


PROPOSTA DE UMA UNIDADE DIDÁTICA INVESTIGATIVA SOBRE RADIAÇÕES ELETROMAGNÉTICAS

Me. Vinícius Spanhol Bordignon  0009-0007-5652-6123

Dra. Adriana Justin Cerveira Kampff  0000-0003-1581-1693
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

RESUMO: O ensino investigativo apresenta-se como uma alternativa para ultrapassar as barreiras impostas pela abordagem tradicional, de modo a promover a participação ativa e crítica dos estudantes nas discussões em aula. Neste sentido, o presente artigo apresenta uma proposta de unidade didática investigativa sobre radiações eletromagnéticas, a qual objetiva contextualizar essa temática, referente à Física Moderna e Contemporânea, com a realidade vivenciada pelos alunos. Para isso, elaboraram-se sequências de atividades a partir dos conhecimentos prévios desses estudantes, coletados por meio de questionário, a fim de proporcionar que suas percepções se tornem mais complexas, com o desenvolvimento de capacidade argumentativa. As sequências de atividades propostas estão associadas a conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, de forma a promover maior protagonismo aos estudantes na construção do conhecimento. Desse modo, espera-se contribuir para a alfabetização científica desses indivíduos, isto é, para a formação de cidadãos éticos e críticos, capazes de julgar os benefícios e os malefícios da aplicação de tecnologias na sociedade.

PALAVRAS-CHAVE: Unidade Didática Investigativa; Ensino por Investigação; Radiações Eletromagnéticas.

PROPOSAL OF AN INVESTIGATIVE DIDACTIC UNIT ON ELECTROMAGNETIC RADIATION

ABSTRACT: Inquiry based learning is an alternative to overcome the barriers imposed by the traditional teaching approach, in order to promote the active and critical participation of students in class discussions. In this perspective, this article presents a proposal for an investigative didactic unit on electromagnetic radiation, referring to Modern and Contemporary Physics, in order to contextualize this theme with the reality experienced by the students. For this, the previous knowledge of these students was collected through questionnaires and sequences of activities were elaborated, in order to provide that their perceptions become more complex, with the development of argumentative capacity. The proposed sequences of activities are associated with conceptual, procedural and attitudinal contents, in order to promote protagonism to students in the construction of knowledge. Thus, it is expected to contribute to the scientific literacy of these individuals, that is, to the formation of ethical and critical citizens, qualified to judge the benefits and harms of the application of technologies in society.

KEYWORDS: Investigative Didactic Unit; Inquiry Based Learning; Electromagnetic Radiation.



1 INTRODUÇÃO

Caracterizada pelo foco restrito à dimensão cognitiva, à transmissão de conteúdos de forma passiva e à capacidade de memorização do ser humano, a metodologia tradicional de ensino apresenta, habitualmente, longas aulas expositivas, com o foco centrado no docente. Na maior parte das vezes, os recursos utilizados, como o livro didático e as listas de exercícios, encontram-se descontextualizados da realidade dos estudantes, de modo que não promovem aprendizagem significativa (Hammel; Miyahara; Santos, 2019; Delord, 2020).

Para superar essa questão, Nóbrega Neto (2023, p. 19) discorre que devem ser desenvolvidas “[...] estratégias que os envolvam na temática abordada, de tal forma a garantir a participação, motivação, autonomia e ação reflexiva sobre o referido tema”. Para isso, é necessário fundamentar-se “[...] no pensamento crítico, sem prejuízo de o professor ir ajudando os alunos a ultrapassar as dificuldades conceituais, através de intervenções [...]” (Valadares, 2011, p. 39). Nesse contexto, Delord (2020) destaca a importância do método científico de investigação, o qual abrange as dimensões metacognitiva, psicomotora, ética e emocional do ser humano, promovendo protagonismo aos discentes.

No Ensino de Ciências da Natureza, mais especificamente no componente curricular de Física, percebe-se que “[...] ao mesmo tempo em que os alunos convivem com acontecimentos sociais significativos estreitamente relacionados com a ciência e a tecnologia, [...] recebem na escola um ensino de ciências que se mostra distante dos debates atuais” (Ricardo, 2010, p. 1). Nessa perspectiva, Dewey ressalta a importância da “experiência” para o ensino de Ciências. Contudo, essa “experiência” não se limita a atividades práticas em laboratório, compreendendo também as vivências dos estudantes. Essas vivências, por sua vez, são fundamentais para a elaboração de hipóteses sobre determinada temática e/ou para a resolução de determinado problema (Zômpero; Laburú, 2011).



