v.2, n.8, 2025 - Agosto

REVISTA
O UNIVERSO OBSERVÁVEL

ENSINO DA INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA COM TURBINA EÓLICA VERTICAL SAVONIUS: uma proposta ausubeliana no Centro Estadual de Educação Profissional Luiz Pinto de Carvalho (Salvador-Ba)

Ismália Santos Alves[1]
Edson Mascarenhas Sanos[2]
José Carlos Oliveira de Jesus[3]
José Vicente Cardoso Santos[4]

Revista O Universo Observável
DOI: 10.5281/zenodo.16692678
ISSN: 2966-0599

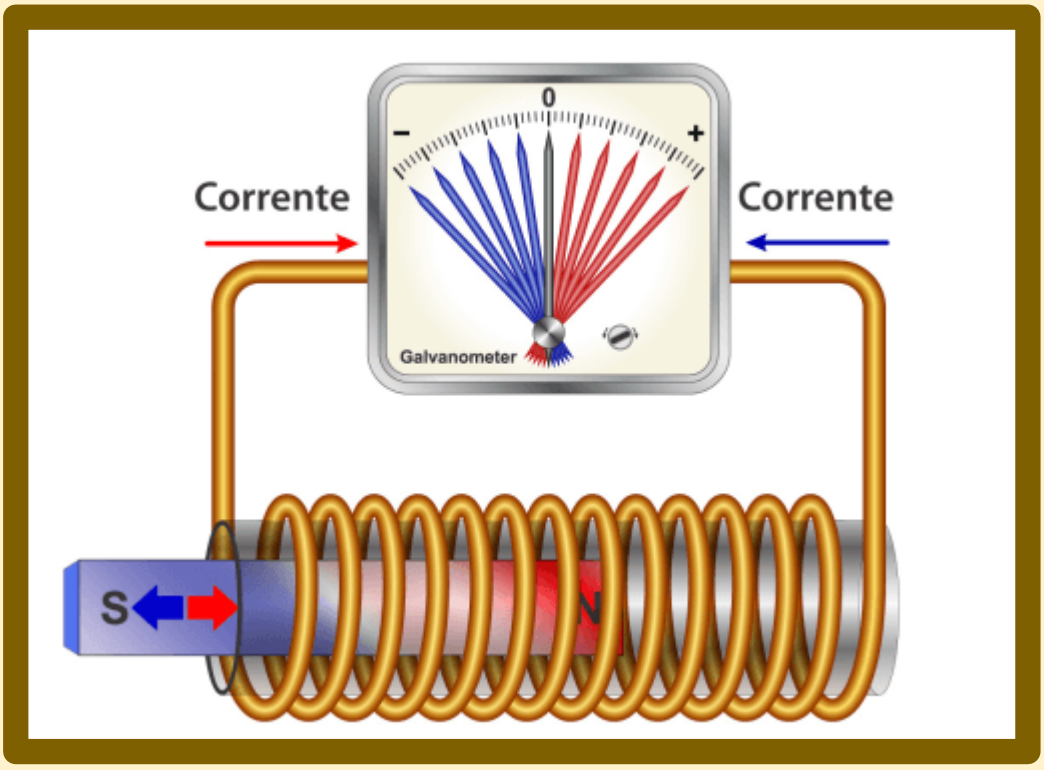
[1]Bacharel em Engenharia Civil, Licenciada em Física, Pós-graduada (MBA) em Negócios de Petróleo, Gás e Energia, Ms. em Ensino de Física pelo MNPEF/UNEB POLO 60. Professora de Física na rede pública e privada da Bahia.
E-mail: alves12609@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0002-9082-7345
[2]Físico (Bacharel), Ms. em Física e PhD em Física, Docente do Dep. de Ciências Exatas e da Terra, Campus I, Universidade do Estado da Bahia (UNEB).
E-mail: edmascarenhas@uneb.br
ORCID: https://orcid.org/0009-0002-1577-7034
[3]Físico (Bacharel e Licenciado). Ms. em Física. Dr. Educação, Docente do Dep. de Ciências Exatas e da Terra, Campus I, Universidade do Estado da Bahia (UNEB).
E-mail: josejesus@uneb.br
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6224-9528
[4]Físico (Bacharel), Dr. Mod. Comp. e Tec. Ind., Ms. em Educação, Ms. em Adm. e Com. Intern., Analista de Sistemas, Bacharel em Direito, Eng. Civil, Pós-Grad. em: . Fís. do Est. Sólido, Educ. e Psicop.; Eng. Amb., Aud. Contábil e Financeira.
E-mail: vicentecardoso@uneb.br
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2501-6175

REVISTA O UNIVERSO OBSERVÁVEL

v.2, n.8, 2025 - Agosto

ENSINO DA INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA COM TURBINA EÓLICA VERTICAL SAVONIUS: uma proposta ausubeliana no Centro Estadual de Educação Profissional Luiz Pinto de Carvalho (Salvador-Ba)

Ismália Santos Alves, Edson Mascarenhas Sanos, José Carlos Oliveira de Jesus e José Vicente Cardoso Santos



Fonte: https://aprovatotal.com.br/gerador-eletromagnetico/

PERIÓDICO CIENTIFÍCO INDEXADO INTERNACIONALMENTE

ISSN
International Standard Serial Number
2966-0599
www.ouniversoobservavel.com.br

Editora e Revista
O Universo Observável
CNPJ: 57.199.688/0001-06
Naviraí – Mato Grosso do Sul
Rua: Botocudos, 365 – Centro
CEP: 79950-000

REVISTA OUO UNIVERSO OBSERVÁVEL
O Conhecimento é o horizonte de eventos.
ISSN: 2966-0599
contato@ouniversoobservavel.com.br
www.ouniversoobservavel.com.br
Periódico Científico Indexado

