das atividades, os estudantes produziram uma nova nuvem de palavras sobre radioatividade, possibilitando a comparação com as concepções iniciais e a identificação das aprendizagens construídas ao longo do processo.

Durante a implementação, alguns contratempos foram enfrentados, como a falta de acesso à internet nas escolas participantes e a ocorrência de chuvas intensas, que comprometeram a frequência dos alunos em determinados dias. A ausência de recursos digitais limitou a realização de pesquisas orientadas em sala de aula, o que impactou parcialmente o desenvolvimento de competências relacionadas ao uso de tecnologias digitais previstas na BNCC (BRASIL, 2018). Ainda assim, o material elaborado, especialmente os textos-guias, possibilitou a continuidade das

atividades. Apesar dessas dificuldades, observou-se um bom engajamento dos estudantes nas atividades propostas, tanto nas apresentações dos seminários quanto durante a utilização do jogo didático.

A análise das nuvens de palavras produzidas antes (Figura 1) e após a aplicação da sequência didática (Figura 2) permitiu identificar mudanças nas concepções dos estudantes acerca do tema radioatividade. Inicialmente, as palavras mais frequentes estavam associadas a ideias de perigo, morte, veneno e explosão, evidenciando uma compreensão predominantemente negativa e associada a riscos extremos. Esses resultados corroboram estudos que apontam a presença de concepções alternativas e associações simplificadas sobre a radioatividade entre estudantes da educação básica.



Figura 1. Nuvem de palavras produzida com as palavras citadas pelos alunos antes da implementação da sequência didática.



Figura 2. Nuvem de palavras produzida com as palavras citadas pelos alunos após a implementação da sequência didática.

As palavras escritas pelos alunos foram socializadas em sala de aula, possibilitando um espaço de diálogo e reflexão coletiva. Esse momento revelou-se pedagogicamente relevante, pois permitiu compreender os significados atribuídos pelos estudantes aos termos utilizados, evitando uma interpretação restrita a respostas certas ou erradas. O diálogo estabelecido em sala aproxima-se da perspectiva freireana, que compreende a educação como um processo comunicativo e dialógico, no qual professores e estudantes constroem conjuntamente os significados (FREIRE, 1996).

Entre as associações realizadas pelos alunos, destacaram-se referências a agrotóxicos, mutações e símbolos de perigo, indicando confusões conceituais entre radioatividade, toxicidade e risco químico. Também foram observadas associações provenientes da cultura midiática e da ficção científica, como a relação da radioatividade com a cor verde, atribuída ao personagem Hulk. Conforme apontam Piassi e Pietrocola (2009), elementos da ficção científica, embora apresentem imprecisões conceituais, podem constituir importantes pontos de partida para a problematização e discussão crítica de conceitos científicos em sala de aula.

As apresentações dos seminários evidenciaram o engajamento dos estudantes e favoreceram o desenvolvimento de habilidades comunicativas, da autonomia e do protagonismo discente. Mesmo diante das limitações estruturais, como a ausência de acesso à internet, os alunos utilizaram os textos-guias. Alguns deles realizaram pesquisas em casa e complementaram as informações, enquanto outros produziram materiais de apoio como cartazes e folders para a socialização dos conteúdos com a turma. Destaca-se, que um dos grupos recorreu ao uso do giz e à construção de esquemas no quadro para demonstrar e explicar o conteúdo aos colegas, evidenciando criatividade e apropriação conceitual.

Essas práticas reforçam o potencial das metodologias ativas para promover a participação, a cooperação e o uso de diferentes linguagens, em consonância com as competências gerais da BNCC, que valorizam a comunicação, a expressão e a construção compartilhada do conhecimento (BRASIL, 2018).

A aplicação do jogo de tabuleiro *Corrida Radioativa* (Figura 3) contribuiu para a retomada e consolidação dos conceitos trabalhados ao longo da sequência didática, promovendo um ambiente de aprendizagem colaborativo e motivador. Observou-se impressionante envolvimento dos alunos durante a atividade, bem como discussões espontâneas sobre os conteúdos abordados, indicando que o recurso lúdico favoreceu a participação ativa dos mesmos.



Figura 3. Imagem do jogo didático *Corrida Radioativa*.

Na atividade final, a elaboração de uma nova nuvem de palavras revelou uma ampliação das concepções iniciais, com a incorporação de termos relacionados às aplicações da radioatividade nas áreas da saúde, energia e datação, sem que os estudantes deixassem de reconhecer seus riscos e implicações ambientais. Esse resultado sugere que a sequência didática possibilitou uma visão mais equilibrada e contextualizada do tema, articulando benefícios e perigos associados à radioatividade.

Persistiram, entretanto, algumas confusões conceituais, como a associação entre radioatividade e radiação ionizante, bem como a inclusão do termo “raio X” como sinônimo de radioatividade. Esses equívocos foram explorados pedagogicamente por meio do diálogo em sala, permitindo esclarecer diferenças conceituais e reforçar a importância de um ensino progressivo e espiralado, no qual os conteúdos são retomados em níveis crescentes de complexidade (LIBÂNEO, 1994). Assim, mesmo as concepções não totalmente consolidadas foram compreendidas como parte do processo de construção do conhecimento científico.

5. Conclusão

A implementação da sequência didática indicou que é possível abordar a radioatividade no Ensino Fundamental de maneira acessível, contextualizada e pedagogicamente consistente. A utilização de metodologias ativas, como os seminários e o jogo de tabuleiro, favoreceu o engajamento dos estudantes, estimulou o protagonismo juvenil e contribuiu para a construção de significados mais elaborados acerca do tema, evidenciados na análise comparativa das nuvens de palavras produzidas antes e após as atividades.

