

RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA E SEUS EFEITOS NO CORPO HUMANO: UMA PROPOSTA PAUTADA NO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

Tonoli, F. N. A.¹, Erthal, J. P. C.²

¹ Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória – ES, flavianunesvni@gmail.com.

² Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre - ES, jperthal@gmail.com.

INTRODUÇÃO

O ensino de Ciências, em especial o ensino de Física no Ensino Fundamental, enfrenta o desafio de tornar conceitos abstratos e, muitas vezes, invisíveis aos sentidos, significativos para os estudantes. Entre esses conceitos, destacam-se as radiações eletromagnéticas, amplamente presentes no cotidiano por meio de tecnologias como telefones celulares, redes sem fio, fornos de micro-ondas, exames de raios X e a própria radiação solar. Embora essas radiações estejam intimamente ligadas à vida moderna, seus princípios físicos e seus efeitos sobre o corpo humano nem sempre são compreendidos de forma crítica e fundamentada pelos estudantes.

Nesse contexto, o Produto Educacional aqui apresentado foi desenvolvido no âmbito do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), com o objetivo de contribuir para a melhoria do ensino de Física no 9º ano do Ensino Fundamental II, por meio de uma Sequência de Ensino por Investigação (SEI) sobre o tema “Radiação Eletromagnética e seus Efeitos no Corpo Humano”. A proposta busca articular conceitos científicos fundamentais às situações reais vivenciadas pelos estudantes, promovendo uma aprendizagem significativa, contextualizada e socialmente relevante.

A fundamentação teórica do produto está ancorada no Ensino de Ciências por Investigação, conforme defendido por Carvalho (2013, 2015), que compreende o estudante como sujeito ativo no processo de construção do conhecimento. Nessa perspectiva, aprender Ciências envolve levantar hipóteses, investigar, discutir ideias, analisar evidências e construir explicações, em um ambiente que valoriza o diálogo e a argumentação científica. Complementarmente, a proposta dialoga com os pressupostos da alfabetização científica, conforme Sasseron (2008, 2012), entendida como a capacidade de utilizar conhecimentos científicos para interpretar o mundo, tomar decisões e posicionar-se criticamente frente a questões sociais e tecnológicas.

Também se apoia nas contribuições de Pozo e Gómez-Crespo (2009), que defendem um ensino de Ciências voltado para a compreensão significativa, superando práticas baseadas exclusivamente na memorização. Assim, o produto educacional articula dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais, favorecendo não apenas a compreensão dos conteúdos físicos, mas também o desenvolvimento de habilidades investigativas e a formação de atitudes responsáveis em relação à saúde e ao uso das tecnologias.

DESENVOLVIMENTO

Este produto é composto por 15 aulas e objetiva-se discutir em sala os conceitos relacionados à energia, propagação das ondas eletromagnéticas, amplitude, frequência, comprimento de onda, campos elétrico e magnético, espectro eletromagnético, radiações ionizantes e não ionizantes, radiação ultravioleta e raio X. Entre essas aulas, 10 aulas estão pautadas nos preceitos do ensino por investigação e são divididas em momentos contendo a atividade inicial, apresentação e resolução do problema, a sistematização e a contextualização.

Ele apresenta uma Sequência de Ensino por Investigação (SEI), tendo como eixo central o estudo das ondas eletromagnéticas e de suas interações com o corpo humano, com ênfase na radiação ultravioleta e nos raios X. A proposta foi construída para que os estudantes avancem gradativamente da mobilização de conhecimentos prévios até a construção de explicações mais elaboradas, fundamentadas em evidências científicas, promovendo a alfabetização científica e a conscientização em saúde.