RESUMO

Essa pesquisa considera uma estratégia com o uso da proposta pedagógico do David Ausubel para o ensino da indução eletromagnética com o uso de uma turbina eólica vertical e tem como objetivo geral o desenvolvimento de uma sequência didática utilizando um protótipo de uma turbina eólica vertical como estratégia para estimular os estudantes a explorar o fenômeno da indução eletromagnética, e, como objetivos específicos: a) realizar atividades experimentais demonstrativas com o intuito de despertar o interesse e curiosidade dos estudantes na disciplina de Física; b) possibilitar uma melhor aprendizagem dos conceitos físicos e proporcionar a troca de saber entre alunos. Para tanto, planeja-se realizar atividades experimentais demonstrativas com o intuito de despertar o interesse e curiosidade dos estudantes na disciplina de Física, que possam contribuir para a aprendizagem dos conceitos físicos. Para consolidar esse objetivo adota-se uma metodologia lastreada em uma revisão de literatura de cunho documental e histórico e com fulcro nas produções da Sequência Didática (SD) planejada e aplicada em uma Escola da Rede Pública do Estado da Bahia na cidade de Salvador, em uma turma do Curso Subsequente (PROSUB) de Técnico em Eletrotécnica com o objetivo de contextualizar a conversão da energia renovável gerada a partir da força dos ventos em energia elétrica. Com isso tem-se o apoio na teoria da aprendizagem significativa com interação cognitiva entre o novo conhecimento e conhecimentos prévios que perpassam por eficácia no processo de ensino e criação de subsunçores.

Palavras-chave: Indução Eletromagnética, Energia Eólica, Energia Elétrica.

ABSTRACT

This research considers a strategy using David Ausubel's pedagogical proposal for teaching electromagnetic induction using a vertical wind turbine. Its general objective is to develop a teaching sequence using a prototype of a vertical wind turbine as a strategy to encourage students to explore the phenomenon of electromagnetic induction. The specific objectives are: a) to conduct experimental demonstration activities to spark students' interest and curiosity in Physics; b) to enable better learning of physics concepts and promote the exchange of knowledge among students. To this end, experimental demonstration activities are planned to spark students' interest and curiosity in Physics, contributing to their understanding of physical concepts. To achieve this objective, a methodology based on a review of documentary and historical literature is adopted, based on the productions of the Didactic Sequence (DS), planned and implemented in a public school in the state of Bahia in the city of Salvador, in a class of the Subsequent Course (PROSUB) for Electrical Engineering Technicians. The objective is to contextualize the conversion of renewable energy generated from wind power into electrical energy. This is supported by the theory of meaningful learning, with cognitive interaction between new knowledge and prior knowledge, which permeates the teaching process and development of subsumers.

Keywords*: Electromagnetic Induction, Wind Energy, Electrical Energy.*

1. INTRODUÇÃO

Hodiernamente as propostas pedagógicas ficam cada vez mais densas e aplicáveis com aspectos e roupagens tecnológicas, entretanto tem-se que, para Moreira (2000, p.95), o ensino e aprendizagem são interdependentes, por melhor que sejam os materiais instrucionais, do ponto de vista de quem os elabora, a aprendizagem não é uma consequência natural, em especial no que se refere ao ensino de Física no Brasil, que é baseado ou referenciado por livros de texto.

Nesse cenário, nota-se que, normalmente, o ensino da disciplina de Física nas escolas está atrelado à prática da memorização, em especial a resolução de listas de exercícios, além disso, existe outro agravante que é o fato dos estudantes focarem seus estudos nos exames de acesso às universidades. Isso acontece porque o sistema educacional brasileiro tem como prerrogativa preparar o estudante para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e vestibulares, criando uma cultura escolar em que a Física se tornou uma matéria onde apenas se decora fórmulas para fazer provas, um estudo mecanicista que fecha as portas para o método científico. Dessa forma, a pressão exercida sobre os estudantes faz com que a sua visão seja focada na preparação para os exames de acesso às universidades (Ricardo; Freire, 2007).

Dessa maneira, a motivação para a realização dessa pesquisa foi o desenvolvimento de um produto educacional que possa contribuir para o processo de ensino e aprendizagem, apresentando a disciplina de Física em uma abordagem diferente da tradicional, de forma a torná-la mais interessante, inovadora e participativa; em um esforço para melhorar o ensino de Física na escola, levando aos estudantes uma melhor compreensão do mundo; além da tentativa de aproximá-los um pouco mais de um mundo sustentável, estabelecendo uma relação entre os seres humanos e a sustentabilidade de forma harmoniosa.

Assim a proposta de ensino de física desenvolvida neste estudo tem como base a Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS) do representante do cognitivismo David Ausubel, em especial no sentido de contribuir para uma aprendizagem significativa, neste trabalho apresenta-se o método experimental voltado para o ensino de Física na Educação Profissional e Tecnológica, abordando o tema Energia Eólica, usando como estratégia significativa uma fonte de energia renovável, caracterizada como protótipo da Turbina Eólica de Eixo Vertical, desenvolvida e montada em um laboratório didático, com o intuito de explorar o conceito físico da indução eletromagnética (Akwa, 2010; Alexander; Holownia, 1978).

Com isso, espera-se conduzir uma aula experimental, usando a TAS para desenvolver uma maior interação entre docentes-educandos e também entre educandos-educandos e, consequentemente, promover a motivação dos alunos para o estudo dos conteúdos relacionados ao tema proposto.

Dessa maneira o objetivo geral deste trabalho consiste no desenvolvimento de uma sequência didática utilizando um protótipo de uma turbina eólica vertical como estratégia para estimular os estudantes a explorar o fenômeno da indução

ISSN: 2966-0599
contato@ouniversoobservavel.com.br
www.ouniversoobservavel.com.br
Periódico Científico Indexado

eletromagnética, com foco no nível médio e suas aplicações. Os objetivos específicos são: realizar atividades experimentais demonstrativas com o intuito de despertar o interesse e curiosidade dos estudantes na disciplina de Física, possibilitar uma melhor aprendizagem dos conceitos físicos e proporcionar a troca de saber entre alunos.

Para isso, será apresentada a geometria desta turbina eólica, a descrição dos seus aspectos constitutivos em dois semicilindros com um formato de "S", fixados entre dois discos horizontais dispostos na posição vertical (Akwa, 2010; Alexander; Holownia, 1978).

O estudo está direcionado para a indução eletromagnética, com a variação do campo magnético nas proximidades de um condutor, em especial com o foco no nível médio e suas aplicações (Bonjorno, 2016).

