

Ensino e aprendizagem de viabilidade de parques eólicos utilizando *smartphone* e TAS
Education and learning of viability of wind farm projects using *smartphone* and TAS
Enseñanza y aprendizaje la viabilidad de los parques eólicos utilizando *smartphone* y
TAS

Recebido: 15/10/2020 | Revisado: 18/10/2020 | Aceito: 23/10/2020 | Publicado: 24/10/2020

Ana Flávia Peixoto de Camargos

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5993-0219>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Brasil

E-mail: anaflavia@ifmg.edu.br

Efrem Ferreira

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5579-0220>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Brasil

E-mail: efrem.ferreira@ifmg.edu.br

Gláucia do Carmo Xavier

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3133-7354>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Brasil

E-mail: glaucia.xavier@ifmg.edu.br

Resumo

Esta pesquisa foi desenvolvida com objetivo de avaliar o ensino e aprendizagem de alunos sobre energia eólica e viabilidade de projetos, em cursos técnicos do ensino médio integrado, por meio da Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel. Foi utilizado um produto educacional para quantificar os resultados, no formato de um aplicativo para *smartphone*, o qual foi denominado de “Direct Wind”. Esse aplicativo tem como característica fornecer a viabilidade técnica e econômica de projetos de investimentos de parques eólicos no Brasil, a partir de dados técnicos e financeiros. Para a aplicação deste produto, foi realizado um Workshop com apresentação geral de temas técnicos, do aplicativo e de cálculos da viabilidade de projetos. Como resultados, constatou-se por meio de pesquisa junto aos alunos que a dinâmica permitiu que o aprendizado fosse significativo e edificou novos saberes. Concluiu-se que o produto educacional pode ser utilizado em sala de aula como uma ferramenta auxiliar de ensino e aprendizagem de energia eólica, ratificando a aplicabilidade da Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel.

Palavras-chave: Teoria de aprendizagem Significativa; Ausubel; Energia eólica; Parque eólico; *Mobile app*.

Abstract

This research was developed with the objective of evaluating the teaching and learning of students about wind energy and project feasibility, in technical courses of integrated high school, through Ausubel's Theory of Meaningful Learning. An educational product was used to quantify the results, in the form of a smartphone application, which was called "Direct Wind". This application is intended to provide the technical and economic feasibility of wind farm investment projects in Brazil, based on technical and financial data. For the application of this product, a Workshop was held with a general presentation of technical themes, the application and calculations of project feasibility. As a result, it was found through research with students that the dynamics allowed the learning to be meaningful and built new knowledge. It was concluded that the educational product can be used in the classroom as an auxiliary tool for teaching and learning wind energy, confirming the applicability of Ausubel's Meaningful Learning Theory.

Keywords: Significant learning theory; Ausubel; Wind energy; Wind farm; Mobile app.

Resumen

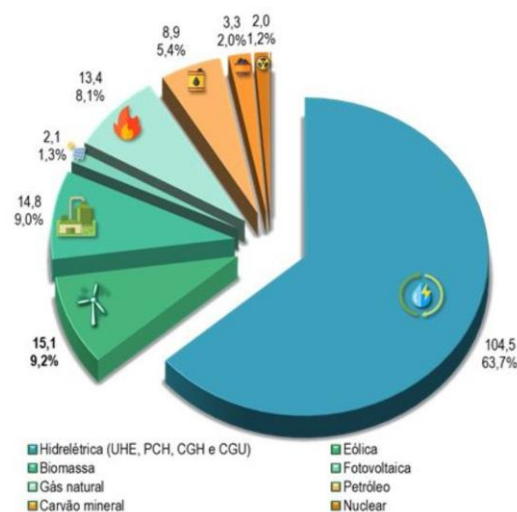
Esta investigación se desarrolló con el objetivo de evaluar la enseñanza y el aprendizaje de los estudiantes sobre la energía eólica y la viabilidad de proyectos, en cursos técnicos de bachillerato integrado, a través de la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Se utilizó un producto educativo para cuantificar los resultados, en forma de una aplicación para teléfonos inteligentes, que se denominó "Direct Wind". Esta aplicación está destinada a proporcionar la viabilidad técnica y económica de proyectos de inversión en parques eólicos en Brasil, en base a datos técnicos y financieros. Para la aplicación de este producto, se realizó un Taller con una presentación general de temas técnicos, la aplicación y cálculos de factibilidad del proyecto. Como resultado, a través de la investigación con los estudiantes se encontró que la dinámica permitió que el aprendizaje fuera significativo y construyera nuevos conocimientos. Se concluyó que el producto educativo puede utilizarse en el aula como una herramienta auxiliar para la enseñanza y el aprendizaje de la energía eólica, lo que confirma la aplicabilidad de la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel.

Palabras clave: Teoría del aprendizaje significativo; Ausubel; Energía eólica; El parque eólico; Aplicación móvil.