Em vista disso, a fim de contribuir para a mudança de panorama no Ensino de Ciências da Natureza, mais especificamente no componente curricular de Física, busca-se desenvolver processos de aprendizagem sobre radiações eletromagnéticas fundamentados no ensino investigativo e na contextualização dessa temática com a realidade dos estudantes. Nesta perspectiva, apresenta-se uma proposta de unidade didática investigativa (UDI), composta por várias sequências de atividades, as quais podem ser aplicadas futuramente em turmas de 3º ano de Ensino Médio. Nas próximas seções, descrevem-se os principais preceitos teóricos utilizados para a concepção dessa UDI, bem como indica-se a estrutura das sequências de atividades elaboradas.

2 FÍSICA DAS RADIAÇÕES

Assim como as demais subáreas das Ciências Exatas, o componente curricular de Física costuma ser abordado de forma tradicional na Educação Básica, de modo que “são formados cidadãos que tratam os conhecimentos adquiridos em sala de aula como elementos estanques, incapazes de auxiliar na tomada de decisões no caso de problemas tecnológicos que de alguma forma estão associados a questões sociais amplas [...]” (Cardoso, 2017, p. 27).

Por consequência, essa situação também é verificada no ensino de radiações, uma vez que, conforme ressalta Prestes (2008), os livros didáticos abordam essa temática de forma isolada e descontextualizada. Este fato é paradoxal, visto que a adoção em massa de dispositivos dotados de tecnologia de comunicação sem fio (*Wi-Fi* e *Bluetooth*) demonstra o impacto que a Física das Radiações representa para a contemporaneidade (Sousa, 2009). Cardoso (2017, p. 45) complementa essa percepção, afirmando que “o planeta Terra é radioativo; o ar que respiramos, as ruas por onde andamos, a água que bebemos, enfim, toda matéria contém uma dose de radiação”.

Contudo, pelo uso de metodologias tradicionais de ensino na abordagem dessa temática, os estudantes não conseguem identificar a relevância desses tópicos, dada a ausência de associações entre os conceitos e suas aplicações em produtos tecnológicos



utilizados no cotidiano (Cardoso, 2017). Diante desse contexto, Souza (2022) destaca a necessidade de reavaliar a forma com a qual essa temática é trabalhada, no intuito de promover a formação básica em Física, bem como contextualizá-la com a realidade vivenciada pelos estudantes, tanto no ambiente acadêmico como em seu cotidiano. Neste sentido, a elaboração de uma UDI mostra-se uma alternativa interessante.

3 UNIDADE DIDÁTICA INVESTIGATIVA

De acordo com Zabala (2011, p. 18), uma unidade didática consiste em “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais [...]”. Ferreira et al. (2022, p. 2) acrescentam, discorrendo que, na elaboração desta unidade, o docente deve propor “[...] atividades desafiadoras aos alunos, valorizando seus conhecimentos prévios” e visando “[...] promover formas de os alunos investigarem problemas propostos, utilizando-se inclusive métodos de coleta e análise típicos da ciência”.

Assim, no ensino investigativo, o docente deve possibilitar

[...] condições em sua sala de aula para os alunos: pensarem, levando em conta a estrutura do conhecimento; falarem, evidenciando seus argumentos e conhecimentos construídos; lerem, entendendo criticamente o conteúdo lido; escreverem, mostrando autoria e clareza nas ideias expostas (Carvalho, 2018, p. 766).

Para isso, é necessário responder quatro problemas fundamentais: (1) O que ensinar?; (2) Para que ensinar?; (3) Como ensinar?; (4) O que e como avaliar? (Delord, 2020). Nessa perspectiva, a unidade didática investigativa deve possuir alguns elementos chave, como: (1) problematização; (2) formulação de hipóteses iniciais; (3) sistematização do conhecimento; (4) contextualização com a realidade vivenciada pelos estudantes; (5) desenvolvimento de capacidade argumentativa; (6) comunicação das conclusões obtidas e (7) avaliação das atividades realizadas (Carvalho, 2013; Brito; Fireman, 2016).

Nessa abordagem, portanto, ocorre a transformação não somente dos discentes (maior autonomia), como também dos docentes, que necessitam desenvolver habilidades



de questionamento, a fim de instigar e orientar a participação ativa e crítica dos estudantes nos processos de ensino e de aprendizagem (Maia; Silva, 2018).

3.1 Problematização, emoção e utilidade

Para a construção de uma UDI, é fundamental a apresentação de uma problematização significativa. Solino e Sasseron (2018, p. 111) afirmam que esse problema deve corresponder a “situações desafiadoras que envolvem fenômenos naturais ou científicos presentes no cotidiano dos estudantes e que despertem interesse, curiosidade e engajamento consciente deles na busca pela solução”. Perrenoud (2000) e Campos e Oliveira (2022) complementam que o uso de situações-problema permite que os estudantes relacionem seus conhecimentos prévios com novas aprendizagens, auxiliando-os a superar eventuais dificuldades.

