

Uma proposta de sequência didática para o ensino de comunicações móveis celulares, integrando conceitos de física do Ensino Médio

 <https://doi.org/10.56238/sevened2024.009-031>

Angeli Ester Barbosa Leite

Grau de formação mais alto: Graduação (Engenharia de Telecomunicações) Instituição acadêmica: UFRN

Fred Sizenando Rossiter Pinheiro

Grau de formação mais alto: Doutorado PHD (Engenheiro Eletricista) Instituição acadêmica: UFRN (Professor)

Gutembergue Soares da Silva

Grau de formação mais alto: Doutorado Instituição acadêmica: UFRN (Professor)

Victor Matheus Souza Silva

Grau de formação mais alto: Graduação (Engenharia de Telecomunicações) Instituição acadêmica: UFRN

RESUMO

Desenvolver e implementar propostas didáticas para impulsionar o Sistema Educacional do Ensino Médio são ações de suma importância que podem ser realizadas por toda a comunidade. Assim, propôs-se uma Sequência Didática fundamentada nos princípios da Aprendizagem Significativa, com foco no ensino do conteúdo de Sistema Móvel Celular (Serviço Móvel Pessoal na definição oficial da ANATEL), relacionando-o com o conteúdo de Ondas Eletromagnéticas da disciplina de Física no Ensino Médio. A Sequência Didática, alinhada aos documentos oficiais que norteiam a educação básica brasileira, é um recurso instrucional para o ensino contextualizado da disciplina de Física e o intuito de sua elaboração foi contribuir de forma participativa com Ensino Médio brasileiro. Ademais, a Sequência Didática, foi ministrada em turmas do Ensino Médio da Escola Estadual Myriam Coeli, localizada em Natal-RN.

Palavras-chave: Sequência Didática, Sistema Móvel Celular, Física, Ensino Médio.



1 INTRODUÇÃO

Levantamentos que comprovam o déficit no ensino-aprendizagem em escolas, em especial nas disciplinas que envolvem cálculo, assim como, alunos ingressantes em cursos de exatas com déficit em conteúdos de física e matemática, são temáticas amplamente estudadas em pesquisas e divulgadas na literatura (TONIN, 2017). Nesse viés, é primordial que, além de testificar esses fatos, hajam iniciativas para mitigar tal problema. Devendo-se considerar que a contribuição da comunidade acadêmica na formação educacional de indivíduos, com o intuito de minimizar a dificuldade que os discentes possuem nos ciclos iniciais dos cursos de exatas, pode ser inicializada na fase escolar, visando que, ao se fazer presente na vida escolar do jovem no ensino médio, a comunidade acadêmica é capaz de corroborar para que o estudante tenha um maior preparo em seguir na carreira de engenharia, consolidando conhecimentos de forma contextualizada (BARROS et al. 2012).

Nessa perspectiva, propôs-se uma Sequência Didática (SD), direcionada a alunos do Ensino Médio, que foi ministrada a um grupo de estudantes da rede pública de ensino do estado do Rio Grande do Norte. E teve o intuito de exemplificação de como assuntos do segundo grau, podem ser repassados aos estudantes de forma contextualizada com aplicabilidades vistas no dia a dia e estudadas com maior profundidade no ensino superior. Para a construção da Sequência Didática foi escolhido o tema de Sistema Celular em Telecomunicações, já que, a telefonia móvel celular é um dos serviços mais crescentes no mundo (Newton; Helou; Gualter, 2019) e os jovens são consumidores ávidos dos celulares e das tecnologias associadas a eles (LIMA, 2006).

Além disso, o tema está presente nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+), em que, é sugerido o ensino de dispositivos da telefonia celular, descrevendo as antenas como bons exemplos para explicar a modulação, emissão e recepção de ondas. Outrossim, o tema também é encontrado no Referencial Curricular do Ensino Médio Potiguar, documento baseado nas Orientações Curriculares para a Educação Básica. O Referencial apresenta a matriz curricular do componente de Física e entre as habilidades esperadas do aluno, se traz a de reconhecer os fenômenos ondulatórios, acompanhados das condições necessárias para sua ocorrência, sendo o objetivo do conhecimento dessa vertente o assunto de Ondas. Por fim, a sugestão didática apresentada pelo documento é a discussão sobre o Sistema Celular.

O documento das Orientações Curriculares para a Educação Básica relata que é de suma importância os educadores entenderem as propostas de temas estruturados, como a descrita, trazida pela PCN+, assimilando-as e criando projetos pedagógicos consistentes, alinhados com a sua instituição de ensino, suas circunstâncias e oportunidades de implementação. Dessa forma, a SD apresentada propôs, uma forma de ensinar princípios físicos, de forma associada ao Sistema Celular - que consiste em Estações móveis, Estações Rádio-Base e uma Central de Comutação Móvel (RAPPAPORT, 2008) - visto no curso de Engenharia de Telecomunicações.

Sabendo que a ascensão da ciência requer regras e métodos que objetivam novos saberes (MASSON, 2005), a elaboração da Sequência Didática escrita, teve por fundamento A Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel, que é direcionada para a aprendizagem em sala de aula. Para mostrar como ocorre a aprendizagem escolar, Ausubel a separou em aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa (PELIZZARI *et al.*, 2002). Definiu que a aprendizagem mecânica é armazenada no cognitivo humano de maneira arbitrária, sem que haja uma atribuição de significado. Já a aprendizagem significativa ocorre quando uma nova informação é atrelada a um conhecimento que o indivíduo já possuía em seu cognitivo, conseguindo dessa maneira, adquirir significado ao conhecimento e construir uma hierarquia conceitual (MOREIRA, 1999). Assim, se propôs uma maneira de aprendizagem significativa, com assimilação de conteúdo.

Nessa linha de raciocínio, a Teoria de Aprendizagem Significativa, mostra que o estudante deve ter em sua estrutura cognitiva algum conhecimento prévio de determinado assunto para que possa ancorar novos saberes relacionados (SILVA; PÉREZ, 2018), assim, o estudo do Sistema Móvel Celular é relevante, pois faz parte da vivência do aluno, sendo uma ferramenta para sua comunicação, interação social e acesso à informação (LIMA, 2006). Nesse sentido, ao reconhecer e valorizar os conhecimentos prévios que os alunos trazem consigo para a escola – os quais não devem ser subestimados, dada a sua facilidade de acesso à informação – se desperta o interesse dos estudantes em perceber a importância e a eficácia da ciência em seu cotidiano (CELEDÔNIO, 2016).

Outrossim, outro aspecto trazido por Ausubel aponta que o material utilizado para aula deve ser potencialmente significativo (MOREIRA, 1999), devendo ter aplicabilidade no contexto de vida do aluno, fornecendo exemplos, analogias e ilustrações (MOREIRA; MASINI, 2011). Assim, foi apresentado de maneira contextualizada fundamentos da Física com aspectos da cobertura celular, propagação e transmissão/recepção de sinais. Usando para exemplificação torres de celular, estações rádio-base, antenas e equipamentos de transmissão que estão geograficamente perto do estudante e/ou que fazem parte do seu campo de vivência.