Dessa forma, será feita a abordagem do tema Energia Eólica com vistas ao conteúdo do fenômeno da indução eletromagnética, promovendo uma visão geral e introdutória que trata da energia eólica como fonte alternativa sustentável para a produção de energia elétrica (Blandes, 2018).

Uma proposta do tema energia eólica no ensino fundamental II através da investigação. Dissertação de Mestrado em Ensino de Física, Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Santarém, PA, Brasil, 2018.). Para tanto, será utilizada a teoria de aprendizagem significativa, buscando identificar os subsunçores que estão presentes na estrutura cognitiva dos educandos, dando ênfase aos conhecimentos prévios relacionados ao processo de produção de eletricidade a partir de uma fonte de energia renovável.

Para consolidar essa pesquisa adota-se uma metodologia lastreada na revisão de literatura de cunho documental e histórico e com fulcro nas produções da Sequência Didática (SD) planejada, pois a mesma é parte integrante do produto educacional que embasa esta dissertação. Além dos temas que abordam o ensino de física, separamos trabalhos que abordam a área de energia eólica e temas diversos dentro da Física.

2. REVISÃO DE LITERATURA: EIXO TEÓRICO EDUCACIONAL

2.1 A teoria pedagógica proposta: TAS

A Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel foi proposta em 1963 no seu livro "*The psychology of meaningful verbal learning* ". De acordo com a TAS, uma nova informação se ancora em conceitos relevantes, os chamados subsunçores, que se encontram presentes na estrutura cognitiva do aprendiz Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p.137) destacam as estruturas cognitivas como estruturas hierárquicas de conceitos que correspondem a representações de experiências vivenciais do indivíduo.

Segundo a Psicologia Educacional dos teóricos Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p,34) "a aprendizagem significativa envolve a aquisição de novos significados e estes, por sua vez, são produtos da aprendizagem significativa". Com isso, entendemos que a manifestação de novos significados no aprendiz ajuíza o complemento de um processo de aprendizagem significativa. Dessa forma, os resultados das experiências de aprendizagem de uma pessoa estão organizados em blocos hierarquizados de conhecimentos.

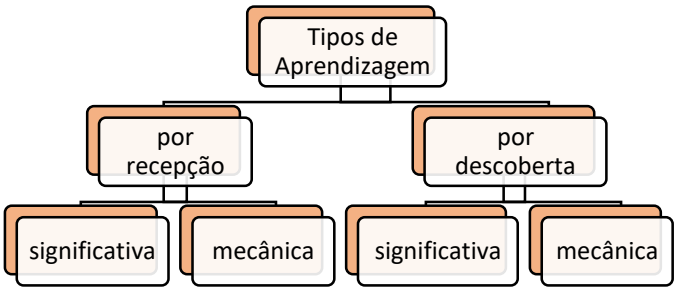
A ocorrência da aprendizagem significativa resulta na ampliação e modificação dos conceitos relevantes (subsunçores). A partir de um conceito mais amplo que se direciona aos específicos, o conhecimento pode ser construído de modo a se relacionar com novos conceitos, facilitando a compreensão das novas informações, o que dá significado real ao conhecimento adquirido.

Na concepção de Ausubel, os organizadores prévios consistem em informações e recursos introdutórios que devem ser apresentados aos estudantes antes dos conteúdos curriculares específicos, para servir de ponte entre o que eles já sabem e o que irão aprender de forma significativa (Ausubel, 2000; Ausubel, 1973).

A tarefa de aprendizagem proposta na teoria da Aprendizagem Significativa é que ela seja por recepção ou por descoberta, devendo se relacionar, de forma não arbitrária e substantiva (não literal), a uma nova informação e a outros conceitos relevantes já existentes na estrutura cognitiva do educando.

Dessa forma, com base na Teoria de Ausubel, Jesus (1999) esquematizou os tipos de aprendizagem, conforme apresentado no Diagrama 1.

Diagrama 1 - Tipos de Aprendizagem



Fonte: Adaptado JESUS, 1999.

Dessa forma, em contraponto à aprendizagem significativa, está a aprendizagem mecânica que vai ocorrer se a tarefa consistir de associações puramente arbitrárias, quando falta ao aluno o conhecimento prévio relevante necessário para tornar a tarefa potencialmente significativa (Ausubel, Novak e Hanesian, 1980).

Logo, a teoria da aprendizagem de Ausubel propõe a valorização dos conhecimentos prévios do aprendiz para que possam construir estruturas mentais utilizando, como meio, mapas conceituais que permitem descobrir e redescobrir outros conhecimentos, caracterizando, assim, uma aprendizagem prazerosa e eficaz (Ausubel, 2000; Ausubel, 1973).

Nesse sentido, o uso de atividades experimentais em sala de aula, potencializa o engajamento do aluno, pois proporciona aos mesmos um ambiente onde é possível testar as hipóteses por eles levantadas, as curiosidades e indagações acerca da experimentação, além de fazer uso da sua criatividade para resolver possíveis situações-problemas que venham a ocorrer durante as atividades práticas.

Proporcionando, dessa forma, a esse aprendiz experiências investigativas e interativas, levando em consideração o seu universo, explorando seu conhecimento prévio e respeitando o seu ritmo de aprendizagem.

ISSN: 2966-0599
contato@ouniversoobservavel.com.br
www.ouniversoobservavel.com.br
Periódico Científico Indexado

2.2 A física do processo em estudo

Particularmente, na Física, que é uma ciência cujos conceitos estão presentes em nosso cotidiano, porém, em sala de aula, essa relação é pouco explorada, prevalecendo o ensino tradicional, com o uso de cálculos matemáticos complexos, fórmulas, memorização de conceitos *etc* (Souza *et al*, 2009, p.2).

A desconexão entre o conhecimento escolar e a realidade do aluno, impedem que os educando construam um significado profundo para o que estão aprendendo, limitando assim a aprendizagem significativa. O modelo de ensino tradicional, muitas vezes, coloca o professor como detentor do conhecimento, não estimulando a participação ativa do aluno na construção do seu próprio aprendizado. Outro ponto importante relativo à aprendizagem, é o tempo disponibilizado pelos educandos ao estudo da disciplina, uma vez que, na maioria das vezes, a dedicação aos assuntos da Física acontece apenas quando se trata da realização de atividades avaliativas com o intuito de obter notas (Bonadiman; Nonenmacher, 2007, p. 196).