Torna-se fundamental, também, fomentar a aprendizagem a partir do interesse e da curiosidade dos estudantes, de modo que eles possam reconhecer a finalidade do que se discute em sala de aula (Delord, 2020; Nóbrega Neto, 2023). Neste sentido, têm-se os conceitos de emoção e de utilidade.

A emoção pode ser representada por um vídeo, um caso ou um desafio. A utilidade, por sua vez, refere-se à importância e à relevância que a temática possui para a vida dos estudantes em sociedade (Delord, 2020). Baseando-se nesses princípios, a UDI favorece a construção do conhecimento ativo, isto é, aquele que parte do comum (conhecimentos prévios dos estudantes) e associa-se com o científico (Hammel; Miyahara; Santos, 2019).

3.2 Conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais

De acordo com Carvalho (2013, p. 18), uma UDI foca-se “[...] tanto no aprendizado dos conceitos, termos e noções científicas, como no aprendizado de ações, atitudes e valores próprios da cultura científica”. Brito e Fireman (2018) complementam, afirmando que, para ultrapassar o ensino tradicional, deve-se considerar três dimensões: (1) aprender



ciências; (2) aprender a fazer ciências e (3) aprender sobre ciências. Para cada uma dessas dimensões, têm-se um tipo de conteúdo: conceitual, procedimental e atitudinal.

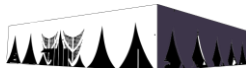
Os conteúdos conceituais referem-se àqueles relacionados ao saber, isto é, aos fatos e dados que possibilitam explicar o mundo. É importante que os estudantes não apenas memorizem nomenclaturas, mas que consigam descrever o conceito e a sua importância para a vida em sociedade. Assim, os conceitos são construídos de forma elaborada e significativa (Pozo; Crespo, 2009; Delord, 2020).

Os conteúdos procedimentais, por sua vez, correspondem ao desenvolvimento de técnicas e/ou estratégias para determinado fim, envolvendo ações intelectuais e/ou psicomotoras (saber pensar e saber fazer). Entre as atividades relacionadas a este tipo de conteúdo, destacam-se a formulação de hipóteses/problemas e a utilização de instrumentos específicos (Pozo; Crespo, 2009; Delord, 2020).

Por fim, os conteúdos atitudinais estão relacionados a valores, atitudes e normas, isto é, às dimensões ética e emocional do conhecimento (saber atuar). Por esse motivo, associam-se com a atividade fim de educação, ou seja, o desenvolvimento da criticidade nos estudantes. Normalmente, são objetivos que o docente deseja atingir a partir das atividades propostas em aula (Pozo; Crespo, 2009; Delord, 2020).

De modo geral, o ensino tradicional considera que a abordagem de conteúdos conceituais é suficiente para a formação do indivíduo (Brito; Fireman, 2018). Silva (2015) argumenta que a ausência de conteúdos procedimentais e atitudinais ocorre em função da dificuldade na definição de critérios de avaliação por parte dos docentes, quando comparado aos conteúdos conceituais.

Para trabalhar com as três dimensões de conteúdos, o docente deve estabelecer relações entre eles, a partir de atividades estruturadas e interligadas, uma vez que a aprendizagem ocorre de forma integrada. Assim, contrapõe-se ao modelo fragmentado do conhecimento, característico do ensino tradicional. Para isso, torna-se essencial a elaboração de perguntas-chave vinculadas a cada um dos conteúdos, de modo a guiar o



processo de investigação e, assim, favorecer a aprendizagem (Delord, 2020; Nascimento; Veras; Farias, 2022).

3.3 Coleta e análise das percepções dos estudantes

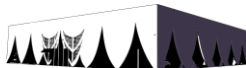
Nóbrega Neto (2023, p. 28) discorre que “[...] não se pode ensinar Ciências sem considerar os conhecimentos prévios dos alunos e/ou contextualizar os conteúdos com as suas realidades”. Muniz (2013, p. 21-22) acrescenta, afirmando que “o professor deve escutar a leitura de mundo do aluno. Ignorando essa leitura, ele está ignorando o conhecimento social e cultural que o aluno possui [...]”.

Portanto, conhecer e analisar as hipóteses iniciais dos estudantes pode ser considerado o ponto de partida para a construção do conhecimento. O ensino deve ser realizado com base nestas ideias, e não diretamente nos conhecimentos científicos. Busca-se, assim, uma adaptação do conhecimento científico ao nível de desenvolvimento dos estudantes, de modo a levar suas hipóteses iniciais a um nível mais complexo (Delord, 2020).

Muniz (2013, p. 22) complementa, afirmando que o novo aprendizado será “[...] construído tanto pelo aluno quanto pelo professor, que terá que reformular sua explicação a partir do que escutou do educando”. Freire (2011, p. 111) complementa “[...] é escutando que aprendemos a falar com eles”.