1. Introdução

As usinas hidrelétricas são as principais fontes de produção de energia do Brasil, com 104,5 GW de capacidade instalada. A energia eólica é responsável pela produção de 15,1 GW, ocupando o segundo lugar em relevância na matriz elétrica brasileira. Em 12 estados brasileiros têm instalados 601 parques eólicos, com sete mil aerogeradores (Canal Energia, 2020). Já em terceiro lugar, estão as usinas térmicas à biomassa (14,8 GW), seguida pelas usinas térmicas a gás natural (13,4 GW).

Figura 1. Matriz energética brasileira (GW).

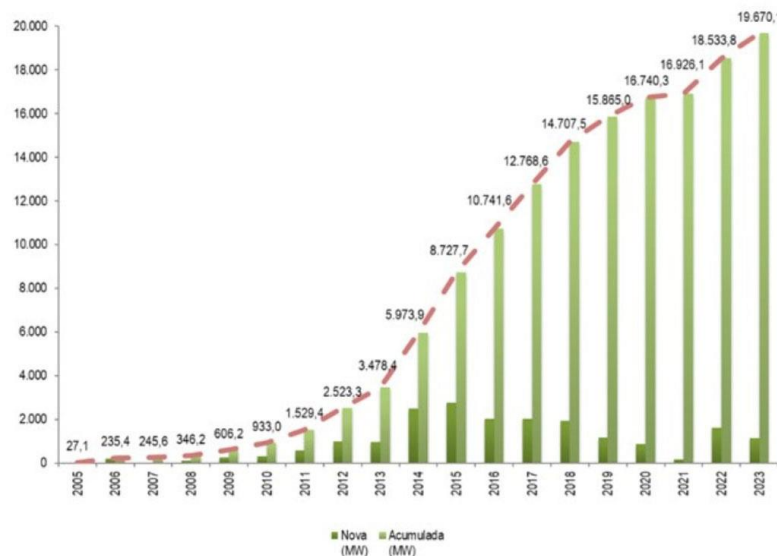


Fonte: Canal Energia (2020).

O Brasil é privilegiado não apenas pela qualidade do vento, mas também pela quantidade do mesmo. Enquanto o fator de capacidade (relação entre a produção real de energia de uma usina em um determinado período de tempo e a capacidade máxima de produção neste mesmo período de tempo) médio mundial é próximo de 25%, no Brasil, em 2018, foi de 42%. No Nordeste é comum os parques eólicos atingirem fatores de capacidades superiores a 80% durante os meses de junho a novembro. Então observa-se que a produção de energia dos aerogeradores no Brasil é superior de outros países (Canal Energia, 2020).

De acordo com o Canal Energia (2020), além dos parques eólicos com capacidade instalada de 15,1 GW, existem outros projetos de mais 4,6 GW já contratados ou em construção. Esses dados representam que, ao final de 2023, serão pelo menos 19,7 GW considerando apenas: i) contratos efetuados em leilões e com outorgas do mercado livre e; ii) contratos assinados até o presente momento. Estas informações podem ser visualizadas na Figura 2.

Figura 2. Evolução da capacidade instalada no Brasil.



Fonte: Canal Energia (2020).

É diante desse cenário de crescimento de produção de energia renovável que este trabalho se justifica ao apresentar um produto educacional de inovação metodológica na forma de um aplicativo para *smartphone* (*mobile App*), denominado “Direct Wind”. Este aplicativo foi fruto de um projeto de pesquisa desenvolvido por três professores e dois alunos em uma instituição de ensino pública federal, em 2019, e foi adaptado de Worcester et al. (2013). Esse trabalho permite implementar um projeto de parques eólicos no Brasil e realizar análises de viabilidade técnica e econômica de investimentos. O aplicativo tem como característica analisar aspectos técnicos como, por exemplo, a velocidade do vento e a localização do parque eólico, bem como os aspectos financeiros, a saber:

- investimento necessário;
- receita (fluxo de caixa);
- *payback* (tempo de retorno);
- Valor Presente Líquido (VPL), e;
- Taxa Interna de Retorno (TIR).

Levando em consideração as contribuições da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel para o ensino e para uma aprendizagem significativa, destacam-se dois passos fundamentais, a saber: i) investigação dos conhecimentos prévios dos alunos; ii) material potencialmente relevante que permite que a aprendizagem seja mais fácil (Ausubel, 1982). Diante dessas considerações, esta pesquisa tem como objetivo principal realizar um

Workshop e apresentar aos alunos de cursos técnicos do ensino médio integrado de uma instituição de ensino pública federal o produto educacional desenvolvido sobre energia eólica e viabilidade técnica e econômica de projetos. O Workshop será realizado com dinâmica em grupo de alunos, previamente convidados, para que os professores possam avaliar o ensino e aprendizagem deles, tendo como métrica os conhecimentos adquiridos anteriormente na vida acadêmica e o aprendizado deles ao utilizar o material didático potencial.

Esses conhecimentos adquiridos anteriormente, denominado por Ausubel de subsunçores, envolvem, por exemplo, a utilização de régua de medida, multiplicação, divisão, regra de três simples, mapas das regiões brasileiras e conceitos de matemática financeira (fluxo de caixa, *payback*, VPL e TIR).