Dessa maneira, pelo exposto, pode-se considerar que o uso da aprendizagem significativa no ensino de física com a adoção de turbina eólica como objeto de estudo faz parte do uso de protótipos no ensino de conceitos complexos, como os relacionados ao fenômeno da indução eletromagnética, pode facilitar a compreensão dos alunos, onde, os protótipos, ao representarem de forma concreta os conceitos abstratos, tornam o aprendizado mais palpável e visual, estimulando a experimentação e a investigação por parte dos estudantes (Bonadiman; Nonenmacher, 2007, p. 196).

Considera-se também que as atividades em grupo são fundamentais para promover a interação entre os alunos, favorecer a troca de experiências e estimular a construção coletiva do conhecimento. Por meio do trabalho em equipe, os estudantes têm a oportunidade de desenvolver habilidades sociais, como a comunicação, a colaboração e o respeito mútuo. Além disso, as atividades em grupo possibilitam a diversificação de ideias e abordagens, enriquecendo o processo de aprendizagem.

Ausubel (1978, p. 25), também define o subsunçor como sendo uma "estrutura específica na qual uma nova informação pode se agregar ao cérebro humano, que é altamente organizado e detentor de uma hierarquia conceitual, que armazena experiências prévias do sujeito". Além disso, Ausubel, Novak e Hanesian, (1980, p.32) explica que "existem dois pontos básicos para que a aprendizagem significativa seja concretizada, sendo eles: 1) O material a ser aprendido deve ser potencialmente significativo e 2) O aluno precisa manifestar uma predisposição para aprender". Nesse sentido, o conceito de velocidade, por exemplo, poderá ter significado para o estudante se o mesmo for relacionado com outro conteúdo já existente na sua estrutura cognitiva, nesse caso, as unidades de medidas, podendo esse conteúdo servir de subsunçor para novas informações referentes ao conceito de velocidade.

No que refere-se á indução eletromagnética, que é o princípio físico fundamental por trás do funcionamento de turbinas eólicas enquanto geradoras de energia elétrica, tem-se a descoberta por Michael Faraday, no século XIX, essa lei estabelece que uma variação do fluxo magnético através de uma espira condutora induz uma corrente elétrica nas turbinas eólicas verticais, e que o movimento das pás causado pelo vento gira um eixo acoplado a um sistema de ímãs permanentes e bobinas (Akwa, 2010; Alexander; Holownia, 1978).

Com isso, á medida que o campo magnético criado pelos ímãs se move em relação às bobinas, o fluxo magnético através delas varia, induzindo uma corrente elétrica alternada nos condutores. Esse processo converte a energia cinética do vento em energia elétrica de forma que a vantagem das turbinas verticais sobre as horizontais está na captação de vento em múltiplas direções, sem necessidade de mecanismos de orientação. Isso favorece aplicações em ambientes urbanos e didáticos, com menor necessidade de ventos constantes e direcionais (Manwell *et al*., 2009).

A abordagem didática com base na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel propõe que o novo conhecimento seja relacionado com os conhecimentos prévios do aluno de forma lógica e não arbitrária (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980), e, nessa linha, ao utilizar uma turbina eólica vertical como recurso experimental, cria-se um "organizador prévio" eficaz que conecta conceitos abstratos da física, como indução eletromagnética e fluxo magnético, a situações concretas e observáveis, de formas que, ao modelar esse fenômeno permite-se aplicar a física de forma contextualizada e interdisciplinar, promovendo o que Ausubel denomina de aprendizagem significativa substantiva. Além disso, o uso de uma turbina real ou simulada contribui para o desenvolvimento de competências investigativas e de resolução de problemas (Moreira, 2011).

No aspecto físico considera-se também que a energia eólica envolve um campo de estudo amplo e contempla diversos temas dentro da física com a formação dos ventos, energia cinética, a energia mecânica produzida pelo vento e a transformação dessa energia em energia elétrica, tendo como aliado os recursos naturais favoráveis para possibilitar o processo de produção de eletricidade a partir de uma fonte de energia alternativa, limpa e renovável (Blandes, 2018).

Merece considerar também que as energias renováveis são formas de fontes de energia coletadas de recursos renováveis como o Sol, vento, geotermia, marés, dentre outros, que são continuamente restabelecidos pela natureza, dessa forma, essas energias renováveis não incluem recursos energéticos obtidos, por exemplo, a partir de combustíveis fósseis e produtos residuais de fontes fósseis pois algumas fontes de energia como a energia hidráulica (aproveitamento das águas dos rios), fotovoltaica (sol), eólica (ventos), biomassa, dentre outras, são consideradas fontes de energia renovável, pois não geram grandes impactos ao meio ambiente e seus recursos naturais envolvidos no processo de geração de energia não se esgotam (ANEEL, 2019; Camargo, 2013).

Nessa perspectiva, para suprir a demanda energética mundial, se intensificou a busca por fontes renováveis de energia, uma vez que essas fontes estão sempre disponíveis para utilização, não se esgotam e não causam grandes impactos ambientais. Dentre as diversas fontes renováveis de energia, encontra-se a energia eólica, que é uma fonte alternativa de energia limpa e

REVISTA OU UNIVERSO OBSERVÁVEL
O Conhecimento é o horizonte de eventos.
ISSN: 2966-0599
contato@ouniversoobservavel.com.br
www.ouniversoobservavel.com.br
Periódico Científico Indexado

renovável, sendo uma opção viável e complementar às fontes de energia convencional (Blandes, 2018).

A utilização de energias alternativas é um tema que vem sendo discutido há algum tempo, transformando a questão energética em um tema de extrema importância na atualidade, resultando em pesquisas e, consequentemente, investimentos no setor de energia, provocando a procura por fontes de energia novas e renováveis para substituir as fontes de energia convencionais.