É importante ressaltar que essas ideias dos estudantes não se referem a memorizações de conteúdos de cursos e/ou componentes curriculares anteriormente realizados, mas às percepções espontâneas que são construídas em seu cotidiano. A partir de uma análise criteriosa das hipóteses iniciais, é possível, por exemplo, relacionar as sequências de atividades da UDI aos obstáculos de aprendizagem identificados (Delord, 2020).

Uma das formas mais utilizadas para realizar esta análise consiste na elaboração de questionários *a priori* (inicial) e *a posteriori* (final), a fim de identificar, respectivamente, as concepções prévias dos estudantes e as mudanças de percepções a partir da sequência



de atividades investigativas propostas. As respostas desses questionários não necessitam ser apenas em formato de texto, sendo permitida a elaboração de esquemas e de desenhos (Giordan; Guimarães; Massi, 2012; Fiuza, 2016; Delord, 2020).

Após a aplicação do questionário *a priori*, deve-se categorizar as respostas dos estudantes em nível crescente de complexidade, de forma que se destaque a essência de cada percepção. Um recurso que pode ser utilizado é a escada, a qual representa graficamente a escala de complexidade das respostas para determinada questão. Esta escada também pode ser compreendida como uma metáfora sobre a forma com a qual ocorre a aprendizagem, com subidas graduais de níveis, à medida que são superados os obstáculos que se apresentam (Delord, 2020).

Para avaliar as ideias contidas em cada resposta, o docente pode utilizar, por exemplo, uma escada com 4 degraus, na qual a resposta mais adequada encontra-se no topo. O nível 1, por sua vez, representa a maior demanda por intervenção docente (Delord, 2020). Em seu trabalho, Campos e Oliveira (2022) utilizaram uma metodologia de avaliação semelhante, categorizando as respostas dos questionários em quatro grupos: (1) resposta satisfatória (RS); (2) resposta pouco satisfatória (RPS); (3) resposta insatisfatória (RI) e (4) Não respondeu (NR).

3.4 Avaliação da sequência didática

É fundamental que a avaliação seja compreendida como algo que transcende a simples atribuição de uma nota. Nesta percepção, de caráter qualitativo, busca-se a obtenção de informações acerca dos processos de ensino e de aprendizagem, ou seja, os avanços, os obstáculos e as conquistas. Assim, a avaliação dos estudantes torna-se formativa e processual, isto é, todas as atividades realizadas são consideradas na atribuição da nota final, de modo a valorizar tanto os êxitos obtidos quanto as dificuldades identificadas. Para isso, a diversificação dos instrumentos de avaliação torna-se essencial (Delord, 2020).



Deve-se, também, avaliar as sequências de atividades propostas, assim como o próprio docente. Nesse sentido, o Ciclo de Melhora em Aula apresenta-se como um recurso interessante. Por meio dele, o docente pode descrever o desenho de uma UDI (modelo ideal) e contrastá-lo com as situações que ocorreram durante a realização das sequências de atividades (modelo real), considerando tanto os relatos dos estudantes quanto suas anotações em diários de campo. Desse modo, é possível identificar os ajustes necessários, a fim de promover melhorias em sua prática docente, criando o chamado “modelo possível de ensino”, baseado no modelo ideal e adaptado às situações reais. Esse ciclo pode possuir várias versões, sendo remodelado toda vez que a avaliação indicar um desempenho insatisfatório da sequência de atividades proposta. Assim, incorporam-se à prática docente os procedimentos investigativos (Delord, 2020).

4 PROPOSTA DE ENSINO

Nesta seção, descrevem-se as principais etapas da UDI proposta, desenvolvidas sob luz do referencial teórico apresentado nas seções 2 e 3. Em cada item, busca-se justificar as escolhas adotadas, visando proporcionar a alfabetização científica dos estudantes.

Entende-se que esta UDI possa ser aplicada futuramente em turmas do 3º ano de Ensino Médio, uma vez que, conforme a Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2017, p. 555) apresenta, é desejável que os estudantes concluintes dessa etapa da Educação Básica possuam a habilidade de “utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, na indústria e na geração de energia elétrica”.

4.1 Delimitação da temática e da questão problematizadora

Erthal e Linhares (2008) dissertam sobre a importância do estudo das radiações, visto que a maior parte da população possui uma opinião negativa acerca de suas aplicações no cotidiano. Cardoso (2017) ressalta que a maior parte dos indivíduos que



possuem essa opinião citam os acidentes radiológicos para fundamentá-la. Muniz (2013, p. 16) acrescenta que “o fato de ser algo invisível a olho nu causa certa rejeição natural das pessoas [...]. Por muitas vezes, o tema é abordado de uma maneira em que a radiação é maléfica e, então, a rejeição se transforma em medo”. Assim, Campos e Oliveira (2022) destacam a importância da abordagem investigativa sobre essa temática, a fim de proporcionar aos estudantes condições para identificar os riscos e os benefícios decorrentes de sua utilização na sociedade.