A proposta didática aplicada demonstrou flexibilidade e viabilidade em contextos escolares distintos, inclusive em realidades com recursos limitados, tendo em vista as dificuldades tecnológicas e climáticas ao longo de sua aplicação. A experiência evidenciou que estratégias didáticas bem planejadas, aliadas a materiais de apoio adequados, podem minimizar limitações estruturais sem comprometer os objetivos de aprendizagem.

Conclui-se que o produto educacional desenvolvido é uma ferramenta didática de grande potencial, tendo em vista que, na sua aplicação, os alunos demonstraram um aumento de conceitos relacionados ao tema Radioatividade, bem como maior compreensão sobre este. Isso foi percebido, principalmente, na comparação entre as nuvens de palavras produzidas antes e após aplicação da

sequência didática, bem como no diálogo estabelecido com e pela professora ao discutir o resultado da nuvem de palavras elaborada.

6. Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

7. Referências bibliográficas

Azevedo, D.; Pietricosk, L. B. & Justina, L. A. D. *Proposta de uma sequência didática sobre o tema câncer para o ensino fundamental: possibilidades e limites*. **Revista Valore**, Volta Redonda, v. 6, edição especial, p. 460–470, 2021. Disponível em: <https://revistavalore.emnuvens.com.br/valore/article/view/823>. Acesso em: 14 jan. 2026.

Bacich, L. & Moran, J. *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. Porto Alegre: Penso, 2018.

BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: Ministério da Educação, 2018.

Deyllot, M. E. C. *Física das radiações: fundamentos e construção de imagens*. Rio de Janeiro: Érica, 2014.

Eisenbud, M. & Gesell, T. *Environmental radioactivity: from natural, industrial & military sources*. 4. ed. San Diego: Academic Press, 1997.

Franco, M. A. Pedagogia da pesquisa-ação. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 483–502, set./dez. 2005.

Freire, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

Garcez, M. F. *A radioatividade no ensino fundamental através de metodologias ativas*. 2025. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2025. Disponível em: <https://argo.furg.br/?BDTD14511>. Acesso em: 14 jan. 2026.

Garcez, M. F. & Turatti, A. M.. *Sequência didática: radioatividade para o ensino fundamental através de metodologias ativas*. Produto educacional. Rio Grande: MNPEF/FURG, 2025. Disponível em: https://ppgmnpef.furg.br/images/PRODUTO_EDUCACIONAL_-Mitze.pdf. Acesso em: 14 jan. 2026.

Halliday, D.; Resnick, R. & Walker, J. *Fundamentos de física: óptica e física moderna*. v. 4. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

Leite, J. G. et al. “Radiogan”: ensino de radioatividade a partir de um jogo de tabuleiro. **Expressa Extensão**, Pelotas, v. 24, n. 3, p. 107–116, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/index.php/expressaextensao/article/view/15801>. Acesso em: 14 jan. 2026.

Libâneo, J. C. *Didática*. São Paulo: Cortez, 1994.

Macedo, L.; Petty, A. L. S. & Passos, N. C. *Os jogos e o lúdico na aprendizagem escolar*. Porto Alegre: Artmed, 2005.

Malusá, S.; Melo, G. F. & Júnior, R. B. Seminário: da técnica de ensino à polinização de ideias. In: Leal, E. A.; Miranda, G. J.; Casa Nova, S. P. C. (org.). *Revolucionando a sala de aula: como envolver o estudante aplicando metodologias ativas de aprendizagem*. São Paulo: Atlas, 2017.

Martins, J. L. C. Radioatividade: do bem ou do mal? **Revista Insignare Scientia**, Chapecó, v. 2, n. 3, p. 173–181, 2019. Disponível em: <https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/11196/7263>. Acesso em: 14 jan. 2026.

Moreira, M. A. *Teorias da aprendizagem*. São Paulo: EPU, 1999.

Nasu, V. H. **Gamificação e jogos para a educação**. In: *Revolucionando a sala de aula: novas metodologias ainda mais ativas*, volume 2 / organização Daniel Ramos Nogueira et al. São Paulo: Atlas; 1ª ed. 2020.

Ostermann, F. & Moreira, M. A. Uma revisão bibliográfica sobre a inserção da Física Moderna no ensino médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 22, n. 2, 2000.

Pereira, F. Uma breve história da Física Moderna e Contemporânea. **Revista Professare**, v. 4, n. 3, p. 177–188, 2015.

Piassi, L. P. & Pietrocola, M. Ficção científica e ensino de ciências: para além do método de “encontrar erros em filmes”. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 525–540, 2009. Disponível em: <https://revistas.usp.br/ep/article/view/28208>. Acesso em: 14 jan. 2026.

Prais, J. L. S. & Rosa, V. F. Nuvem de palavras e mapa conceitual: estratégias e recursos tecnológicos na prática pedagógica. **Nuances: Estudos sobre Educação**, Presidente Prudente, v. 28, n. 1, p. 201–219, 2017. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br>. Acesso em: 14 jan. 2026.

Sampieri, R. H.; Collado, C. F. & Lucio, M. P. B. *Metodologia de pesquisa*. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

Silva, D. G. & Pereira, M. V. Radiações ionizantes em livros didáticos do nono ano do ensino fundamental. In: **ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC)**, 8., 2011, Campinas. *Anais...* Campinas: UNICAMP, 2011. Disponível em: https://abrapec.com/atas_enpec/viiienpec/resumos/R0029-2.pdf. Acesso em: 14 jan. 2026.