Ao término do Workshop, será realizada uma pesquisa com os alunos para avaliar se:

- os conhecimentos prévios ajudaram no ensino e aprendizagem em energia eólica;
- o produto educacional facilitou a aprendizagem e se o mesmo pode ser transformado em um material potencialmente relevante para ser utilizado em sala de aula, como ferramenta complementar de ensino;
- o tema despertou interesse sobre o assunto estudado;
- a dinâmica forneceu confiança aos alunos para que eles possam participar de trabalhos futuros nesta área.

Este trabalho está organizado em cinco seções, sendo a primeira a introdução. Na segunda seção serão introduzidos os conceitos da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. Na terceira serão apresentados a metodologia adotada na pesquisa para realizar o Workshop e o produto educacional. Na quarta seção, serão descritos os resultados e discussões obtidas na dinâmica com os alunos. Por fim, na última seção serão realizadas as considerações finais e apresentadas as contribuições do “Direct Wind”, como um instrumento para o ensino e aprendizagem em energia eólica.

2. O Ensino e Aprendizagem Significativa

De acordo com a teoria sociocultural, é através da combinação do aprendizado com o nível de desenvolvimento do aluno que as informações, habilidades, atitudes e valores para a sua vida são adquiridos. A educação se torna um processo dinâmico e dialético, cuja teoria e prática são influenciadas pelo contexto cultural, econômico, social e político das diferentes

sociedades nas quais está inserida (Boiko, Zamberlan, 2001; Moreira, 1999; Vigotsky, Luria, & Leontiev, 2010).

Sabe-se que muitas são as formas e maneiras de aprender e que o elemento básico ou mais importante da Teoria da Aprendizagem Significativa é o conhecimento prévio do aprendiz, ou seja, o conhecimento já solidificado na sua estrutura cognitiva. Entretanto, a aprendizagem significativa vai muito além desta tautologia (Ausubel, 1963; Ausubel, 1968; Ausubel et al., 1978).

Vale dizer que a aprendizagem significativa é aquela em que o significado do novo aprendizado vem da integração com o conhecimento já existente na estrutura cognitiva do indivíduo, o qual já possui um determinado grau de estabilidade e diferenciação. Nessa integração, não só o novo aprendizado adquire significado, como também o conhecimento anterior fica mais rico, mais elaborado e adquire novos sentidos (Moreira, 2016).

Moreira (2016) cita também a aprendizagem mecânica, em que o novo conhecimento é absorvido pelo aluno de maneira arbitrária. Nesse caso, não existe uma relação entre o conhecimento novo e a estrutura cognitiva já estabelecida. Com isso, o novo conhecimento não agrega ou não dá continuidade ao conhecimento existente. Todavia, a distinção entre a aprendizagem mecânica e a significativa não é dicotômica, pois há possibilidade de uma aprendizagem inicialmente mecânica se tornar significativa com a inserção um novo conhecimento no processo entre elas.

De acordo com Ausubel et al. (1983), tem-se a aprendizagem por descoberta, na qual o conhecimento principal é adquirido de forma independente pelo aluno, antes que possa ser associado à estrutura cognitiva de maneira substantiva e não arbitrária para ocorrer a aprendizagem significativa. O que determina a aprendizagem significativa de um novo conteúdo não é a maneira como o indivíduo tem acesso, por apresentação ou descoberta, a tal conteúdo, mas o modo como ele é associado à estrutura cognitiva do indivíduo (Moreira, 2016).

Segundo Moreira (2016), a base do processo de aprendizagem significativa está nas ideias expressas simbolicamente, que estão relacionadas de forma não arbitrária e não literal com aquilo que o indivíduo já conhece, isto é, com algum aspecto existente e relevante da sua estrutura cognitiva, como um conceito, um símbolo já significativo, uma imagem. Esse aspecto presente na estrutura cognitiva é o que se chama de subsunçor. Então a estrutura cognitiva é um conjunto de subsunçores e suas inter-relações. A presença de subsunçores adequados é a base necessária para a aprendizagem significativa, mas não suficiente porque o

indivíduo deve ter a atitude de associar os novos conhecimentos aos conhecimentos existentes na estrutura cognitiva.

De acordo com Moreira (2016), para que ocorra a aprendizagem significativa, o novo conhecimento deve relacionar de modo não arbitrário e substantivo com o conhecimento existente do indivíduo e, o mesmo deve ter uma postura ativa de aprendizagem para fazer esse relacionamento. Pensando em relação ao ensino e aprendizagem, fala-se que o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo, isto é, tem uma relação de maneira não-arbitrária e não literal à estrutura cognitiva do aluno e o mesmo deve buscar relacionar o novo material com aquilo que já tem conhecimento na sua estrutura cognitiva.