Dessa forma, ao utilizar exemplos locais, os alunos conseguem relacionar de maneira mais direta os conceitos abordados com sua própria realidade e contexto (BRASIL, 2006). Isso torna o conteúdo mais significativo e relevante para eles, facilitando a compreensão. Além disso, exemplos próximos dos estudantes permitem que eles visualizem de forma concreta como as tecnologias de comunicação móvel estão presentes em seu entorno, fortalecendo a percepção da importância e do impacto dessas tecnologias em suas vidas diárias.

Ademais, outra abordagem proposta foi a realização de uma simulação computacional, em que, foi feito o estudo de viabilidade de um enlace rádio micro-ondas ponto a ponto, dentro da cidade de Natal, por meio da utilização do software LINKPlanner. A atividade permitiu aos alunos compreenderem na prática como funciona a transmissão em uma rede sem fio, além da análise dos

principais parâmetros envolvidos, como potência de sinal, interferência, taxa de transmissão e distância entre os dispositivos. Dessa forma, a intenção foi proporcionar uma compreensão básica do funcionamento do sistema de telecomunicações, suas limitações e possíveis soluções para garantir uma comunicação eficiente. A simulação também proporcionou a participação ativa dos alunos, contribuindo para o desenvolvimento de habilidades analíticas e de resolução de problemas, já que, se trata de um estudo de viabilidade.

Por fim, ressalta-se que a aprendizagem significativa oferece vantagens notáveis, tanto no que diz respeito ao enriquecimento da organização cognitiva do aluno quanto à recordação posterior e à aplicação em novas experiências de aprendizagem (PELIZZARI *et al*, 2002). Assim, o trabalho se dispôs a desenvolver uma Sequência Didática, pautada pela Teoria de Aprendizagem de Ausubel, como proposta de enriquecimento pedagógico no Ensino Médio do estado do RN, e teve o intuito de apresentar aos estudantes outras formas de conhecimento que subsequentemente, serão um aporte de experiência para o ensino superior.

2 DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Há um grande número de caminhos que podem ser seguidos ao desenvolver uma Sequência Didática (SD), os quais variam de acordo com os objetivos de ensino e as características de cada instituição. Portanto, cabe ao elaborador selecionar, priorizar e organizar o caminho específico a ser seguido (BRASIL, 2006). O projeto pedagógico desenvolvido englobou três seções principais - definidas na **Tabela 01** - que foram o planejamento da SD, elaboração da SD e execução da SD.

Tabela 01: Delineamento dos procedimentos desenvolvidos.

Seções	Procedimentos	O que foi realizado
I	Planejamento da Sequência Didática	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definição dos temas ministrados no campo da Física e sua aplicabilidade. ▪ Definição do aporte pedagógico utilizado para enriquecer o processo de ensino-aprendizagem. ▪ Definição do público alvo ao qual foi ministrado a Sequência Didática.
II	Elaboração da Sequência Didática	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elaboração da apresentação visual ministrada aos alunos. ▪ Elaboração da atividade prática desenvolvida (estudo de viabilidade de enlace rádio micro-ondas ponto a ponto).
III	Execução da Sequência Didática	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Execução da Sequência Didática na instituição de ensino.

2.1 PLANEJAMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

2.1.1 Tema ministrado

Os PCN+, apresentam seis temas estruturados para auxiliar o ensino da Física, destacando a importância desses temas para a organização da prática educativa. Para a elaboração desta Sequência Didática, optou-se pelo tema proposto pelo PCN+ denominado "Equipamentos Elétricos e



Telecomunicações". Dentro desse tema, foi selecionada a unidade temática intitulada "Emissores e Receptores".

Para a unidade temática escolhida, o documento traz que hoje grande parte das informações que circulam no planeta, se dão por meio de ondas eletromagnéticas, então compete ao aluno entender a dinâmica de como televisões e rádios emitem informações. Outrossim, o documento descreve que as antenas tem um papel relevante na explicação do processo de modulação, transmissão e recepção de ondas, como ocorre em dispositivos da telefonia celular. Dessa forma, no planejamento da SD, foi delimitado que serão ministrados os assuntos de telecomunicações, com ênfase no ensino de Ondas Eletromagnéticas.

Para escolha do tema, também foi levado em consideração que o campo do eletromagnetismo apresenta uma natureza consideravelmente abstrata em comparação com a mecânica, o que pode representar um desafio para os alunos. Isso ocorre porque certos conceitos, sejam eles fundamentais ou mais avançados, nem sempre são devidamente compreendidos devido à ausência de modelos que possam ser facilmente relacionados com suas experiências cotidianas ou conhecimentos prévios (FERREIRA *et al*, 2019).

2.1.2 Aporte pedagógico

Ademais, para que ocorra uma transformação na forma como o sistema educacional funciona, é indispensável não só uma reformulação de conteúdos, mas também repensar os métodos empregados (PELIZZARI *et al*, 2002). Dessa forma, foi articulado como aporte pedagógico para a elaboração da SD, a Teoria da Aprendizagem Significativa, segundo Ausubel. Visando que, é uma Teoria voltada a aprendizagem significativa em sala de aula (MOREIRA, 1999) e na escola, a relação didática é estabelecida quando existe um projeto de ensino com a intenção de aprendizagem (BRASIL, 2006).

A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, relata que a aprendizagem significativa ocorre quando uma nova informação é atrelada a um conhecimento que o indivíduo já possuía em seu cognitivo, conseguindo dessa maneira, adquirir significado ao conhecimento e construir uma hierarquia conceitual (MOREIRA, 1999). Assim, a Aprendizagem Significativa ocorre a partir da conexão entre novas informações e os conhecimentos prévios, já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo.

Dessa forma, se cria uma abordagem pedagógica pertinente, uma vez que valorizar os conhecimentos prévios que os alunos trazem para a escola, nesse caso, o conhecimento sobre telefones celulares, permite captar a atenção dos estudantes e concentrar esforços para que eles reconheçam a ciência como um ramo do conhecimento relevante e eficaz em seu dia a dia (CELEDÔNIO, 2016).

2.1.3 Público alvo

A Diretriz Curricular Nacional relata que considerando a realidade diversa e desigual de um grande número de adolescentes, jovens e adultos, o Ensino Médio deve se comprometer em lidar com essa situação, tendo por objetivo buscar a transformação da escola, reconhecendo que, embora não seja capaz de resolver as desigualdades sociais por si só, pode contribuir para a inclusão social, proporcionando acesso à ciência, tecnologia e cultura.

Subsequente, para garantir a qualidade na escola, é necessário que todos envolvidos no processo educativo estejam comprometidos, sabendo que a responsabilidade social é um princípio educacional (BRASIL, 2013). Por acréscimo, a educação é um direito do jovem garantido pela Constituição Federal do Brasil, e um dever não só do Estado como também da sociedade (UNICEF, 2021).