Após a definição da temática a ser abordada, é fundamental delimitá-la, isto é, definir algum aspecto considerado mais importante para ser trabalhado com maior detalhamento (Delord, 2020). No caso desta UDI, selecionou-se as radiações eletromagnéticas, uma vez que elas são fundamentais para inúmeros avanços tecnológicos identificados na sociedade, na medicina e na ciência.

Em relação à questão problematizadora, selecionaram-se uma emoção e uma utilidade para essa temática, no intuito de despertar a curiosidade e o interesse dos estudantes. Para a emoção, buscou-se contrapor a ideia de senso comum de que o uso da radiação é prejudicial à saúde, por meio do questionamento: *Em quais situações a radiação pode ser benéfica para a sociedade?* Já para a utilidade, objetivou-se aproveitar a associação corriqueira entre o conceito de radiação e os acidentes radiológicos para enfatizar a importância do uso de equipamentos de proteção individual (EPIs), por exemplo. Para isso, propôs-se a seguinte pergunta: *É possível morar e/ou visitar um local contaminado pela radiação?* O Quadro 1 apresenta, de forma resumida, o tema, a delimitação, a emoção e a utilidade definidas para a UDI.

Quadro 1: Tema, delimitação, emoção e utilidade da UDI desenvolvida

Tema	Estudo das Radiações
Delimitação	Radiações Eletromagnéticas
Emoção	Em quais situações a radiação pode ser benéfica para a sociedade?
Utilidade	É possível morar e/ou visitar um local contaminado pela radiação?

Fonte: Autoria Própria (2023).



3.2 Conteúdos da UDI: perguntas-chave e mapa

Foram elaboradas perguntas-chave para cada uma das três dimensões de conteúdo (conceitual, procedimental e atitudinal). Posteriormente, cada um desses questionamentos foi utilizado para a elaboração das situações-problema das sequências de atividades, seguindo as orientações de Campos e Oliveira (2022). O Quadro 2 apresenta as perguntas-chave vinculadas aos conteúdos da UDI.

Quadro 2: Perguntas-chave vinculadas aos conteúdos da UDI

Conteúdos	Perguntas
Conceituais	Ao ouvir falar sobre radiações, qual é a primeira situação que lhe vem à mente? Em sua opinião, todas as radiações possuem os mesmos efeitos sobre os seres vivos? Em quais locais/ambientes você acha que está exposto a alguma fonte de radiação?
Procedimental	Como saber se uma pessoa ou ambiente está contaminada (o) pela radiação?
Atitudinal	Como me proteger das radiações provenientes das inovações tecnológicas?

Fonte: Autoria Própria (2023).

De acordo com Delord (2020), deve-se utilizar uma estratégia diferenciada para aplicar as perguntas-chave aos estudantes. Nesse sentido, o uso de ilustrações pode ser considerado importante, a fim de evitar que o questionário seja associado a uma prova. Adicionalmente, não devem ser solicitadas definições e/ou conceitos. As Figuras 1, 2, 3, 4 e 5 mostram a forma com a qual as perguntas-chave relacionadas aos conteúdos da UDI podem ser apresentadas aos estudantes.

Figura 1: Primeira questão de conhecimentos conceituais
Questionário de Ideias Iniciais

Você deve responder este questionário conforme seus conhecimentos atuais. Não se preocupe com "respostas certas"!

1.



Ao ouvir falar sobre radiações, qual é a primeira situação que lhe vem à mente?

Fonte: Autoria Própria (2023).



Figura 2: Segunda questão de conhecimentos conceituais

2.



Em sua opinião, todas as radiações possuem os mesmos efeitos sobre os seres vivos?

Fonte: Autoria Própria (2023).

Figura 3: Terceira questão de conhecimentos conceituais

3.



Em quais locais/ambientes você acha que está exposto a alguma fonte de radiação?

Fonte: Autoria Própria (2023).

Figura 4: Primeira questão de conhecimentos procedimentais

4.



Como saber se uma pessoa ou ambiente está contaminada (o) pela radiação?

Fonte: Autoria Própria (2023).



Figura 5: Primeira questão de conhecimentos atitudinais

5.