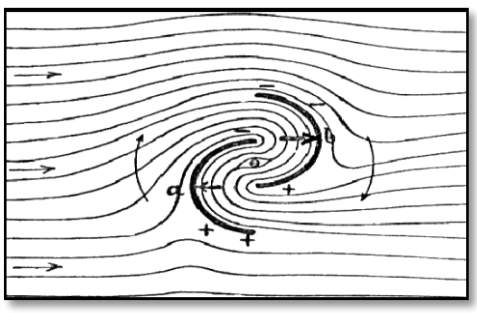
No caso da energia eólica no Brasil pode-se afirmar que os geradores eólicos são equipamentos que realizam a conversão da energia cinética contida no vento em energia elétrica, disponibilizando-a em seus terminais para a utilização local ou conexão à rede elétrica.

2.3 As turbinas Savonius

No caso especifico da energia eólica tem-se o surgimento das turbinas de vários tipos, eixo horizontal, eixo vertical, com apenas uma pá, com duas e três pás, gerador de indução, gerador síncrono *etc*, e, com o passar do tempo consolidou-se o projeto de turbinas eólicas com as seguintes características: eixo de rotação horizontal, três pás, alinhamento ativo, gerador de indução e estrutura não flexível, que de acordo com o princípio de conservação de energia e considerando-se algumas perdas entre os processos, basicamente um aerogerador converte energia a partir de dois processos e subdivididas em Pá, Eixo do rotor, Cabos de amarração, Caixa de engrenagens, Gerador e torre de sustentação, e, no caso específico do gerador Savonius (1884-1931), arquiteto e inventor finlandês, ficou conhecido pela invenção do rotor Savonius, uma turbina eólica de eixo vertical (Akwa, 2010; Alexander; Holownia, 1978).

Em 1926, Savonius desenvolveu e patenteou diversos estudos, dentre eles os aerogeradores de eixo vertical. Posteriormente, estes aerogeradores foram nomeados como do tipo Savonius, o princípio de funcionamento do seu rotor, denominado de rotor Savonius, baseia-se no acionamento diferencial, onde a geometria deste rotor consiste em dois semicilindros com um formato de “S”, colocados entre dois discos horizontais dispostos na vertical, com uma ligeira sobreposição ao centro e que gira com a passagem dos ventos, conforme indicado na Figura 1, histórica e originária, e que apresenta o esboço de fluxo em um rotor Savonius.

Figura 1: Esboço de Fluxo um rotor Savonius



Fonte: (The wing-rotor in theory and practice, 1926)

A Turbina Savonius utiliza a força de arrasto para empurrar as pás curvas e gerar um binário que vai provocar o giro do rotor. Logo, o seu princípio de funcionamento é extremamente simples, pois a turbina gira devido à diferença da força de arrasto que atua sobre as partes côncavas e convexas de suas pás, pois o ar fica preso na parte côncava e empurra a turbina (Akwa, 2010; Alexander; Holownia, 1978).

O caudal que atinge a parte convexa produz um arrastamento inferior ao da parte côncava, logo é este diferencial da força de arrasto que faz a turbina girar. Este fato diminui a eficiência da turbina, uma vez que parte da energia do vento é utilizada para empurrar a parte convexa, sendo assim desperdiçada.

Assim o rotor eólico do tipo Savonius se configura como sendo uma alternativa viável para descentralização da produção de energia elétrica e o funcionamento do rotor Savonius ocorre com o giro de suas pás côncava e convexa que estão posicionadas formando a letra “S” em um eixo vertical, onde sua rotação ocorre principalmente devido à força de arrasto proporcionada pelo vento sobre suas pás.

Entretanto a diferença entre estas pás torna o sistema Savonius pouco eficiente, provocando o desenvolvimento de alto torque e baixas velocidades angulares, por isso este tipo de rotor é comumente utilizado para estações de bombeamento e como força motriz. Segundo estudiosos do tema, a realização de alterações nesta turbina, como por exemplo, um aumento na sua razão de aspecto pode ser feita, o que irá proporcionar rotações mais altas e aumento da geração de energia elétrica.

3. RECURSO DIDÁTICO, SEQUÊNCIA DIDÁTICA, APLICAÇÃO E RESULTADOS

3.1 O recurso didático proposto

O recurso didático, elaborado na forma de uma Sequência Didática (SD) de forma que a SD desenvolvida aborda o tema energia eólica (Blandes, 2018), estabelecendo a relação do seu conteúdo com o fenômeno da indução eletromagnética na disciplina de Física. Para tanto foi utilizada a Teoria de Aprendizagem significativa de David Ausubel e a escolha de uma SD teve como base o fato dela possibilitar aos alunos atrelar o conteúdo estudado com os conteúdos vistos anteriormente, fazendo com que estes possam relacionar algo novo, a um conhecimento já adquirido previamente (Ausubel, 2000; Ausubel, 1973).

A sequência desenvolvida neste estudo é parte integrante do produto educacional desenvolvido no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), na Universidade do Estado da Bahia (UNEB) em Salvador/BA (Polo 60). A experiência aqui relatada me permitiu o exercício da docência na realidade escolar de uma Escola da Rede Pública da cidade de Salvador, Bahia, para alunos do Curso Subsequente (PROSUB) de Técnico em Eletrotécnica do turno noturno, no Centro Estadual de Educação Profissional Luiz Pinto de Carvalho, localizado no Bairro de São Caetano, cidade de Salvador, Estado da Bahia.

3.2 Sequência didática aplicada

3.2.1 Considerações iniciais á aplicação

Dessa maneira a sequência didática aplicada teve como objetivo geral promover uma visão geral e introdutória que trata da energia eólica como fonte alternativa sustentável para a produção de energia elétrica e os objetivos específicos foram a promoção da educação científica com qualidade para

ISSN: 2966-0599
contato@ouniversoobservavel.com.br
www.ouniversoobservavel.com.br
Periódico Científico Indexado

a formação de um cidadão mais crítico, responsável e participativo na sociedade, através do desenvolvimento de atitudes e valores para a transformação da realidade, sobre o tema produção de energia elétrica a partir de uma fonte alternativa de energia e a compreenção do processo de produção de energia elétrica com vistas ao conteúdo do fenômeno da indução eletromagnética.