Nesse contexto, é fundamental desenvolver propostas pedagógicas que objetivem a aplicação de estratégias educacionais com objetivo de alavancar a educação do Ensino Médio. Pois, propor, estabelecer e executar, de forma progressiva, projetos pedagógicos, permite não só aprimorar a aprendizagem dos estudantes no Ensino Médio, mas também fomenta a diversidade curricular e estabelece conexões entre teoria e prática nos campos da ciência, trabalho e tecnologia (BRASIL, 2016).

Nesse viés, esse projeto foi estruturado para ser aplicado em turmas do Ensino Médio, alinhado com os assuntos de física presentes no Plano Curricular Nacional (PCN), que fazem parte da estrutura curricular dos alunos.

2.2 ELABORAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A elaboração da Sequência Didática foi dividida em duas etapas, sendo elas, a elaboração de elementos visuais para a ministração das aulas e o exemplo a ser demonstrado do estudo de viabilidade de rádio enlace micro-ondas ponto a ponto por meio de software. A **Tabela 02** irá apresentar que cada atividade, está ligada ao desenvolvimento de competências na disciplina de Física, conforme estabelecido pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN).

Tabela 02: Competências a serem desenvolvidas por alunos do Ensino Médio através da SD.

Atividade realizada pelo aluno	Competência a ser desenvolvida
Assistir aula ministrada, sobre Comunicações Móveis Celulares, com integração de conceitos Físicos.	Investigação e compreensão: <ul style="list-style-type: none"> Compreender a Física presente no mundo em que vivemos e nos equipamentos tecnológicos (BRASIL, 2006).
Estudo de viabilidade de enlace ponto a ponto.	Investigação e compreensão: <ul style="list-style-type: none"> Construir e analisar situações-problema em física e identificar soluções (BRASIL, 2006). Descobrir o funcionamento de aparelhos tecnológicos (BRASIL, 2006).



2.2.1 Confeção de apresentação

É fundamental que o aluno perceba o significado da Física no momento em que está aprendendo, e não em algum momento posterior, sendo crucial para alcançar esse objetivo, levar em consideração o mundo vivencial dos alunos, sua realidade próxima e os objetos e fenômenos com os quais eles lidam efetivamente (BRASIL, 2006).

Dessa forma, além de trazer um tema que está presente no cotidiano dos estudantes, os principais exemplos abordados de Sistema Móvel Celular devem ser elaborados de acordo com a localização geográfica da escola em que se está sendo ministrada a SD.

Outrossim, os slides devem focar em uma construção progressiva de ideias do tema abordado, partindo dos princípios básicos de eletricidade e magnetismo até chegar aos aspectos práticos da telefonia celular, procurando trazer o assunto de forma clara e com bastante elementos visuais. De forma que, fosse produzido um material potencialmente significativo.

2.2.2 Detalhamento das atividades

A seguir, será elencado com detalhamento os conteúdos a serem ministrados na Sequência Didática e os objetivos atrelados a eles. Assim como, estratégias de como explorar os temas durante as aulas.

2.2.2.1 Conteúdo:

Introdução à Eletricidade e Magnetismo:

- Benjamin Franklin e suas contribuições.
- Um pouco da história do Eletromagnetismo.

2.2.2.2 Objetivos:

Compreender conceitos fundamentais que contribuíram para o entendimento do eletromagnetismo.

2.2.2.3 Estratégias:

A aula deve ser iniciada explicando aos alunos que será explorado o assunto das ondas eletromagnéticas, destacando como as telecomunicações as utilizam para viabilizar a comunicação sem fio. Deve ser explanado, que será discutido os processos físicos por trás da conectividade dos dispositivos móveis e como as leis da física desempenham um papel crucial para sua funcionalidade.

Pode-se explicar que diversos tipos de ondas fazem parte do nosso cotidiano, como as ondas utilizadas em telecomunicações (ondas de rádio, ondas de televisão e micro-ondas).

Por conseguinte, contar a história de Benjamim Franklin e ministrar um pouco sobre a história do Eletromagnetismo e das Ondas Eletromagnéticas. Visando que o aluno faça a conexão da física não apenas como uma matemática aplicada, mas também como parte da história. Já que, muitas vezes os conteúdos disciplinares apresentados nos livros didáticos, são tão simplificados que o aluno não sente a necessidade de perguntar de onde vieram esses saberes (BRASIL, 2006). A ideia é repassar aos estudantes que, para que chegássemos ao estágio de conhecimento sobre telecomunicações que temos atualmente, muitos pensadores deram sua contribuição.

Destarte, dedicar parte da aula para discutir sobre esses cientistas e suas descobertas em um ambiente educacional é um método apropriado para ampliar a compreensão do aluno em relação ao conteúdo físico e aspectos humanos, além disso, essa prática incentiva a participação dos alunos que têm maior afinidade com as ciências humanas (FERREIRA *et al*, 2019).

2.2.3 Conteúdo:

Ondas Eletromagnéticas:

- Fundamentos de ondas eletromagnéticas.
- Frequência e Comprimento de Onda.

2.2.3.1 Objetivos:

Introdução aos fundamentos das ondas eletromagnéticas, incluindo frequência e comprimento de onda.

2.2.3.2 Estratégias:

Expor ao aluno a explicação sobre as ondas eletromagnéticas. Em que, o aluno deve ter o entendimento que são formadas por dois campos variáveis, um elétrico e outro magnético, que se propagam. E que essa propagação pode ocorrer no vácuo e em determinados meios materiais. Outrossim, explicar o conceito de frequência e comprimento de onda, com o acréscimo de falar exemplos de ondas eletromagnéticas, em que, podem ser citadas as ondas de rádio, dentre elas AM (Amplitude Modulada) e FM (Frequência Modulada), as ondas de TV, as micro-ondas entre outras.

Questionamentos que podem ser feitos nessa fase do projeto, visando a participação dos estudantes são “Por que é impossível ouvirmos, aqui na Terra, uma explosão solar?” e/ou “Por que percebemos a luz de um raio antes de ouvir o som dele?”

2.2.4 Conteúdo:

Antenas:

- O que é uma antena?

- Tipos de antenas e exemplos.

2.2.4.1 Objetivos:

Introdução às antenas como componentes essenciais na transmissão de ondas eletromagnéticas, assim como explicar o seu funcionamento.

2.2.4.2 Estratégias:

Nessa parte da aula, deve ser exposto ao aluno que após a descoberta das ondas eletromagnéticas, foram criados dispositivos eletrônicos que fossem capazes de emití-las no espaço, sendo esse dispositivo chamado de antenas. O aluno deve entender os fundamentos que fazem com que as antenas consigam transmitir ou receber informações em frequências bem definidas. A apresentação de como funciona uma antena, é um ponto chave na apresentação da SD, pois os estudantes são usuários de aparelhos eletrônicos que precisam de um sinal de antena, mas a maioria não sabe como elas funcionam na íntegra (OLIVEIRA, 2018). É importante se ter o conhecimento que as antenas podem ser divididas em diferentes categorias de acordo com suas aplicações e que sua forma geométrica é crucial para o seu funcionamento.