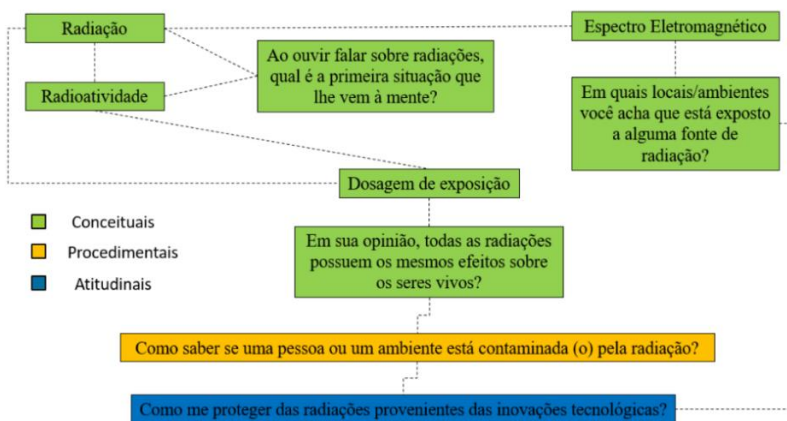


Como me proteger das radiações provenientes das inovações tecnológicas?

Fonte: Autoria Própria (2023).

Para promover a relação entre esses questionamentos (e, conseqüentemente, entre os conteúdos), pode se utilizar o mapa de conteúdos, o qual representa, de forma gráfica (linhas e/ou palavras de ligação) como ocorre esta integração. A Figura 6 mostra o mapa de conteúdo da UDI.

Figura 6: Mapa de Conteúdo para a UDI desenvolvida



Fonte: Autoria Própria (2023).

3.3 Sequências de atividades

Ferreira et al (2022, p. 3) argumentam que as atividades devem ser elaboradas “[...] tendo em vista dar condições aos alunos de expor seus conhecimentos prévios, discuti-los



com os colegas e com o professor, passando do conhecimento espontâneo ao científico”. Para isso, os mesmos autores ressaltam que “[...] é preciso uma atividade de sistematização coletiva do conhecimento, momento em que há uma interação discursiva entre os estudantes” (Ibid, 2022, p. 4).

Para o docente mediar essa discussão e/ou realizar uma intervenção para possibilitar a aprendizagem dos estudantes, têm-se as sequências de atividades, nas quais são abordadas perguntas e/ou experiências necessárias para que os estudantes avancem no sentido de superar os obstáculos de aprendizagem, transformando, assim, suas hipóteses iniciais em ideias mais complexas. Nessa perspectiva, torna-se fundamental adotar um método específico para abordar cada uma das perguntas-chave associadas aos conteúdos. Os Quadros 3, 4, 5, 6 e 7 apresentam as sequências de atividades da UDI, considerando as perguntas-chave, as estratégias de coleta das ideias dos alunos (IA), as atividades de contraste (AC), o registro das conclusões (CON) e a forma de comunicação dos resultados obtidos (COM).

Quadro 3: Sequência de atividades para a pergunta conceitual número 1

PC1	IA	AC	CON	COM
Ao ouvir falar sobre radiações, qual é a primeira situação que lhe vem à mente?	Nuvem de palavras a partir de respostas individuais	Investigação de casos de aplicações de radiação	Registro de informações a partir de uma ficha de atividades	Elaboração de mapa mental coletivo a partir das atividades realizadas

Fonte: Autoria Própria (2023).

Quadro 4: Sequência de atividades para a pergunta conceitual número 2

PC2	IA	AC	CON	COM
Em sua opinião, todas as radiações possuem os mesmos efeitos sobre os seres vivos?	Apuração das percepções dos estudantes a partir das respostas individuais do questionário (dinâmica de “eleições”)	Investigação sobre irradiação, contaminação e penetração das radiações	Elaboração de uma tabela de conclusões, em pequenos grupos	Construção conjunta de paralelo entre os conteúdos investigados

Fonte: Autoria Própria (2023).

Quadro 5: Sequência de atividades para a pergunta conceitual número 3



PC3	IA	AC	CON	COM
Em quais locais/ambientes você acha que está exposto a alguma fonte de radiação?	Mapa mental coletivo	Investigação sobre radiações eletromagnéticas	Construção de um esquema com aplicações das radiações eletromagnéticas	Reelaboração do mapa mental inicial a partir das atividades realizadas

Fonte: Autoria Própria (2023).

Quadro 6: Sequência de atividades para a pergunta procedimental número 1

PP1	IA	AC	CON	COM
Como saber se uma pessoa ou ambiente está contaminada (o) pela radiação?	<i>Brainstorming</i> (tempestade de ideias)	Investigação de acidentes radioativos (Ex.: Césio 137 e Chernobyl)	Registro de informações a partir de uma ficha de atividades	Apresentação dos achados para os colegas de turma

Fonte: Autoria Própria (2023).