Já de acordo com Martín & Solé (2014, p. 62):

Na teoria da assimilação identificam-se três condições imprescindíveis para que o aluno possa realizar aprendizagem significativa. A primeira refere-se à necessidade de que o material novo a ser aprendido seja potencialmente significativo do ponto de vista lógico; que tenha estrutura e organização internas, que não seja arbitrário. Em segundo lugar, o aluno deve contar com conhecimentos prévios pertinentes que possa relacionar de forma substancial com o novo que tem de aprender. Ou seja, a informação nova deve ser relevante para outros conhecimentos já existentes, ou, o que dá no mesmo, o conteúdo da aprendizagem deve ser também potencialmente significativo do ponto de vista psicológico. Por último é necessário que o aluno queira aprender de modo significativo.

Conforme a citação acima, a aprendizagem significativa é efetiva quando se têm três características presentes que são: i) o material potencialmente significativo; ii) conhecimentos prévios adquiridos; e, iii) o aluno querer aprender de modo significativo. Assim, conclui-se com esses autores que, além da necessidade do aluno de manifestar interesse por um determinado assunto, ele precisa estar disposto a produzir os novos conhecimentos de forma significativa, relacionando a nova informação com os subsunçores existentes na sua estrutura cognitiva.

Nessa perspectiva, a teoria de Ausubel, TAS, é um marco teórico importante a essa pesquisa, uma vez que este estudo buscou elencar os processos de aprendizagem significativa aos alunos de ensino médio integrado, no que se refere à energia eólica no Brasil. Para isso, foi desenvolvido um processo de ensino aprendizagem com foco no material potencialmente relevante, aqui chamado de aplicativo “Direct Wind”.

3. Metodologia

De acordo com Pereira A. S. et al. (2018), neste trabalho, dentre as várias opções metodológicas, optou-se pela pesquisa qualitativa, por entender ser a que mais se adequa para avaliar o ensino e aprendizagem de alunos. Deste modo, dentre as técnicas optou-se pela observação participante, em que há o envolvimento direto do investigador com um grupo social que ele estuda e também por aproximar o pesquisador do objeto de pesquisa, mantendo a distinção entre eles. E o instrumento de pesquisa utilizado foi um questionário com perguntas objetivas e discursivas. A metodologia adotada para avaliar o ensino e aprendizagem dos alunos, tendo em vista a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, foi a proposição de um Workshop para alunos dos cursos técnicos do ensino médio integrado em Administração, Informática e Eletrotécnica de uma instituição de ensino pública federal. Foi apresentado aos alunos no Workshop o produto educacional por meio de uma dinâmica em grupo, com intenção de não utilizar o método de ensino tradicional baseado em quadro, giz, slide. Os professores também tiveram a intenção de sair do padrão de aprendizado dos alunos, onde eles somente recebem informações, configurando uma postura mais passiva.

Na dinâmica proposta pelos professores, os alunos utilizaram conhecimentos prévios adquiridos anteriores como a utilização de régua de medida, multiplicação, divisão, regra de três simples, mapas das regiões brasileiras e conceitos de matemática financeira, etc. Esta proposição vem de encontro com a Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel.

Os alunos foram convidados pelos professores envolvidos no projeto de pesquisa e, aqueles que aceitaram o desafio, preencheram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) e realizaram a dinâmica. A intenção foi validar a aprendizagem e o conhecimento que eles obtiveram ao utilizar o aplicativo “Direct Wind” no projeto de parques eólicos.

Os participantes do Workshop foram divididos em grupos de acordo com as 5 (cinco) regiões do Brasil (Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul). Além dos grupos, 5 (cinco) etapas foram criteriosamente seguidas no desenvolvimento da dinâmica, a saber:

- i) os professores e instrutores apresentaram algumas informações técnicas sobre energia eólica, viabilidade de projetos, bem como sobre o aplicativo para *smartphone* denominado de “Direct Wind”. Essas informações foram imprescindíveis para que os alunos se orientassem quanto ao tema em discussão;
- ii) os alunos preencheram um roteiro para escolherem onde iriam instalar o parque eólico, de acordo com a região do Brasil que estavam trabalhando, considerando as instruções gerais, da etapa um, e dos conhecimentos prévios já adquiridos por

eles. Vale ressaltar aqui que cada grupo teve a liberdade de escolher onde seu parque eólico seria instalado, sem a intervenção dos professores e instrutores. Essa etapa foi importante para que os alunos pudessem analisar situações investigativas, hipotéticas, bem como questionar, experimentar e expor suas ideias;

- iii) após preenchimento do roteiro, os alunos utilizaram essas informações para inserir os dados no aplicativo para *smartphone* e, posteriormente, o mesmo calculou a viabilidade técnica e econômica do parque eólico a ser instalado no local escolhido anteriormente por cada grupo;
- iv) no término da dinâmica, os alunos apresentaram o resultado de seus projetos de investimento para os outros grupos e tiveram oportunidades de construir conceitos e envolverem em atividades científicas;
- v) após esta apresentação, os alunos responderam um questionário com várias perguntas objetivas e discursivas para que os professores pudessem avaliar o nível de ensino e aprendizado que eles tiveram com a realização da dinâmica proposta no Workshop.