Ademais, as antenas são bons exemplos para explicar a modulação, emissão e recepção de ondas eletromagnéticas. Um recurso útil na explicação do conceito de radiação de ondas eletromagnéticas é a sua analogia com bolhas de sabão, proporcionando uma compreensão mais clara para os estudantes. Ao compararmos a propagação de um campo eletromagnético, gerando ondas que se fecham e irradiam para longe de suas fontes, podemos visualizar essa situação de forma semelhante a uma bolha de sabão se desprendendo de um canudo. Conforme uma quantidade suficiente de ar é acumulada, a bolha de sabão cresce em relação ao ponto de origem até se desvincular (RIBEIRO; MARETTI; CARNIELLI, 2019).

2.2.5 Conteúdo:

Transmissão de Sinais:

- Transmissão de emissora de Rádio FM.
- Transmissão de emissora de TV.

2.2.5.1 Objetivos:

Explorar como os sinais são transmitidos por meio das ondas eletromagnéticas, começando com rádio e TV.



2.2.5.2 Estratégias:

O intuito nesse conteúdo é explorar como os sinais são transmitidos por meio das ondas eletromagnéticas, trazendo o exemplo da transmissão de emissora de Rádio e TV. Através desses exemplos é possível que sejam trabalhados diferentes fenômenos da física que permitem que as ondas se propaguem pelo espaço e alcancem os receptores.

O ponto que pode ser trabalhado, é a explicação que para que essas ondas sejam portadoras de mensagens, elas devem ser moduladas, isto é, devem sofrer variações em suas amplitudes (AM) ou em suas frequências (FM). Em que pode ser explicado ao estudante a diferença de rádio AM e rádio FM.

Outros pontos que são importantes serem trabalhados nesses slides é a conversão do sinal de áudio em um sinal elétrico. Explicar que o sinal de áudio é modulado em frequência. E o sinal modulado em frequência é então enviado para o transmissor da emissora, onde é amplificado. Deixando claro para o estudante, que este processo está alinhado com as leis fundamentais das ondas eletromagnéticas, que incluem a propagação em linha reta.

Dar continuidade ao raciocínio, mostrando que a antena transmissora converte o sinal elétrico em ondas eletromagnéticas, que são irradiadas para o espaço, explicando ao estudante aspectos como a antena que é projetada para direcionar o sinal na direção desejada, levando em consideração a polarização e a orientação, e principalmente reforçando o conceito físico da irradiação.

A todo momento nesse processo, devem ser feitas menções ao campo da física, como a explicação que as ondas eletromagnéticas se propagam pelo espaço, sofrendo reflexões e difrações. E que a interferência entre ondas pode ocorrer, afetando a qualidade do sinal recebido. Trazendo assim, os conceitos físicos de reflexão, difração e interferência.

Para concluir, pode ser perguntado ao aluno se as ondas captadas pela antena receptora devem ser convertidas em sinais elétricos, para que através das respostas as dúvidas sobre o funcionamento das antenas sejam sanadas.

2.2.6 Conteúdo:

Sistema Celular:

- Introdução ao Sistema Celular.
- Os três componentes do Sistema Celular.
- Exemplos de torres de Telecomunicações.

2.2.6.1 Objetivos:

Introdução ao sistema celular como uma aplicação específica da transmissão de sinais.

2.2.6.2 Estratégias:

Nesse conteúdo é feita a introdução ao sistema celular como uma aplicação específica da transmissão de sinais. Será mostrando ao aluno que a principal característica da telefonia celular é a mobilidade, em que usuário consegue estabelecer contatos telefônicos mesmo em deslocamento. Mostrando que isso é possível porque a comunicação é feita sem o emprego de fios, utilizando-se ondas eletromagnéticas. Sendo de fundamental importância falar do conceito físico da frequência utilizada, despertar a atenção dos alunos que o telefone quando está dentro da sua área de cobertura é localizado mesmo no interior de automóveis, como dentro de roupas ou dentro das nossas casas, mostrando que, a onda nesses casos é detectada depois de sofrer reflexões, refrações e difrações. E que, as ondas utilizadas na telefonia celular se difratam com grande facilidade em fendas de pequenas dimensões, como nos quase invisíveis orifícios existentes em tramas têxteis (NEWTON; HELOU; GUALTER, 2019).

Outrossim, nessa fase da SD será mostrado ao aluno que o sistema celular é formado por três componentes, fazendo uma breve explicação de cada uma delas. Explicar a estação Móvel, que é o telefone celular propriamente dito, a estação rádio-base, que é a antena responsável pelo encaminhamento das ligações e a central de comutação e controle, que é o cérebro do sistema, responsável pelo gerenciamento das chamadas e a conexão com outras estações rádio-base (NEWTON; HELOU; GUALTER, 2019).

Visando o que já foi estudado ao decorrer dessa SD, pode ser feita ao estudante a pergunta “Quais são os componentes principais de um dispositivo móvel (como um smartphone) que o tornam uma Estação Móvel?”, de forma a reforçar pontos já trabalhados como a antena. Outra pergunta que pode ser feita é “Qual é a importância da mobilidade em uma Estação Móvel?”. Deixando esse momento para que os estudantes possam participar da aula, com perguntas e respostas.

Sendo importante, mostrar ao estudante exemplos de concentração de ERB's na cidade em que ele mora. Esse momento da apresentação deve explicar um pouco mais sobre a ERB e trazer questionamentos como “Porque vocês acham que ao andar nas ruas encontramos tantas antenas?”. Ademais, essa parte da SD abre espaço para discursões interessantes que podem despertar o interesse do aluno como a tecnologia 3G, 4G e 5G, a discursão sobre radiação não ionizante, como é feita a regulamentação da faixa de frequência, discursão sobre internet das coisas e comunicação via satélite, entre vários outros temas que podem ser incitados pelo professor para o desenvolvimento de conversas produtivas e enriquecedoras do corpo estudantil.

2.2.7 Conteúdo:

Estrutura Celular:

- Célula e sua importância.



- Estação Rádio Base.

2.2.7.1 Objetivos:

Explicar a importância da célula na telefonia celular, juntamente com a Estação Rádio Base e exemplos abrangentes como antenas em edifícios.

2.2.7.2 Estratégias:

Nessa parte da aula, irá se entrar em novos detalhes do Sistema Celular, o primeiro deles é a Célula. Em que, deve ser passado ao aluno que a cobertura de cada transmissor de estação-base é limitada a uma pequena área geográfica, chamada de célula, de modo que os mesmos canais de rádio podem ser reutilizados por outra estação-base localizada a uma certa distância (RAPPAPORT, 2008).