Quadro 7: Sequência de atividades para a pergunta atitudinal número 1

PA1	IA	AC	CON	COM
Como me proteger das radiações provenientes das inovações tecnológicas?	Leitura e debate inicial das respostas individuais do questionário, selecionadas aleatoriamente (dinâmica da caixa)	Exibição de vídeos sobre os impactos do uso exagerado do celular e dos aparelhos eletrônicos na saúde humana	Registro das reflexões realizadas a partir dos vídeos	Debate de comparações de ideias

Fonte: Autoria Própria (2023).

3.4 Questionário final: avaliação da aprendizagem e da unidade didática investigativa

Após a realização das sequências de atividades dos Quadros 3, 4, 5, 6 e 7, propõe-se a aplicação de um questionário *a posteriori*, no qual seja possível identificar a modificação das percepções dos estudantes acerca da temática de radiações eletromagnéticas. Para isso, a maior parte das perguntas do questionário *a priori* devem ser replicadas, de modo que seja possível verificar aqueles estudantes que transformaram sua hipótese inicial em uma ideia mais complexa, isto é, subiram de nível na escada de aprendizagem.

Essa estratégia é fundamentada por Delord (2020) e Campos e Oliveira (2022), a fim de identificar as contribuições da UDI para o desenvolvimento da alfabetização científica



dos estudantes. Caso seja identificado um número reduzido de subidas de nível, deve-se reavaliar a sequência de atividades, especialmente a atividade de contraste. Assim, verifica-se a eficácia das diferentes atividades propostas, bem como as eventuais oportunidades de melhorias.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A unidade didática proposta, elaborada com base nos princípios do ensino investigativo e referente à temática de radiações eletromagnéticas, busca contribuir para a alfabetização científica dos estudantes, de modo a ultrapassar os obstáculos estabelecidos pela abordagem tradicional de ensino e, assim, promover a participação ativa e crítica dos estudantes em aula e na sociedade.

Diante da importância das radiações para os avanços tecnológicos presentes na sociedade, entende-se que a utilização de sequências de atividades associadas com as três dimensões de conteúdos (conceituais, procedimentais e atitudinais) possibilita a aproximação dessa temática com a realidade vivenciada pelos estudantes. Para isso, é fundamental o conhecimento e a utilização de suas hipóteses iniciais, as quais podem ser coletadas por meio de questionários. Com essa estratégia, a unidade didática oportuniza aos estudantes a possibilidade de transformar essas hipóteses em argumentações mais complexas.

Por fim, destaca-se que a UDI proposta pode ser aplicada futuramente em turmas do 3º ano do Ensino Médio, visto que a Base Nacional Comum Curricular indica a necessidade de que os estudantes concluintes dessa etapa da Educação Básica sejam capazes de utilizar o conhecimento sobre as radiações para avaliar criticamente os benefícios e os malefícios de sua utilização em equipamentos tecnológicos



REFERÊNCIAS

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria da Educação Básica, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/a-base>. Acesso em 13 dez. 2023.

BRITO, L. O. de; FIREMAN, E. C. Ensino de ciências por investigação: uma estratégia pedagógica para promoção da alfabetização científica nos primeiros anos do Ensino Fundamental. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 18, p. 123-146, jan./abr. 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/mhnc5kG5WVLGNZMsBwwVbBJ/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 31 jan. 2024.

BRITO, L. O. de; FIREMAN, E. C. Ensino de ciências por investigação: uma proposta didática “para além” de conteúdos conceituais. **Experiências em Ensino de Ciências**, [S.l.], v. 13, n. 5, p. 462-479, 2018. Disponível em: https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID552/v13_n5_a2018.pdf. Acesso em: 31 jan. 2024.

CAMPOS, L.; SANTANA BATISTA DE OLIVEIRA, G. Ensino de Física usando situações-problema sobre uso de radiações ionizantes para o diagnóstico do câncer de mama. **Scientia Plena**, [S. l.], v. 18, n. 8, p. 1-14, 2022. DOI: 10.14808/sci.plena.2022.084807. Disponível em: <https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/6452>. Acesso em: 31 jan. 2024.

CARDOSO, S. P. **Física das radiações**: um enfoque CTS para alunos do Ensino Médio da área industrial. 2017. 251f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

CARVALHO, A. M. P. de. Fundamento teóricos e metodológicos do ensino por investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação e Ciências**, [S.l.], v. 18, n. 3, p. 765-794, set./dez. 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4852>. Acesso em: 31 jan. 2024.

CARVALHO, A. M. P. de. O ensino de ciências e a preposição de sequências investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. de. (ORG.). **Ensino de Ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 1-20.

DELORD, G. **Investigar en la clase de Ciencias**. 1. ed. Madrid: Ediciones Morata, 2020.