Assim as aulas foram ministradas uma vez na semana, as terças-feiras no mês de outubro, no Laboratório de Tecnologia Elétrica do Centro Estadual de Educação Profissional Luiz Pinto de Carvalho com a participação efetiva da maioria dos alunos. Os encontros foram realizados em conjunto, com a participação de 20 (vinte) alunos da turma SUB ELETRO III e 11 (onze) alunos da Turma SUB ELETRO II.

Toda a aplicação da sequência didática foi feita de forma presencial, onde foram utilizados recursos computacionais, como slides do Microsoft PowerPoint
alunos. A descrição da sequência será feita nos próximos tópicos com o detalhamento de cada atividade realizada com os alunos. Além de debates durantes as aulas sobre o tema proposto, como também a representação gráfica das respostas das questões introdutórias.

Para a aplicação do recurso didático, foi elaborada o Quadro 1 que descreve uma sugestão de sequência didática. As etapas apresentadas nesta sequência foram organizadas de maneira a comtemplar os campos de experiências da Educação Profissional em conformidade com a nova BNCC.

Assim, a simulação da rotação da turbina Savonius pode ser uma atividade interessante e motivadora para os alunos, pois pode ajudá-los a compreender o funcionamento da turbina e a relação entre a indução eletromagnética e a geração de energia elétrica. Pensando nisso, antes do início do primeiro encontro, o protótipo da turbina eólica foi colocado sobre a bancada do laboratório para simular o seu funcionamento com o uso de um ventilador.

Quadro 1: Etapas da aplicação da Sequência Didática

Etapa	Campos de Experiências	Atividade
1ª etapa	Apresentação, avaliação e debates.	▪ Apresentação de vídeo: como funciona a energia eólica. ▪ Avaliação diagnóstica. ▪ Debates sobre o vídeo.
2ª etapa	Lei de Faraday e experimento de Oersted	▪ Aula expositiva: conceitos. ▪ Problematização: "É possível gerar energia elétrica usando imãs?".
3ª etapa	Transformação, funcionamento e simulação.	▪ Reconhecendo os tipos de turbinas eólicas e seu princípio de funcionamento. ▪ Introduzindo o processo a transformação de energia eólica em elétrica. ▪ Simulando a lei de Faraday no Phet.
4ª etapa	Experimentos e análise de dados.	▪ Reconhecimento da indução eletromagnética com experimentos de imã e bobina e protótipo da turbina eólica. Analisando dados de experimentos.
5ª etapa	Conhecimentos desenvolvidos.	▪ Verificando conhecimentos desenvolvidos nos encontros.

Fonte: (Autores, 2025).

Ao entrarem na sala e se depararem com a turbina em funcionamento, os alunos, em geral, ficaram entusiasmados e impressionados, tentando entender do que se tratava, deixei este ponto em aberto para que na medida em que o conteúdo fosse desenvolvido ele pudesse ser esclarecido, porém fiquei atenta aos comentários para verificar se algum deles conseguia identificar o tipo de equipamento que estava em funcionamento.

3.2.2 Os encontros com a turma

Ao total houveram cinco encontros com a turma e com diversas atividades em cda encontro. Assim, no primeiro encontro, para executar a atividade 1, iniciamos a aula com um vídeo sobre energia eólica publicado no YouTube (AES Brasil, abril/2020), com o título "*Como funciona a energia eólica*".

Ao assistir o vídeo, em geral, o ponto anotado incialmente foi esclarecido, pois os alunos conseguiram fazer a conexão do vídeo com o equipamento em funcionamento, perceberam que se tratava de o equipamento em sala de aula tinha relação com a energia eólica e o processo de energia elétrica, já que o vídeo mostrou imagens de um parque eólico com turbinas eólicas de eixo horizontal em funcionamento (Akwa, 2010; Alexander; Holownia, 1978).

No segundo encontro deve-se registrar, preliminarmente, que o primeiro encontro foi extenso, por isso entramos no horário do segundo encontro, por conta disso o tempo ficou bastante reduzido, assim para a atividade 4, utilizamos slides do Microsft PowerPoint contendo os gifs dos experimentos de Oersted e Faraday para relembrar alguns conceitos de magnetismo e eletricidade.

Iniciamos a atividade relembrando o vídeo "*Como funciona a energia eólica*", pois como todos já sabem, uma turbina eólica converte a energia cinética do vento em energia elétrica, o vídeo mostrou isso claramente. Expliquei que essa conversão é feita por meio de um processo chamado indução eletromagnética, assim neste momento perguntei se eles se lembravam desse assunto, como resposta o aluno A, respondei que se tratava da Lei de Faraday. Continuei explicando que a indução eletromagnética é um fenômeno físico que ocorre quando um campo magnético variável induz uma corrente

ISSN: 2966-0599
contato@ouniversoobservavel.com.br
www.ouniversoobservavel.com.br
Periódico Científico Indexado

elétrica em um condutor, sendo que no caso de uma turbina eólica, o campo magnético variável é gerado pelo rotor da turbina.

Merece também considerar que no terceiro encontro tivemos aula expositiva sobre indução eletromagnética, onde continuamos com o uso do Microsoft Power Point como recurso didático. Nesta aula utilizamos o vídeo "What is the Eletromagnetic Induction? Sem a utilização do aúdio. Durante a apresentação fui explicando cada parte e parando o vídeo quando necessário.

Em geral, os alunos ficaram interessados em aprender sobre indução eletromagnética, o conceito é fascinante e tem aplicações em uma ampla variedade de tecnologias, neste momento relacionei a indução eletromagnética com o vídeo sobre as turbinas eólicas dizendo que o princípio de funcionamento das turbinas eólicas é o fenômeno da indução eletromagnética.

No quarto encontro tem-se a aplicação do experimento virtual que foi utilizado o site do PHET[1], onde trabalhamos com um experimento específico: Lei de Faraday. O experimento da Lei de Faraday no Phet é um experimento interativo que permite aos alunos observar a indução eletromagnética em ação. O experimento consiste em uma bobina de fio, um imã e um voltímetro. Para realizar o experimento, os alunos devem primeiro conectar a bobina de fio ao voltímetro.