É interessante mostrar o sistema de telefonia celular como um todo, em determinada delimitação geográfica. Em que, devem ser passados aos alunos que a cobertura geográfica de uma rede de telefonia celular é gerenciada por várias Estações Rádio Base (ERBs), que são instaladas em locais estratégicos para garantir a prestação de serviços. E a estratégia de cobertura geográfica envolve a divisão da área de serviço em células, e cada célula é atendida por uma ERB.

O aluno deve entender os principais aspectos da cobertura celular, como o fato da área de serviço ser dividida em células relativamente pequenas, para melhorar a eficiência espectral e permitir o reuso de frequências em diferentes células, aumentando a capacidade da rede.

Um ponto da física muito importantes que pode ser trabalhado nesse momento é a potência, em que, pode ser lembrado ao aluno o conceito de potência e se falar sobre a potência de transmissão das ERBs e como elas devem ser ajustada para garantir um alcance eficaz dentro de cada célula.

Por fim, mostrar um exemplo de ERB próximo ao aluno, para reforçar conhecimentos já passados. Pode ser perguntado ao estudante “Sabemos que cada célula é atendida por uma ERB, mas quais são os equipamentos que fazem parte de uma ERB?”. Depois das respostas dadas, pode ser feito um breve levantamento das antenas e equipamentos de transmissão e recepção.

2.2.8 Conteúdo:

Telefonia celular:

- Exemplo de telefonia celular perto da escola dos estudantes.
- Antena celular no shopping.
- Antenas na fachada de edifícios.

2.2.8.1 Objetivos:

Incluir exemplos práticos próximos à escola dos estudantes para contextualizar os conceitos. E outros exemplos com as antenas presentes no shopping.

2.2.8.2 Estratégias:

Explicar que as ERBs são instaladas em locais estratégicos, como torres, edifícios altos ou estruturas elevadas para garantir uma cobertura eficaz. E que, um cuidadoso planejamento da rede é realizado para otimizar a disposição das ERBs, levando em consideração fatores como densidade populacional, características geográficas, edifícios e obstáculos naturais.

Sabendo que o aluno já possui uma boa base de conhecimento da Telefonia Móvel Celular, é fundamental utilizar exemplos locais, assim, os alunos conseguem relacionar de maneira mais direta os conceitos abordados com sua própria realidade e contexto (BRASIL, 2006).

Uma ideia é explorar a localização geográfica dos estudantes, apresentando a escola como ponto de referência para o exemplo a ser desenvolvido. Apresentar as estações rádio-base que circundam a escola dos alunos, mostrando de forma ilustrativa, a infraestrutura por trás das comunicações móveis que eles utilizam na escola. Sabendo que, o papel da contextualização no ensino, é apresentar o conhecimento científico para que, a posteriori o aluno sinta a necessidades de inseri-lo em seu campo de percepção (BRASIL, 2006).

Assim, é fundamental apresentar as ERB's, que muitas vezes são imperceptíveis no campo de observação dos alunos, apesar de serem pilares que possibilitam a conectividade dos seu celulares. Para ilustrar esse conceito de maneira prática, pode-se propor um exemplo simples, envolvendo uma ERB próxima a escola. Uma sugestão de proposição aos alunos é a seguinte: “Vamos imaginar que você está na escola, concentrado nas aulas, quando de repente seu celular toca, e é uma ligação da sua mãe. O que permite essa chamada acontecer envolve as estações rádio-base próximas à escola. Essas estações funcionam como mensageiros, transmitindo a voz da sua mãe para o seu celular e vice-versa”. Assim, o aluno pode ter o fácil entendimento das ERB's como "mensageiros" invisíveis que garantem que as comunicações móveis aconteçam de maneira eficiente, permitindo eles receberem chamadas importantes.

Não podendo deixar de ser apresentado a física por trás da comunicação móvel. Explorando que, quando a mãe do exemplo falou ao telefone, a voz dela é convertida em sinais elétricos, que são então transmitidos como ondas eletromagnéticas pelas antenas das estações rádio-base próximas. Ondas que viajam pelo espaço, superando obstáculos e percorrendo distâncias até alcançar a antena do celular do aluno. Relembrando ao estudante que, no processo de recepção, a antena do seu celular converte novamente essas ondas eletromagnéticas em sinais elétricos, possibilitando que ele ouça a voz da sua mãe.



Recapitulando, nessa cena, conceitos fundamentais da Física do Ensino Médio, como a frequência, propagação de ondas eletromagnéticas, influência da distância na intensidade do sinal e a absorção por obstáculos presentes no ambiente. Assim, os alunos podem conectar uma experiência pessoal à ciência que molda o mundo tecnológico.

2.2.9 Conteúdo:

Propagação de Sinais:

- Reflexão, refração e espalhamento na telefonia celular.

2.2.9.1 Objetivos:

Abordar os fenômenos de reflexão, refração e espalhamento que ocorrem na propagação de sinais.

2.2.9.2 Estratégias:

Essa parte da Sequência Didática, irá reforçar ao estudante que ao utilizar o celular na escola para enviar mensagens, fazer ligações ou simplesmente navegar na internet, se está usando fenômenos da física. Em que, podem ser aprofundando as propriedades das ondas envolvidas nesse processo. Sendo explorados conceitos como reflexão, direção, difração e espalhamento, todos essenciais para compreender como as ondas se movem e interagem com o ambiente ao chegar ao seu celular.

É intuito desse conteúdo também, conectar o contexto das Estações Rádio-Base (ERBs) com a dinâmica urbana, usando o exemplo específico da cidade dos estudantes. A ideia é mostrar aos alunos, que assim como ocorre geograficamente perto da sua escola, também existe uma infraestrutura de comunicação móvel em toda cidade que ele mora, com ERB's estrategicamente distribuídas. Deve ser mostrada imagens ilustrativas, em que podem ser destacada a presença dessas ERBs na cidade, revelando como elas formam uma rede intrincada para garantir uma cobertura eficiente.

Através de um desenho ilustrativo, da cobertura celular, deve ser discutido as disposições das ERBs em células. Em que, o aluno deve ter o conhecimento que cada ERB ocupa uma célula, com suas áreas de cobertura sobrepostas, formando uma malha contínua. E essa disposição das ERBs em células é crucial para otimizar a capacidade da rede e garantir uma conectividade estável, permitindo a mobilidade das pessoas entre toda a cidade, sem que haja uma perda no sinal.

2.2.10 Conteúdo:

Gerenciamento de Chamadas:

- Mobilidade no celular.
- "Handoff" ("Handover").



2.2.10.1 Objetivos:

Explorar como a mobilidade é gerenciada no celular, incluindo o "Handoff".

2.2.10.2 Estratégias:

Esse tópico trás aspectos da mobilidade celular, uma característica essencial das comunicações móveis. Entender como ela influencia a qualidade do sinal é crucial. Deve ser mostrado ao aluno que ao deslocar-se com um celular, se está em constantemente movimento em relação às ERB's e isso gera uma dinâmica entre o nível do sinal e a distância do aparelho celular para a torre.