Na Aula 1, intitulada “A radiação na perspectiva do estudante”, a turma foi organizada em grupos, denominados Heinrich Hertz, William Herschel, Wilhelm Röntgen e Johann Wilhelm Ritter, com o objetivo de levantar seus conhecimentos prévios, percepções e sentimentos relacionados ao tema radiação. Por meio do uso de slides e de ferramentas digitais, como a construção coletiva de uma nuvem de palavras no mentimeter, os estudantes expressaram o que conhecem ou acreditam conhecer sobre as radiações eletromagnéticas. Em seguida, um estudo de caso contextualizado, que aborda o uso excessivo de telefones celulares, foi apresentado com o intuito de estimular a formulação de hipóteses iniciais, promovendo o debate, a argumentação e a troca de ideias entre os grupos.

Na Aula 2, denominada “Fontes de radiação no cotidiano”, os estudantes realizam uma investigação do tipo não experimental, percorrendo a escola ou seus arredores para identificar equipamentos que emitem radiação eletromagnética. A atividade favorece a observação do cotidiano sob uma perspectiva científica, possibilitando a introdução e a diferenciação entre radiação ionizante e não ionizante, bem como a discussão sobre riscos e benefícios associados a cada tipo.

A Aula 3, com o título “Ondas em ação”, é dedicada ao estudo das características fundamentais das ondas, tais como comprimento de onda, frequência, amplitude e velocidade de propagação. Por meio do uso do simulador digital “Ondas em Corda”, disponível na plataforma *PhET Colorado*. Os estudantes manipulam diferentes variáveis, registram suas observações e testam hipóteses, estabelecendo relações entre frequência, comprimento de onda e velocidade de propagação.

Na Aula 4, de título “O espectro de ondas”, a partir da situação problema: *Como as características de uma onda (comprimento de onda, frequência, amplitude e velocidade) estão relacionadas entre*

si? Como isso nos ajuda entender a radiação eletromagnética?”, os estudantes constroem, em grupo, uma representação do espectro eletromagnético utilizando cards de palavras e imagens. Durante essa atividade, os grupos registram suas hipóteses e explicitam os critérios adotados para o posicionamento de cada tipo de onda eletromagnética no espectro. Essa proposta possibilita a compreensão da organização das diferentes radiações em função da frequência e da energia, além de favorecer a comparação entre ondas mecânicas e eletromagnéticas. Para aprofundar essa análise, utiliza-se o simulador interativo de Walter Fendt, que permite observar a propagação das ondas eletromagnéticas e o comportamento dos campos elétrico (E) e magnético (B). Ao longo da atividade, são formulados questionamentos com o objetivo de estimular o raciocínio investigativo e a elaboração de hipóteses pelos grupos, como, por exemplo: *quais diferenças podem ser identificadas na forma de propagação entre uma onda que necessita de um meio material e outra que se propaga no vácuo?*

As Aulas 5 e 6 são dedicadas ao estudo da radiação ultravioleta. Na Aula 5, intitulada “Radiação ultravioleta: para se proteger, é preciso conhecer”, a abordagem inicia-se com a apresentação de uma situação-problema contextualizada na realidade dos agricultores da comunidade em que a escola está inserida. A partir dessa problematização, são promovidas discussões orientadas por questionamentos que exploram os efeitos biológicos da radiação ultravioleta sobre a pele, destacando tanto seus benefícios quanto seus riscos à saúde. Como recurso didático, são apresentados vídeos e reportagens que retratam casos reais vinculados ao Programa de Assistência Dermatológica (PAD), desenvolvido pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), cujo objetivo é a prevenção do câncer de pele. A partir desse material, são conduzidos debates orientados que favorecem a reflexão crítica, a conscientização dos estudantes acerca do câncer de pele e a discussão sobre as principais medidas de prevenção e cuidado com a exposição solar.