E, por fim, no quinto encontro aplicou-se a atividade para analisar o protótipo da turbina eólicas, observando o funcionamento do alternador, cujo princípio de funcionamento é a Lei de Faraday, indução eletromagnética. Os alunos analisaram o protótipo com o auxílio de um ventilador, que foi usado para testar um túnel de vento, fornecendo um fluxo de ar controlado para simular as condições do vento em um local específico, neste caso o laboratório. Os testes em ambiente externo são realizados em um local onde a turbina será instalada.

Todos esses encontros, suas nuances principais e registros de atividades e avanções podem ser detectados no Quadro 2, a seguir:

Quadro 2: Resumo dos Encontros e Atividades

Encontro	Atividades	Principais Observações
1º Encontro	1. Vídeo sobre energia eólica 2. Questionário de conhecimentos prévios 3. Resolução comentada 4. Debate sobre o vídeo	• Alunos reconheceram ligação entre vídeo e equipamento • Questões sobre diferenças nos modelos de turbinas • Índice alto de acertos em energia eólica; baixo em eletromagnetismo • Debate crítico sobre conteúdo e lacunas do vídeo • Apresentação informal do protótipo Savonius
2º Encontro	5. Gifs de experimentos de Oersted e Faraday 6. Revisão de conceitos de indução eletromagnética	• Relembraram vídeo anterior • Discutiram conversão de energia cinética em elétrica • Gifs despertaram interesse • Foram lançadas perguntas reflexivas para casa
3º Encontro	7. Aula expositiva com vídeo (sem áudio) sobre indução eletromagnética 8. Vídeo extra sobre alternador 9. Problematização: 'É possível gerar energia elétrica com imãs?'	• Boa receptividade ao tema • Compreensão do funcionamento do alternador • Alunos relacionaram conteúdos anteriores • Proposta de substituição do alternador lançada para pesquisa
4º Encontro	10. Experimento virtual com simulação Phet (Lei de Faraday)	• Simulação permitiu explorar conceitos fundamentais • Alunos puderam alterar variáveis e responderam questões • Problema técnico impediu experimento com pêndulo
5º Encontro	11. Análise do protótipo em funcionamento com túnel de vento 12. Discussão sobre substituição do alternador	• Uso de ventilador simulando túnel de vento • Alunos sugeriram uso de dínamo, bateria, motor de ventilador e máquina de lavar • Incentivo à pesquisa e desenvolvimento de protótipos

Fonte: (Autores, 2025).

Além disso esses testes são mais realistas do que os testes em laboratório, pois simulam as condições do vento reais, contudo, eles serão realizados em um momento posterior.

Na aula expositiva foi feita a proposta de substituição do alternador por outro dispositivo, assim a proposta.

ISSN: 2966-0599
contato@ouniversoobservavel.com.br
www.ouniversoobservavel.com.br
Periódico Científico Indexado

Deixou-se o ponto em aberto, como atividade, para que a turma elaborasse uma proposta para substituir o alternador da turbina eólica por outro dispositivo.

Os alunos apresentaram as seguintes alternativas para substituir o alternador da turbina eólica:

I. **Um dínamo**, que é um dispositivo que converte a energia mecânica em energia elétrica. Os dínamos são usados em bicicletas e carros para gerar energia elétrica para as luzes e outras partes elétricas. Um dínamo poderia ser usado para gerar energia elétrica para uma turbina eólica de pequeno porte.
II. **Uma bateria**, que é um dispositivo que armazena energia elétrica. Uma bateria poderia ser usada para armazenar a energia elétrica gerada pela turbina eólica. A energia elétrica armazenada na bateria poderia ser usada para alimentar dispositivos elétricos quando a turbina eólica não estiver gerando energia elétrica.

Eles informaram que um dínamo de bicicleta é um dispositivo relativamente barato e fácil de encontrar, que poderia ser usado para gerar energia elétrica para a turbina eólica. Informaram também que uma bateria de carro é um dispositivo relativamente potente.

Ela poderia ser usada para armazenar a energia elétrica gerada por uma turbina eólica de médio porte. Sugeri que eles pesquisassem sobre motor de ventilador e de máquina de lavar roupa, pois também poderiam ser adaptados no lugar do alternador. Os alunos foram incentivados a pesquisar as diferentes alternativas disponíveis e a avaliar as vantagens e desvantagens de cada uma, como a desenvolver protótipos de seus projetos para testar sua viabilidade, uma vez que eles serão futuros técnicos da área de eletricidade.

4. CONCLUSÕES

Em conclusão deve-se considerar que a **Lei de Faraday**, um pilar da física, estabelece uma conexão fundamental entre a **indução eletromagnética** e a geração de **energia elétrica nas turbinas eólicas**. Essa lei, descoberta por Michael Faraday em 1831, revela como o movimento relativo entre um condutor e um campo magnético gera uma força eletromotriz (FEM) no condutor.

A aplicação do recurso didático teve como estratégia de ensino uma sequênciade atividades, que contemplou os direitos de aprendizagem na Educação Profissional, os campos de experiências e os objetivos de aprendizagem e desenvolvimento. Além disso, possibilitou um trabalho diferenciado no ensino de física, pois permitiu desenvolver o protótipo de uma turbina eólica vertical do tipo Savonius para estudar a relação essencial entre o fenômeno da indução eletromagnética descrito pela Lei de Faraday e a energia eólica, unidos em um processo para geração de eletricidade limpa e renovável, dentro da perspectiva da Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel (Ausubel, 2000; Ausubel, 1973).

A aprendizagem significativa vai além da memorização de fatos e conceitos, pois envolve a conexão do novo conhecimento com as estruturas de conhecimento preexistentes do aluno, permitindo que ele compreenda e retenha a informação de forma mais profunda e duradoura. Os indicadores, abaixo relacionados, evidenciam alguns indícios de aprendizagem significativa no presente trabalho:

- Boa parte dos alunos conseguiu explicar conceitos relativos ao conteúdo proposto de forma clara e concisa, usando seus próprios termos e exemplos.
- A aplicação dos conceitos aprendidos durante os experimentos com imã e bobina e funcionamento do protótipo.
- Interação entre a prática e a teoria, uma vez que houve discussão acerca da construção de novo protótipo utilizando a indução eletromagnética, porém em uma proposta diferente da apresentada em sala de aula.
- A relação dos novos conhecimentos com seus conhecimentos prévios e com outras áreas do conhecimento.