ERTHAL, J. P. C.; LINHARES, M. P. Proposta de ensino de tópicos sobre radiações eletromagnéticas para o Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S.l.], v. 25, n. 2, p. 247-265, 2008. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2008v25n2p247>. Acesso em: 31 jan. 2024.

FERREIRA, R. R. *et al.* Análise de uma proposta de sequência de ensino investigativa sobre o tema radiação ultravioleta. **Research, Society and Development**, [S.l.], v. 11, n. 10, p. 1-12, 2022. Disponível em : <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/28666>. Acesso em: 31 jan. 2023.

FIUZA, G. S. **Radiações ionizantes e radiações não ionizantes no Ensino Médio**. 2016. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física) - Fundação Universidade de Rio Grande, Rio Grande, 2016.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 2011.

GIORDAN, M.; GUIMARÃES, Y. A. F.; MASSI, L. Uma análise das abordagens investigativas de trabalhos sobre sequências didáticas: tendências no Ensino de Ciências. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 8. E Congresso Iberoamericano de Educação em Ciências, 1., 2012, Campinas. **Atas [...]**. Rio de Janeiro: ABRAPEC, 2012. p. 1-12.

HAMMEL, C.; MIYAHARA, R. Y.; SANTOS, S. A. dos. O estudo do espectro eletromagnético: o ensino através de uma sequência didática – UEPS. **Revista Dynamis**, [S.l.], v. 25, n. 3, p. 26-37, nov. 2019. Disponível em: <https://bu.furb.br/ojs/index.php/dynamis/article/view/8475>. Acesso em: 31 jan. 2024.

MAIA, M. I. M. C. C.; SILVA, F. A. R. **Atividades investigativas de Ciências no Ensino Fundamental II: um estudo sobre aprendizagem científica**. 1. ed. Curitiba: Appris, 2018.

MUNIZ, M. C. **O Ensino de Física das Radiações no Nível Médio: uma proposta de sequência didática**. 2013. Monografia (Licenciatura em Física) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2013.

NASCIMENTO, T. dos S.; VERAS, K. M.; FARIAS, I. M. S. de. Sequência didática investigativa para o ensino de ciências no pós-pandemia. **Epistemologia e Práxis Educativa – EPEduc**, [S.l.], v. 5, n. 3, p. 1-16, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufpi.br/index.php/epeduc/article/view/3735>. Acesso em: 31 jan. 2024.



NÓBREGA NETO, I. B. da. **Radiação ultravioleta no Ensino de Física: uma abordagem didática investigativa.** 2023. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2023.

PERRENOUD, P. **Dez novas competências para ensinar.** Porto Alegre: Artmed, 2000.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. A. **Aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico.** 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

PRESTES, M. **O Ensino de Física das Radiações: contribuições da educação ambiental.** 2008. 193 f. Dissertação (Mestrado em Educação Ambiental) – Universidade Federal de Rio Grande, Rio Grande, 2008.

RICARDO, E. C. Problematização e contextualização no Ensino de Física. *In*: RICARDO, E. C. **Ensino de Física.** São Paulo: Cengage Learning, 2010. p. 29-48.

SILVA, D. K. S. da. **O desenvolvimento de conteúdos procedimentais e atitudinais por meio do ensino por investigação em uma unidade didática sobre densidade.** 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Naturais) – Universidade de Brasília, Planaltina, 2015.

SOLINO, A. P.; SASSERON, L. H. Investigando a significação de problemas em sequências de ensino investigativas. **Investigações em Ensino de Ciências, [S.l.]**, v. 23, n. 2, p. 104-129, ago. 2018. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/995>. Acesso em: 31 jan. 2023.

SOUSA, W. B. de. **Física das Radiações: uma proposta para o Ensino Médio.** 2009. 248f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

SOUZA, D. A. Currículo e Abordagens de Ensino para a Física no Curso Técnico Integrado em Edificações do Instituto Federal da Bahia a partir das Bases Teóricas da EPT. **Educitec – Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, Manaus, v. 8, e189322, jan./dez. 2022. Disponível em: <https://sistemascmc.ifam.edu.br/educitec/index.php/educitec/article/view/1893>. Acesso em: 31 jan. 2024.

VALADARES, J. A teoria da aprendizagem significativa como teoria construtivista. **Aprendizagem Significativa em Revista, [S.l.]**, v. 1, n. 1, p. 36-57, 2011. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID4/v1_n1_a2011.pdf. Acesso em: 31 jan. 2024.



ZABALA, A. **Prática Educativa**: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 2011.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de Ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio: pesquisa em educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 67-80, set. 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/LQnxWqSrmzNsrRzHh3KJYbQ/abstract/?lang=pt#>. Acesso em: 31 jan. 2024.

Recebido em: 30-09-2023

Aceito em: 31-01-2024