Nessa parte da SD, pode se abordar o conceito de potência. Mostrando que, a potência do sinal diminui à medida que a distância entre o celular e a torre aumenta. Uma analogia de fácil entendimento a ser feita, é comparar isso a uma lanterna, falando que quanto mais distante você estiver da fonte de luz, menos intensamente você a perceberá. Da mesma forma, quanto mais distante estiver do alcance da torre, menor será a potência do sinal que seu celular recebe. Esse fenômeno pode ser explorado em sala de aula, permitindo que os alunos entendam a relação inversa entre a potência do sinal e a distância.

Aqui também, pode ser trabalhado o conceito de handoff, que permite uma chamada prosseguir sem interrupções quando o usuário passa de uma célula para outra (RAPPAPORT, 2008). E o conceito de roaming, despertando a curiosidade dos alunos com a seguinte pergunta: "Como recebemos ligações quando mudamos de estado?", sabendo que para entender esse processo, é crucial compreender como as redes de comunicação móvel colaboram para garantir uma experiência contínua, mesmo quando estamos fora da nossa área de origem.

Deve ser explicado que quando mudamos de estado e entramos em uma nova área de serviço, fora da cobertura da nossa operadora de origem, é acionado o roaming. Nesse cenário, a operadora local assume temporariamente a gestão do nosso dispositivo móvel. Em que pode ser citado o processo de identificação e registro do dispositivo móvel, a comunicação entre operadoras, o redirecionamento de chamadas e a mobilidade já que, durante o roaming, a CCC também monitora a localização do dispositivo móvel e gerencia handovers entre células conforme necessário para manter a continuidade da comunicação.

2.2.11 Conteúdo:

Infraestrutura de Rede:

- Todas as Estações Rádio Base conectadas a uma CCC.
- Interligação da Telefonia entre diferentes cidades (Enlaces Rádio Micro-ondas com Repetidoras).
- Repetidoras.



2.2.11.1 Objetivos:

Explicar como as estações rádio-base são conectadas e a interligação da telefonia entre diferentes cidades.

2.2.11.2 Estratégias:

Deve-se ressaltar que todas as ERB's, em uma rede de comunicação móvel, estão interligadas a uma Central de Comutação e Controle (CCC). E que, a CCC desempenha um papel central na coordenação e gestão eficiente do tráfego de comunicação. Funcionando como o cérebro da rede, facilitando a troca de informações entre as ERBs e os dispositivos móveis, pois gerencia a alocação de recursos, a autenticação de dispositivos, o roteamento de chamadas e dados, além de monitorar a qualidade do sinal.

Nessa parte da SD, será abordado dois elementos cruciais na infraestrutura de comunicações móveis: as repetidoras e a interligação da telefonia.

Deve ser passado que as repetidoras desempenham um papel essencial na expansão da cobertura e na superação de obstáculos físicos. Mostrando que elas são instaladas estrategicamente em locais elevados, como torres, para receber e retransmitir sinais, aumentando a eficácia da comunicação móvel.

Sabendo que as repetidoras desempenham um papel vital na superação de terrenos acidentados, edifícios altos e outras barreiras que poderiam prejudicar a qualidade do sinal, nessa parte da SD pode ser falado sobre a interferência e diferentes comprimentos de ondas. Uma analogia interessante é comparar esse processo ao eco de uma voz em uma montanha, onde as repetidoras "refletem" o sinal para garantir uma cobertura mais ampla e eficiente.

É importante tratar da interligação da telefonia. Sendo apresentado ao aluno que isso refere-se à conexão entre diferentes redes de comunicação e esse aspecto é crucial para possibilitar chamadas e trocas de dados entre diferentes operadoras e regiões geográficas. Ensinando que ao conectar as diversas partes do sistema telefônico, a interligação permite que usuários se comuniquem sem obstáculos, independentemente da operadora de origem ou da localização geográfica.

2.2.12 Projeto rádio enlace micro-ondas ponto a ponto

Problemas do mundo real tendem a propiciar soluções mais criativas e são presumivelmente mais significativos e estimulantes que problemas artificiais (BRASIL, 2006). Dessa forma, é proposto que os alunos, façam o estudo de viabilidade de um rádio enlace micro-ondas ponto a ponto entre pontos, escolhidos pelos estudantes, da cidade em que se está apresentando a SD.

Para isso, é feito o uso de dois softwares específicos para este fim, o Google Earth e o LINKPlanner. Nesse experimento realizado, devem ser abordados o estudo geográfico via software para

alocação de ERB's e possíveis repetidoras, a importância de se ter um link com visada direta e como alguns parâmetros, como faixa de frequência, altura da torre, altura das antenas, ganho das antenas, influenciam no enlace. Toda a demonstração deve ser feita contextualizando os princípios físicos que regem o funcionamento descrito.

Essa fase da ministração da aula, tem a participação direta dos alunos, em que, eles são estimulados a participar de forma ativa na construção do enlace. Sendo feitas aos alunos indagações como “Onde vocês acreditam ser um ponto adequado para alocar uma ERB?”, “Em um ambiente urbano, quais barreiras geográficas podem ser encontradas para que o sinal não chegue na antena receptora? E em um ambiente rural?”. “Qual a relação entre a frequência usada e a distância do meu enlace? Qualquer frequência será adequada?”.

Dessa forma, ao envolver o aluno em desafios, estimulando, quantificando ou buscando soluções para problemas reais, pretende-se desvincular o paradigma que vem ocorrendo no ensino da física, ao se apresentar um conhecimento físico apenas como um resultado final, levando os estudantes a concluir que não há mais desafios relevantes a serem solucionados (BRASIL, 2006).

2.3 EXECUÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

As atividades propostas foram desenvolvidas em turmas de Ensino Médio da Escola Estadual Myriam Coeli de Natal-RN, sendo, duas turmas do 3º ano e uma turma do 2º ano, totalizando 50 estudantes que participaram do projeto.

As atividades planejadas, foram desenvolvidas no tempo de 120 minutos. Sendo necessário 80 minutos para ministrar a aula dialogada com apresentações no *data show* e 40 minutos para elaboração e discursão do rádio enlace micro-ondas ponto a ponto juntamente com os estudantes. Sendo assim, o tempo descrito de 120 minutos para aplicação da SD é composto por 2 aulas de 40 minutos destinados a aula dialogada com apresentações no *data show* e 1 aula de 40 minutos para a elaboração do rádio enlace.

A **Figura 01**, mostra os estudantes de diferentes turnos, em sala de aula assistindo a apresentação da SD.

Figura 01: Alunos assistindo aula expositiva sobre Sistema Móvel Celular.





Nos minutos iniciais da explicação, observou-se que os estudantes não formularam muitas perguntas e participaram mediante a estímulos respondendo questionamentos como “Porque em uma tempestade, vemos primeiro a luz, para só depois escutarmos o som de um trovão?”. Entretanto, o estudo das ondas eletromagnéticas inicialmente com ausência de perguntas do corpo estudantil, tomou um significado maior quando atrelado ao funcionamento do celular, em que se observou uma participação maior dos estudantes interagindo com a aula por meio de perguntas e respostas.