Todo o material utilizado neste Workshop, incluindo o aplicativo, pode ser encontrado no repositório disponível em: <https://github.com/efremfer/Direct-Wind>.

Para o desenvolvimento da dinâmica, os alunos tiveram que fazer o levantamento dos parâmetros mais relevantes do projeto de investimento de um parque eólico, os quais foram denominados de parâmetros primários. Com a utilização desses parâmetros, também disponíveis no repositório acima, eles realizaram cálculos matemáticos básicos como determinar o comprimento da linha de transmissão necessário para interligar o novo parque eólico ao sistema elétrico de potência existente e realizar mudanças de escalas. Com esses dados os alunos puderam alimentar o aplicativo “Direct Wind” que funciona no sistema operacional Android (Android, 2020). A seguir são apresentadas nas subseções essas informações com mais detalhes.

3.1 Parâmetros primários do projeto

Para aplicações mais realísticas de parques eólicos é importante avaliar precisamente o custo necessário de implantação que reflita as condições reais do projeto. Todos os dados sobre os custos de turbinas eólicas, instalação, operação e manutenção foram obtidos em

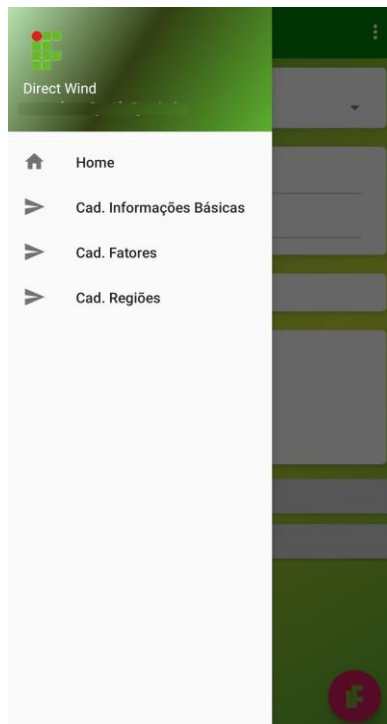
fontes disponíveis em revistas e sites oficiais de órgãos normativos e regulamentadores do exterior e do Brasil (EPE, 2019; Windustry, 2020; CCEE, 2020).

Os parâmetros do projeto incluem características que são mais críticas para a viabilidade técnica e econômica do parque eólico como, por exemplo: i) custos específicos do terreno onde será instalado; ii) região para instalar o parque; iii) potência instalada; iv) fator de capacidade e energia; v) produção de energia anual; vi) *layout* dos aerogeradores; vii) interconexão com o sistema elétricos, dentre outros. Todos esses parâmetros foram obtidos de sites oficiais (EPE, 2019; Windustry, 2020; CCEE, 2020). Um exemplo de estudo de caso de um projeto de parque eólico pode ser encontrado no trabalho de Wekken (2007). Os fatores que foram considerados mais importantes e, portanto, considerados neste projeto estão no repositório: <https://github.com/efremfer/Direct-Wind>.

3.2 Desenvolvimento do produto educacional – aplicativo para *smartphone*

O aplicativo para *smartphone* foi desenvolvido para ser executado no sistema operacional Android (Android, 2020). Com o uso do aplicativo, o usuário pode selecionar os dados do projeto, de acordo com a região do Brasil, localização do parque eólico, etc. Por meio dessas informações, o aplicativo realiza os cálculos automaticamente informando se o projeto é viável ou não economicamente. O App opera de modo que as informações sejam inseridas de forma gradual para não sobrecarregar o usuário, tal como tela inicial ilustrada na Figura 3.

Figura 3. “Direct Wind” e suas opções de entrada.



Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

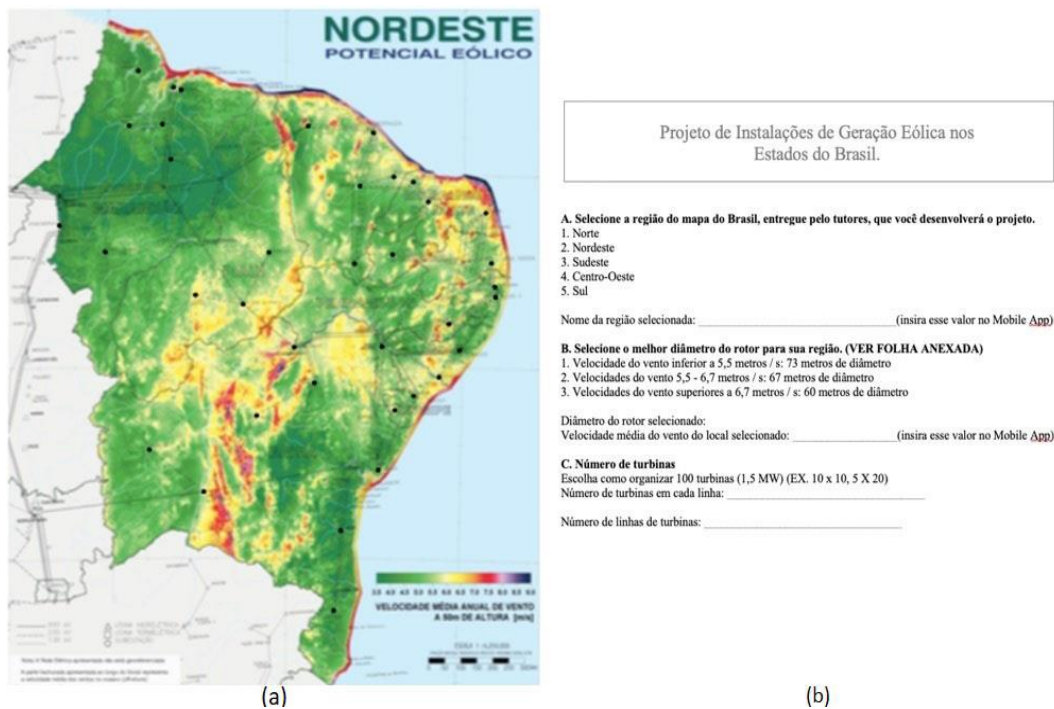
A Figura 3 têm quatro abas com preenchimentos específicos de informações técnicas que devem ser cadastradas pelos alunos: “Home”, “Cadastro de Informações Básicas”, “Cadastro de Fatores” e “Cadastro das Regiões”. Essas abas são utilizadas para inserir os dados dos parâmetros primários, citados anteriormente. O passo a passo pode ser obtido no repositório: <https://github.com/efremfer/Direct-Wind>.

4. Resultados e Discussões

Neste trabalho foi proposto um Workshop, com duração de quatro horas, para realizar uma dinâmica em grupo com intuito de avaliar se os alunos do ensino médio integrado tiveram uma aprendizagem significativa através dos conhecimentos prévios adquiridos e do material potencialmente relevante (produto educacional), de acordo com a TAS de Ausubel.

Cada grupo tinha dois participantes os quais foram entregues um mapa com uma região do Brasil e com informações da velocidade do vento de cada área, da proximidade com estradas e das linhas de transmissão de energia elétrica existentes no país, tal como ilustrado na Figura 4a. Foi entregue também um roteiro com os principais passos necessários para realizar o projeto, como visualizado na Figura 4b.

Figura 4. a) Mapa da velocidade do vento e linha de transmissão; b) Roteiro do projeto.



Fonte: a) (CRESESB, 2001); b) Elaborada pelos autores (2020).

A Figura 4a ilustra a região do Nordeste do Brasil cujos pontos em preto representam as subestações elétricas existentes para interligação com as usinas eólicas. Já a Figura 4b ilustra o roteiro no qual o aluno teria que inferir informações e realizar alguns cálculos básicos para inserir os parâmetros primários no App. Vale ressaltar que cada grupo teve a liberdade de escolher onde seu parque eólico seria instalado (considerando seus conhecimentos prévios), bem como seguir as etapas previstas no roteiro sem a intervenção dos professores e instrutores a partir deste momento.

Alguns grupos consideraram somente a velocidade do vento para instalar o parque eólico. Já outros grupos, observaram que a localização do parque eólico podia demandar quilômetros de linhas de transmissão para interligar com o sistema elétrico existente. Ao observar o custo unitário para implantação da linha de transmissão por quilômetro, os resultados das tomadas de decisão tornaram realistas os projetos e permitiram que os alunos pudessem ver as vantagens e desvantagens de escolher determinado local ao invés de outro, além de decidir um local com a melhor velocidade do vento.

Ao concluir o roteiro, cada grupo transferiu as respostas para o produto educacional e o mesmo informou se o projeto seria viável economicamente por meio do fluxo de caixa e da receita acumulada. A Figura 5 ilustra os alunos analisando os mapas, realizando os cálculos

básicos e inserindo os valores no App, o qual pode ser utilizado via *smartphone* ou emulado no computador.

Figura 5. Preenchimento do roteiro e dados no aplicativo.



Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

Nessa etapa os alunos tiveram oportunidade de envolver em situações investigativas, de testar hipóteses, questionar, experimentar, expor ideias gerando um ambiente importante para investir em descobertas, perguntas e investigação.

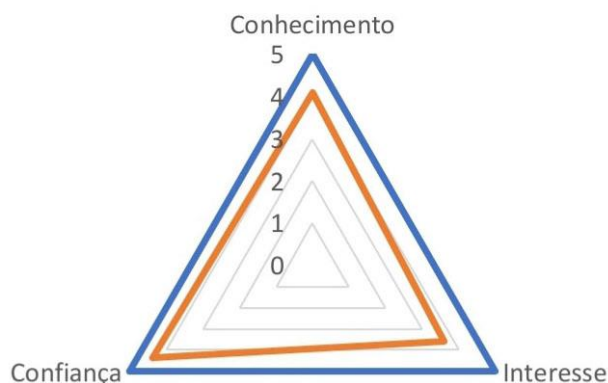
Após determinar as informações técnicas e econômicas, os alunos apresentaram os resultados de seu projeto de investimento para outros grupos, considerando os fatores iniciais que eles utilizaram no projeto e os impactos destes fatores nos resultados. No final da discussão, os grupos que encontraram inviabilidade financeira no projeto tentaram novos valores a fim de analisar como as alterações nos parâmetros primários afetariam os resultados e, concluíram, a viabilidade do mesmo.