A Aula 6, intitulada “Radiação ultravioleta e seus efeitos na pele”, configura-se como uma atividade de demonstração investigativa. A proposta inicia-se com a apresentação de uma situação-problema, a partir da qual os estudantes participam de uma discussão coletiva, compartilhando suas hipóteses e conhecimentos prévios. Em seguida, acompanham o desenvolvimento do experimento que utiliza uma lâmpada de luz negra e materiais fluorescentes, o que possibilita a observação, de forma segura, da interação da radiação ultravioleta com superfícies da pele protegidas e outras não protegidas. Durante a atividade, os estudantes registram suas observações em um roteiro entregue a cada grupo, favorecendo a organização das ideias e a análise dos resultados. Essa experiência permite a discussão de conceitos fundamentais, como o fator de proteção solar, os diferentes tipos de radiação ultravioleta (UVA, UVB e UVC) e as principais estratégias de proteção individual e coletiva frente à exposição à radiação ultravioleta.

As Aulas 7 e 8 são dedicadas ao estudo dos raios X. Na Aula 7 intitulada “O poder invisível dos raios X”, os estudantes analisam imagens radiográficas e levantam hipóteses sobre a formação das imagens e a interação da radiação com diferentes tecidos do corpo humano. Na sequência, participam de uma atividade experimental que simula a penetração da radiação em materiais com diferentes densidades. Após a realização do experimento, são promovidas discussões orientadas a partir de questionamentos investigativos, tais como: quais materiais permitiram maior passagem da radiação e quais a bloquearam com maior intensidade; por que os ossos aparecem mais claros e os músculos mais escuros nas radiografias; por que o técnico em radiologia utiliza avental de chumbo durante a realização dos exames; e se existem limites seguros de exposição aos raios X. Essas reflexões favorecem a compreensão dos princípios físicos envolvidos na formação das imagens radiográficas e na utilização segura dessa radiação.

A Aula 8 denominada como "Efeitos do Raio X no DNA" aprofunda a discussão sobre os efeitos biológicos da radiação ionizante nas moléculas de DNA do corpo humano, abordando limites de exposição, cuidados em exames médicos e a importância do uso consciente dessa tecnologia. Para o desenvolvimento da atividade, os estudantes, organizados em grupos, recebem uma representação da molécula de DNA. Inicialmente, realizam a identificação e a coloração das estruturas de acordo com cores previamente estipuladas. Em seguida, simulam danos genéticos provocados pela radiação ao cortar ou rasgar uma das ligações da molécula, representando a quebra do DNA. Posteriormente, os grupos tentam “reparar” a estrutura danificada e observam os resultados dessa intervenção. Após a realização da atividade, são promovidas discussões orientadas a partir de questionamentos investigativos, tais como: o que ocorreu com a estrutura do DNA após a exposição à radiação; de que forma o procedimento realizado representa danos genéticos; como esses danos podem se relacionar com mutações no DNA e com o desenvolvimento de doenças, como o câncer; e o que poderia acontecer caso uma célula sofresse esse tipo de dano repetidas vezes. Além disso, são apresentados casos hipotéticos, para resolução, com o objetivo de favorecer o raciocínio crítico, a argumentação científica e a contextualização social da ciência, estabelecendo conexões entre os conteúdos de Física e Ciências e os aspectos relacionados à saúde humana.

As Aulas 9 e 10, denominadas "Rotações por Estações", caracterizam-se como atividades de natureza não experimental e consistem na organização de quatro estações, cada uma contendo um desafio, recursos e propostas específicas. Essa metodologia tem como objetivo promover uma aprendizagem ativa, colaborativa e diversificada, além de desenvolver habilidades à investigação científica. Por meio dessa dinâmica, os estudantes são conduzidos à compreensão de conceitos associados às aplicações das radiações, seus efeitos no corpo humano, à descoberta dos raios X, bem como aos índices de radiação ultravioleta e às práticas de fotoproteção.

A organização das atividades ocorre da seguinte maneira: na Aula 9, os grupos 1 e 2 percorrem as estações 3 e 4, enquanto os grupos 3 e 4 realizam as atividades nas estações 1 e 2. Já na Aula 10, os grupos 1 e 2 passam pelas estações 1 e 2, enquanto os grupos 3 e 4 desenvolvem as atividades nas estações 3 e 4. Para cada estação, estima-se um tempo de aproximadamente 15 a 20 minutos, permitindo que os grupos explorem os materiais disponíveis, resolvam os desafios propostos e discutam coletivamente as questões apresentadas.