O exposto acima mostra que é de suma importância que o aprendiz demonstre disposição para estabelecer relações entre os conteúdos (MOREIRA, 1999), e que essa disposição pode ser estimulada com o entendimento do estudante sobre a relevância e aplicabilidade do conhecimento (MOREIRA; MASINI, 2011).

Mediante ao andamento da apresentação, observou-se também uma maior participação da turma com perguntas quando se iniciou o ensino de gerenciamento de chamadas telefônicas e a demonstração de exemplos de Telefonia Celular que estavam geograficamente perto da escola, o que reforçou mais uma vez, a ideia que ao utilizar exemplos locais, os alunos conseguem relacionar de maneira mais direta os conceitos abordados com sua própria realidade e contexto (BRASIL, 2006).

Durante a apresentação, foi mostrado aos estudantes, que matérias escolares são a fundamentação do funcionamento do que o cerca. Já que, muitos alunos que atualmente frequentam uma instituição educacional lamentavelmente enxergam o conhecimento como algo distante de sua realidade, com pouca utilidade ou relevância para suas necessidades diárias (PELIZZARI et al, 2002).

Ademais, após apresentar exemplos locais e demonstrações sobre como ocorre a comunicação móvel celular, se obteve um feedback positivo da participação dos estudantes. Durante as atividades, em que, eles levantaram questionamentos como “Como é feita uma ligação internacional?”, “O sistema celular pode afetar a nossa saúde com a radiação?”, e “E a internet por Wi-fi? Como funciona?”. Assim, a interação ativa dos estudantes e suas perguntas instigantes demonstraram um engajamento significativo com os conceitos apresentados, enriquecendo ainda mais a experiência de aprendizado.

Adicionalmente, percebeu-se que durante a exposição do experimento de rádio enlace a interação constante entre teoria e prática, por meio da construção do enlace via software e estímulo à participação ativa dos alunos foram elementos-chave ao longo da exposição, em que os estudantes se mostraram entusiasmados principalmente para escolher os locais de alocação das ERB's e os parâmetros de enlace, como altura da torre e altura da antena, o que contribuiu para a consolidação dos conceitos apresentados. Reforçando o princípio educativo que para auxiliar e contribuir na construção do saber de alunos em disciplinas escolares, é efetivo o método de contextualizar as matérias que são vistas na escola e suas aplicabilidades vivenciadas pelo aluno no campo tecnológico (BRASIL, 2006) e que no ensino, deve-se levar em consideração o mundo vivencial dos alunos, sua realidade próxima e os objetos e fenômenos com os quais eles lidam efetivamente (BRASIL, 2006).

Por fim, ao final das etapas de aula expositiva e projeto de rádio enlace, foi entregue a cada estudante uma folha com seis perguntas referentes a SD, de forma que fosse feito o levantamento da opinião dos alunos sobre a SD ministrada. A **Tabela 03**, irá apresentar as cinco primeiras perguntas feitas, assim como a resposta dos estudantes. Relatando-se que o estudante podia responder as perguntas com “SIM” ou “NÃO”.

Tabela 03: Perguntas realizadas aos estudantes ao final da ministração da SD, com suas respectivas respostas.

Pergunta do questionário:	Número de estudantes que responderam SIM à pergunta:	Número de estudantes que responderam NÃO à pergunta:
A apresentação contribuiu para aumentar seu interesse pela disciplina de física?	42	8
A integração de conceitos de física com a Sistema Celular tornou o aprendizado mais interessante e motivador para você?	41	9
Você considera que a aula ampliou sua visão sobre as aplicações práticas da física no mundo real?	48	2
A participação nesse projeto te levou a refletir sobre sua escolha profissional?	16	34
Você acredita que a experiência adquirida com o projeto pode ser útil para sua trajetória acadêmica ou profissional futura?	31	19

Algo relevante, sabendo que, em momentos futuros, a escola e o professor assumem um papel secundário, e espera-se que o aluno seja capaz de estabelecer relações de aprendizado de forma independente, com os conhecimentos que adquiriu na escola (BRASIL, 2016).

No geral, as impressões positivas do feedback indicam que a Sequência Didática foi bem recebida, contribuindo para o entendimento dos alunos sobre o tema abordado.

3 RESULTADOS

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), destaca no inciso VIII do art. 41, que é dever da Educação Superior exercer sua função na promoção da democratização e do aperfeiçoamento da educação básica, por meio da implementação de programas de extensão que aproximem as duas etapas educacionais. Nesse sentido, foi criado o projeto de extensão intitulado como “Uma Contribuição de Fundamentos de Telecomunicações para Apoio na Aprendizagem de Física em Escola de Nível Médio”, pelo Departamento de Engenharia de Comunicações da UFRN, com o intuito de aproximar as esferas da Educação Superior e da Educação Básica, atendendo às diretrizes legais estabelecidas.

Esse Projeto de Extensão tem o objetivo de atuar em escolas de Ensino Médio visando contribuir para o aumento na motivação dos alunos pelo estudo da Física, expondo uma conexão direta entre teoria e prática, com a apresentação de material didático nas escolas.

Assim, a Sequência Didática para o Ensino de Comunicações Móveis Celulares, integrando conceitos de Física do Ensino Médio, é uma contribuição do Curso de Engenharia de Telecomunicações para a Educação Básica do Estado, sabendo que, ao realizar programas de extensão que integram os conhecimentos e recursos disponíveis na Educação Superior com as necessidades e desafios específicos do Ensino Médio, busca-se não apenas atender aos requisitos legais, mas também fortalecer os laços colaborativos entre instituições de ensino.

Mas não só isso, o projeto além de proporcionar benefícios como a ampliação do acesso a recursos educacionais, também dá a oportunidade para que os estudantes tenham contato com a comunidade acadêmica, o que é de grande importância, já que, ao se fazer presente na vida escolar do jovem no ensino médio, a comunidade acadêmica é capaz de corroborar para que o estudante, consolide conhecimentos de forma contextualizada (BARROS et al. 2012), enriquecendo, assim, a experiência educacional na fase da educação básica.

4 CONCLUSÃO

Sabendo que a falta de materiais didáticos é um obstáculo comum encontrado nas iniciativas de práticas educacionais (BRASIL, 2006), o Produto Educacional escrito, é uma ferramenta que tenta contribuir para superar essa lacuna na Educação Básica brasileira. Ao oferecer um recurso estruturado, sendo elaborado com base em uma pesquisa alinhada aos documentos oficiais que norteiam a educação básica brasileira e abordando de maneira abrangente diferentes conceitos. Além disso, sua adaptabilidade permite que seja utilizado em diferentes contextos e níveis de ensino, promovendo a acessibilidade e a democratização do conhecimento.