O recurso didático aplicado possibilitou aos educando unir o estudo teórico do fenômeno da indução eletromagnética com a prática de analisar e acompanhar o funcionamento do protótipo de uma turbina eólica vertical do tipo Savonius, mediante orientações e explicações, ou seja, organizador prévio com o objetivo de apoiar os conceitos já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, facilitando a aproximação do conteúdo aos conhecimentos prévios, relacionando o contexto histórico envolvido e integrando os educandos ao processo de ensino e aprendizagem.

Ao combinar a teoria com a prática, o estudo das turbinas eólicas com a indução eletromagnética torna-se uma experiência educacional significativa, incentivando os alunos a investigar a aplicação da física em equipamentos tecnológicos.

A motivação e a participação dos alunos foram muito efetivas. Entre as principais conclusões, destaca-se a observação de uma grande mudança na dinâmica das aulas com a utilização de diferentes estratégias didáticas. Os educandos avaliaram a nova postura como positiva, informando que aulas com experimentos são mais dinâmicas e facilitam o processo de aprendizagem.

Aprovaram a dinâmica de poder analisar e acompanhar o funcionamento do protótipo de uma turbina eólica de pequeno porte, informando que esta interação entre a prática e a teoria permite troca de conhecimentos, pois os mesmos puderam socializar seus conhecimentos sobre o tema proposto.

Nesse sentido, a utilização desta sequência didática pode contribuir para aulas de Física em uma abordagem prática, podendo ser utilizada por diversos professores do Ensino Profissional, como também do Ensino Médio em outras instituições de Ensino, para despertar o interesse do educando por esta ciência. É possível averiguar nos dados registrados

ISSN: 2966-0599
contato@ouniversoobservavel.com.br
www.ouniversoobservavel.com.br
Periódico Científico Indexado

essa participação e esforço em procurar explicar, mesmo com algumas limitações, o que era pedido.

A participação nas aulas em termosde exposição de ideias e interação com o professor de modo a explicar determinadas situações também contribuiu para alcançar os objetivos estipulados.

REFERÊNCIAS

ABEEOLICA, Boletim Anual 2024. Disponível em https://abeeolica.org.br/energia-eolica/dados-abeeolica/. ABEEólica - Associação Brasileira de Energia Eólica. Acesso em 9 jul 2025.

AKWA, J. V. **Análise Aerodinâmica de Turbinas Eólicas Savonius Empregando Dinâmica dos Fluidos Computacional**, Dissertação de Mestrado, PROMEC, UFRGS, 2010.

ALEXANDER, A. J.; HOLOWNIA, B. P. **Wind Tunnel Tests On Savonius Rotor, Journal of Industrial Aerodynamics**, v. 3, No. 4, p. 343-351, 1978.77.

ANEEL. **Atlas de Energia Elétrica do Brasi**l. 2ª. ed. Brasília, DF: Agência Nacional de Energia Elétrica, 2019.

AUSUBEL, D. P. **Algunos aspectos psicológicos de la estructuctura del conocimiento**. Buenos Aires: El Ateneo, 1973.

AUSUBEL, D. P. **In defense of advance organizers**: A reply to the critics. Review of Educational Research, 48(2), 1978. 251-257.

Ausubel, D. P. **The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view.** Springer Science & Business Media. 2000.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BLANDES, Fabio Sarmento, 2018. **Uma proposta do tema energia eólica no ensino fundamental II através da investigação**. Dissertação de Mestrado em Ensino de Física, Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Santarém, PA, Brasil, 2018.

BONADIMAN, Hélio. Nonenmacher, Sandra E. B. **O gostar e o aprender no ensino de física: uma proposta metodológica**. Departamento de Física, Estatística e Matemática, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUÍ, Ijuí - RS. Cad. Bras. Fís., v. 24, n. 2: p. 194-223, ago. 2007.

BONJORNO *et al*. Física: Eletromagnetismo, Física Moderna, 3º. Ano, 3ª. Edição, São Paulo, Editora FTD, 2016, Coleção Física.

CAMARGO, Schubert. Atlas Eólico Bahia. **Secretaria de Ciência, Tecnologia e Informação**. Secretaria de infraestrutura, Governo da Bahia. 2013. Disponível em http://www.secti.ba.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=20. Acesso em 9 jul 2025.

JESUS, Marcos A. S. **Jogos na educação matemática: análise de uma proposta para a 5ª Série do ensino fundamental**. 1999. Dissertação de Mestrado em Psicologia da Educação Matemática. Universidade Campinas. Campinas.

MANWELL, J. F.; MCGOWAN, J. G.; ROGERS, A. L. **Wind energy explained: theory, design and application**. 2. ed. Chichester: Wiley, 2009.

MOREIRA, M. A. **Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel**. Brasília: Editora da UnB, 2011.

MOREIRA, Marco Antônio. Ensino de Física no Brasil: **Retrospectiva e Perspectivas**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 22, nº. 1, Março, 2000. Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

RICARDO, Elio C. FREIRE, Janaína C. A. **A concepção dos alunos sobre a física do ensino médio: um estudo exploratório**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, n. 2, p. 251-266. 2007. www.sbfisica.org.br. Acesso em 9 jul 2025.

SENAI, CIMATEC. **Potencial Eólico no Estado da Bahia: Técnicas Estatísticas e Demandas de Previsibilidade**. Programa de Pós-Graduação em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial. Professor José Vicente Cardoso Santos, 2018-11-20.

SOUZA, Marcus Venícius Juliano. DANTAS, Valter Assis. FILHO, J. Rufino de Freitas. ALMEIDA, Maria Angela Vasconcelos. **Utilização de situação de estudo como forma de alternativa para o ensino de física**. Revista Ensaio, vol. 11, nº 1, p. 1-15, 2009.

The wing-rotor in theory and practice. Reprint of edition Helsingfors, 1926, (Omnia-Mikrofilm-Technik), Munich, ca. 1981.