De acordo com a natureza das atividades de cada estação, estas podem ser organizadas em diferentes espaços da escola, como a sala de aula, a biblioteca ou o laboratório de informática, favorecendo a diversificação dos ambientes de aprendizagem e o engajamento dos estudantes.

As estações foram organizadas de modo a contemplar diferentes aspectos relacionados às radiações eletromagnéticas e seus impactos, conforme descrito a seguir.

Estação 1: Aplicações da radiação tem como objetivo possibilitar aos estudantes o reconhecimento e a identificação dos usos da radiação eletromagnética em diferentes áreas, como medicina, agricultura, indústria e tecnologia. O desafio proposto consiste em analisar distintas aplicações da radiação e identificar, por meio do preenchimento de uma tabela, o tipo de radiação envolvido em cada caso e sua respectiva área de utilização.

Estação 2: Efeitos da Radiação no corpo humano tem como foco a compreensão dos efeitos das radiações ionizantes e não ionizantes sobre a saúde. A atividade é desenvolvida por meio do *“Enigma do Mapa da Prevenção: Desvendando os Segredos da Radiação!”*, que propõe aos estudantes a resolução de desafios relacionados aos riscos, benefícios e medidas de prevenção associadas à exposição às radiações.

Estação 3: O mistério dos Raios X e a descoberta de Röntgen tem como objetivo promover uma compreensão investigativa sobre a descoberta dos raios X, destacando o impacto dessa descoberta para a ciência e para a medicina, bem como as principais características dessa radiação invisível. A atividade consiste na leitura de um texto do *Jornal do Nobel* (páginas 1 e 2), seguida da resposta a uma questão motivadora que dá início à investigação. Essa proposta permite aos estudantes reconhecerem que a descoberta dos raios X foi resultado de observação, investigação científica e da ocorrência de fenômenos inesperados.

Por fim, a Estação 4 – Proteção solar: mito ou necessidade? tem como objetivo estimular a reflexão sobre a importância da proteção contra a radiação ultravioleta (UV). A atividade envolve a leitura de textos informativos sobre a intensificação da radiação UV no Brasil, a necessidade do uso diário do protetor solar, os índices UV e a forma como são medidos. Após a leitura, cada grupo é desafiado a criar um slogan para uma campanha de prevenção do câncer de pele, promovendo a conscientização e o engajamento dos estudantes.

Na aula 11, denominada como "Sistematização da rotação por estações", os estudantes são convidados a organizar e sintetizar os conhecimentos construídos ao longo das Aulas 9 e 10. Para isso, é proposta aos grupos a elaboração de um infográfico informativo, recurso que possibilita a apresentação de informações de forma clara, objetiva e visualmente organizada. Essa atividade tem como objetivo integrar e conectar os conhecimentos adquiridos nas quatro estações, favorecendo a consolidação dos conceitos estudados e a articulação entre os diferentes conteúdos abordados.

A Aula 12 caracteriza-se pela realização de entrevistas com profissionais da área da saúde, nas quais os estudantes têm a oportunidade de explorar conhecimentos práticos relacionados à radiação ultravioleta e aos raios X. Essa atividade envolve a realização de entrevistas com um técnico em radiologia e uma médica dermatologista, com o objetivo de compreender como esses profissionais lidam cotidianamente com as radiações em seus ambientes de trabalho, bem como identificar os cuidados essenciais para a segurança e a preservação da saúde.

Além disso, a proposta busca desmistificar concepções equivocadas e ampliar a compreensão dos estudantes sobre os efeitos das radiações eletromagnéticas no corpo humano, aproximando os conhecimentos científicos discutidos em sala de aula da prática profissional e do contexto da saúde.