Ao término da atividade, uma pesquisa foi realizada junto aos alunos por meio de um questionário para avaliar se (Worcester et al., 2013): i) os conhecimentos prévios ajudaram no ensino e aprendizagem em energia eólica; ii) o produto educacional facilitou a aprendizagem e se ele pode ser transformado em um material potencialmente relevante para ser utilizado em sala de aula, como ferramenta complementar de ensino; iii) o tema despertou interesse sobre o assunto estudado, e; iv) a dinâmica forneceu confiança aos alunos para que eles possam participar de trabalhos futuros nesta área.

As sugestões dos alunos sobre a dinâmica foram úteis para entender os pontos fortes e fracos da dinâmica e do produto educacional. Os alunos responderam ao questionário, onde as perguntas eram frases afirmativas e as respostas foram definidas na escala Likert de 5 (cinco) pontos, variando de 1 (um) (discorda totalmente) a 5 (cinco) (concorda totalmente).

A Figura 6 ilustra o resultado dos aspectos considerados como: conhecimento, confiança e interesse dos alunos, tendo como base a média de cada um dos três aspectos descritos.

Figura 6. Aspectos de conhecimento versus interesse versus confiança.



Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

Em geral, os níveis de aprendizagem de um novo assunto, o interesse sobre o assunto estudado e a confiança para participar de trabalhos futuros na área de energia eólica foram positivos, conforme Quadro 1.

Quadro 1. Classificação em conhecimento, interesse e confiança.

Aspectos	Itens	Média ± Desvio Padrão (DP)
Conhecimento	Ajudou no aprendizado de energia eólica e viabilidade de projetos.	4,00 ± 0,76
	Ajudou no aprendizado de um assunto novo relacionado a engenharia e/ou ciência.	4,50 ± 0,76
	Com o conhecimento adquirido foi possível explicar a outras pessoas que não participaram do Workshop sobre energia eólica e projetos de investimentos.	3,75 ± 1,58
Interesse	Despertou o interesse sobre o novo conhecimento e pesquisar mais sobre o assunto	4,00 ± 1,07
	Aumentou o interesse em estudar engenharia ou ciências na faculdade.	3,25 ± 1,58
Confiança	Maior confiança na capacidade para participar de atividades ou projetos futuros nesta área.	4,38 ± 0,74

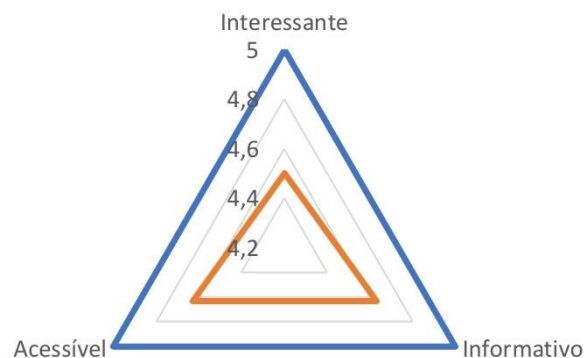
Fonte: Adaptado de Worcester et al. (2013).

Analisando o Quadro 1, pode-se concluir com os resultados da pesquisa que a dinâmica facilitou o aprendizado sobre energia eólica e análise de viabilidade de projeto

(Média = 4,00, DP = 0,76) e ajudou a aprender algo novo sobre engenharia e/ou ciências (Média = 4,50, DP = 0,76). Os alunos demonstraram interesse em estudar engenharia e/ou ciências na faculdade (Média = 3,25 DP = 1,58) e adquiriram confiança na capacidade de participar de um projeto de engenharia e/ou ciência (Média = 4,38, DP = 0,74).

Os alunos também avaliaram se a dinâmica foi interessante, informativa e acessível com base na mesma escala, tal como Figura 7.

Figura 7. Aspectos de interessante versus informativo versus acessibilidade.



Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

Analisando a Figura 7, conclui-se que as avaliações gerais foram positivas em termos do interesse (Média = 4,50, DP = 0,53), da questão informativa (Média = 4,63, DP = 0,74) e da acessibilidade (Média = 4,63, DP = 0,52).

Nesse questionário também foi perguntado aos alunos se eles recomendariam este minicurso a seus amigos (Média = 3,75, DP = 1,75). A maioria dos alunos respondeu que sim, tal como respostas listadas abaixo:

- “O minicurso é bem instrutivo, além do que conhecimento nunca é demais.”;
- “Eu recomendaria, pois esse aplicativo trabalha com dados reais e ajuda as pessoas a terem interesse ou não nesse tipo de investimento. E ainda, o minicurso foi bem aplicado por todos. ”;
- “Foi um minicurso que estimula o futuro aluno da engenharia.”.