Outrossim, de acordo com Ausubel, o material utilizado para uma aula deve ser potencialmente significativo (MOREIRA, 1999), devendo ter aplicabilidade no contexto de vida do aluno, fornecendo exemplos, analogias e ilustrações (MOREIRA; MASINI, 2011). O que reforça, mais uma vez, a importância de Produtos Educacionais como este produzido. Uma vez que, quando os conteúdos disciplinares são apresentados apenas nos livros didáticos, eles são apresentados de forma tão simplificada que parece ao aluno que é apenas necessário memorizar as fórmulas e os conceitos principais (BRASIL, 2006) e se o estudante ficar restrito em memorizar fórmulas sem compreender o fundamento da teoria, terá como resultando um conhecimento fragmentado e passageiro (ANTONOWISKI; ALENCAR; ROCHA, 2017), caracterizando Aprendizagens Mecânicas (MOREIRA, 1999).

Por último, afirma-se que a educação no Ensino Médio deve proporcionar aos jovens a oportunidade de adquirir conhecimentos que os habilitem a compreender e explicar os fenômenos físicos (BRASIL, 2013), o que foi proposto por esse trabalho.



REFERÊNCIAS

RAPPAPORT, Theodore S. Comunicações sem fio: princípios e práticas. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

RIBEIRO, I; MARETTI, J.; CARNIELLI, R. Como funcionam as antenas. São Paulo, UNICAMP. 19, nov. 2019.

LIMA, Lúcio Flávio Gomes de. Subjetividade e novas tecnologias: um estudo da medição tecnológica, de telefones celulares, nas interações de jovens. 2006. 152 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Psicologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

CELEDÔNIO, Francisco Tadeu Valente. UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ELETRICIDADE E O USO CONSCIENTE DA ENERGIA ELÉTRICA. 2016. 96 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Física, Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA, Mossoró-RN, 2016.

PELIZZARI, Adriana *et al.* TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA SEGUNDO AUSUBEL. Revista PEC, Curitiba, v. 2, n. 1, p. 37-42, jul. 2002.

MOREIRA, Marco A. Teorias de Aprendizagem. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda, 1999.

MOREIRA, Marco A.; MASINI, Elcie F. Salzano. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: a teoria de david ausubel. São Paulo: Editora Moraes Ltda., 2011.

NÓBREGA, Danielly de Sousa; SANTOS, Livia Fernandes dos. Ciências em ação: perspectivas distintas para o ensino e aprendizagem de ciências. Guarujá: Editora Científica, 2021.

BRASIL. Ministério da Educação: Secretaria de Educação Básica. Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica. Brasília, 2013.

NASCIMENTO, Thaís Grazielle Vieira *et al.* Análise do nível de conhecimento e motivação de alunos do ensino médio rumo ao ensino superior: Projeto Diálogos sobre o que Significa Cursar Engenharia. Revista Brasileira de Extensão Universitária, Minas Gerais, v. 6, n. 1, p. 7-13, mar. 2015.

OLIVEIRA, Raimundo Albenes Pereira de. APLICAÇÕES DO ELETROMAGNETISMO NAS TELECOMUNICAÇÕES: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO. 2018. 104 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Física, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2018.

ANTONOWISKI, R.; ALENCAR, M. V.; ROCHA, L. C. T. Dificuldades encontradas para aprender e ensinar física moderna. Scientific Electronic Archives, Mato Grosso, v. 10, n. 1, p. 50-57, ago. 2017.

TONIN, Adriana Maria. DESAFIOS DA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA: Formação acadêmica e atuação profissional, Práticas Pedagógicas e Laboratórios Remotos. Joinville: Abenge, 2017.

OLIVEIRA, A. C.; SANTOS, C. P.; SOUZA, D. N. Radiações solares do tipo ultravioleta e fotoproteção: uma sequência didática para abordagem em física no ensino médio. Scientia Plena, São Cristovão, v. 18, n. 8, jul. 2022.

BRASIL. Governo do Estado do RN: Secretaria de estado da educação, da cultura, do esporte e do lazer. Referencial Curricular do Ensino Médio Potiguar. Natal, 2021.



BRASIL. Ministério da Educação: Secretaria de Educação Básica. PLANO NACIONAL DE EDUCAÇÃO PNE 2014-2024: LINHA DE BASE. Brasília, 2015.

CONECTE: PROJETO PILOTO DE INTEGRAÇÃO DA ENGENHARIA COM O ENSINO MÉDIO. Blumenau: Revista Dynamis, 2012.

CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, XXXIII, 2005, Campina Grande, ENSINO E INTERDISCIPLINARIDADE.

BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. 4. ed. Brasília: Senado Federal, 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio: Parte I - Bases legais. Brasília, 2000.

FERREIRA, Marcello *et al.* Pontes conceituais: uma sequência didática para o Eletromagnetismo no Ensino Médio como proposta de introdução à Física Moderna. Revista do Professor de Física, Brasília, v. 4, n. 4, p. 119-137, jan. 2019.

BRASIL. Constituição (2016). Lei Nº 10.049, de 27 de janeiro de 2016. Plano Estadual de Educação do Rio Grande do Norte. Natal, RN, 2016.

BRASIL. Ministério da Educação: Secretaria de Educação Básica. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação: Secretaria de Educação Básica. Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da natureza, Matemática e suas Tecnologias. Volume 2. Brasília, 2006.

ALBUQUERQUE, Dener. UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE ELETROMAGNETISMO NO NÍVEL MÉDIO. 2008. 181 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Naturais, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

NASCIMENTO, Tiago Viana do. SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO E PRODUÇÃO DE ONDAS ELETROMAGNÉTICAS. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Física, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2020.

SONVEZ, Valdilene. UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ONDAS ELETROMAGNÉTICAS. 2019. 134 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Física, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão - PR, 2019.

AVELINO, Karla Cristina. SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA PARA O ENSINO DE ONDAS SONORAS. 2017. 20 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2017. Cap. 104.

SILVA, Taís Renata Schaeffer da; PÉREZ, Carlos Ariel Samudio. UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ESTUDO DAS LEIS DE NEWTON. 2018. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ensino de Ciências e Educação Matemática, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2018.

SIQUEIRA NETO, Antônio Pereira; SANTOS, Adevailton Bernardo dos. SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA ENSINO DE TÓPICOS DE OSCILAÇÕES E ONDAS. 2017. 62 f. - Curso de Física, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.



ROSA, Cleci Teresinha Werner da; PIER, Helena da Glória; DARROZ, Luiz Marcelo. SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA ABORDAR CONTEÚDO DE ONDAS A PARTIR DA PERSPECTIVA TEÓRICA DE PAULO FREIRE. *Revista Ciência & Ideias*, Passo Fundo, v. 9, n. 1, p. 162-182, abr. 2018.

VIEIRA, Mário Elias Marinho *et al.* VISÃO EXPERIMENTAL DA ENGENHARIA ELETRÔNICA PARA O ENSINO MÉDIO: CONQUISTA DE PÚBLICO E RECONQUISTA DE EGRESSO. *Rencima*, Curitiba, v. 6, n. 2, p. 54-69, jan. 2015.