A Aula 13 é dedicada ao planejamento de uma campanha de conscientização, cujo objetivo é informar, sensibilizar e orientar a comunidade escolar acerca dos benefícios e dos riscos associados às radiações eletromagnéticas presentes no cotidiano, bem como promover a prevenção do câncer de pele. Para o desenvolvimento dessa atividade, os estudantes são organizados em pequenos grupos, de modo que cada grupo seja responsável por abordar aspectos específicos dos temas trabalhados ao longo das aulas.

Entre os conteúdos a serem contemplados estão a radiação ultravioleta, os raios X, a trajetória e as contribuições dos cientistas envolvidos na descoberta dessas radiações e as principais medidas de prevenção ao câncer de pele. Essa etapa favorece a integração dos conhecimentos científicos com ações de divulgação e conscientização, ampliando o alcance social da aprendizagem.

As Aulas 14 e 15 correspondem às etapas finais da Sequência de Ensino por Investigação (SEI), nas quais são realizadas a apresentação da campanha de conscientização elaborada pelos estudantes e a avaliação dos objetivos conceituais, procedimentais e atitudinais desenvolvidos ao longo das aulas. Além disso, são aplicados questionários com a finalidade de avaliar a implementação da SEI e analisar as contribuições da proposta para o processo de ensino e aprendizagem.

Ao longo de toda a sequência, a avaliação assume caráter formativo, sendo realizada por meio de registros escritos, formulários reflexivos, observação da participação dos estudantes, produções coletivas e individuais, além da análise das argumentações apresentadas. Dessa forma, o Produto

Educacional valoriza o processo de aprendizagem, respeitando os diferentes ritmos e promovendo a construção coletiva do conhecimento científico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A elaboração deste Produto Educacional evidencia o potencial do Ensino por Investigação como estratégia pedagógica para o ensino de Física no Ensino Fundamental. Ao colocar o estudante no centro do processo de aprendizagem, a Sequência de Ensino por Investigação favorece a construção de conhecimentos científicos de forma ativa, significativa e contextualizada.

A abordagem do tema “Radiação Eletromagnética e seus Efeitos no Corpo Humano” mostrou-se particularmente relevante por articular conceitos físicos abstratos a questões concretas de saúde e tecnologia, presentes no cotidiano dos alunos. A ênfase na radiação ultravioleta e nos raios X contribui para a alfabetização científica e para a formação de cidadãos mais conscientes e críticos.

Além disso, o produto educacional apresenta flexibilidade para adaptação a diferentes contextos escolares, respeitando as características das turmas e as condições materiais das escolas. O papel do professor como mediador do processo investigativo é central para o sucesso da proposta, sendo fundamental a condução cuidadosa das discussões, a valorização das hipóteses dos estudantes e o estímulo à argumentação científica.

Por fim, espera-se que este produto educacional possa contribuir para a prática docente, oferecendo subsídios teóricos e metodológicos para o ensino de Física por investigação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), à Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), ao Centro de Ciências Exatas da UFES, à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio institucional e acadêmico que possibilitou o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço, igualmente, à equipe gestora da EMEF Córrego São Paulo e aos estudantes participantes da pesquisa, cuja colaboração foi fundamental para a realização das atividades e para a construção dos resultados apresentados.

Registro, ainda, meus agradecimentos ao Prof. Dr. João Paulo Cassaro Erthal, pela valiosa contribuição na elaboração e aplicação das aulas que compõem este produto educacional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. O ensino de Ciências e a proposição de problemas. São Paulo: Cengage Learning, 2015.

POZO, Juan Ignacio; GÓMEZ-CRESPO, Miguel Ángel. A aprendizagem e o ensino de Ciências. Porto Alegre: Artmed, 2009.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica no ensino fundamental: estrutura e indicadores deste processo em sala de aula. São Paulo: 2008.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre Ciências da Natureza e linguagem. São Paulo: 2012.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. Revista Ensaio, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, p. 49–67, nov. 2015.