Ainda foi perguntado aos alunos se este projeto poderia ser melhorado caso a dinâmica fosse oferecida novamente. Alguns relatos deles, podem ser vistos a seguir:

- “A breve explicação no início do minicurso deveria ser mais longa.”;

- “Os dados que são fixos já poderiam estar cadastrados para ganhar mais agilidade.”.

Assim, diante dessas informações, melhorias podem ser reforçadas para os próximos Workshops, bem como para tornar o material ainda mais potencial para ser utilizado como uma ferramenta auxiliar em sala de aula.

Conclui-se que a possibilidade de atribuir significado ao material depende da presença e da ativação de conhecimentos já presentes na estrutura cognitiva do aluno. Não se pode separar o material dos conhecimentos prévios, pois a aprendizagem significativa se produzirá na proporção em que esses dois aspectos se ajustem entre si. O aluno deve querer compreender, isto é, estabelecer relações substanciais entre os novos conteúdos de aprendizagem e o que ele já sabe (Martín & Solé, 2014). Portanto, diante dos relatos dos alunos nas respostas dos questionários, eles recomendariam a didática para outros discentes, considerando o interesse pelo tema e pela tecnologia.

Os alunos tiveram oportunidades de se envolverem em situações investigativas, de testar hipóteses, questionar, de experimentar, expor ideias e confrontá-las com as de outros grupos. O professor, neste caso, teve um papel de propiciar ao aluno um espaço favorável à descoberta, à pergunta, à investigação, instigando os alunos a levantarem suposições e a construir conceitos e oportunidades de desenvolverem ativamente as habilidades envolvidas em atividades científicas (Silva, Souza, & Prochnow, 2020).

Além disso, este Workshop permitiu aos alunos conhecer mais uma nova tecnologia digital, mostrando satisfeitos com o resultado através da iniciativa de trazer a teoria de sala de aula para a prática. Com o uso do aplicativo, os professores investiram em oportunidades à aprendizagem através de metodologias diferentes. Os conhecimentos em temas diversos e novos daqueles aprendidos em sala de aula foram possíveis e importantes para o aprendizado, tal como preceitua Ausubel.

5. Considerações Finais

Observou-se que os alunos conseguiram realizar as atividades com conhecimentos prévios adquiridos anteriormente na vida acadêmica como, por exemplo: utilização de régua, análise de mapas, regra de três simples, símbolos, matemática financeira, etc. Todos esses conhecimentos prévios permitiram aos alunos a finalização da dinâmica e o material didático foi potencialmente relevante para o ensino e aprendizagem deles. O produto educacional

proporcionou aos alunos contribuições importantes na aprendizagem, sendo significativa conforme relata Ausubel, pois eles se sentiram mais estimulados, interessados, confiantes em aprender temas novos de engenharia e/ou ciências, tal como dito por um aluno: “... esse aplicativo trabalha com dados reais e ajuda as pessoas a terem interesse ou não nesse tipo de investimento...”. Mesmo alguns alunos não sendo da área técnica, eles tiveram vontade em estudar um assunto novo e aprender a utilizar o aplicativo, tendo em vista a grande utilização de tecnologias digitais atualmente.

Portanto, esse produto educacional pode complementar algumas disciplinas dos professores por facilitar o aprendizado dos alunos e por ser um material de apoio em energia eólica no Brasil e na viabilidade de projetos. As variações na metodologia didática do professor, como a proposta neste trabalho, possibilitaram que os alunos aprendessem significativamente o conteúdo, já que a estrutura cognitiva deles é como uma impressão digital de todo o seu conhecimento acumulado.

Pode-se concluir ainda pelo resultado do questionário que além dos conhecimentos prévios dos alunos e da capacidade de relacionar de forma substancial com o novo, o material foi significativo para o aprendizado. Levando em consideração o nível atual de aprendizagem desses discentes, foi caracterizada a disposição para aprender conforme postula Martín e Solé (2014). Assim, o produto educacional, “Direct Wind”, demonstrou ser uma ferramenta capaz de fornecer aprendizagem aos alunos, ratificando a aplicabilidade da Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel.

Na sequência deste trabalho surgiram alguns aspectos que se revelaram interessantes para uma abordagem mais detalhada, encadeando trabalhos futuros, como por exemplo: aumentar a aplicabilidade do produto educacional em cursos técnicos e na graduação durante o período letivo, comparar os resultados obtidos no aplicativo com projetos já instalados no Brasil, bem como aprimorar e realizar melhorias no App e no material de apoio.

Referências

Android (2020). *O que é o Android*. Recuperado de https://www.android.com/intl/pt-BR_br/what-is-android/

Ausubel, D. P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning: An introduction to school learning*. New York and London: Grune and Stratton.

Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston.

Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1978). *Educational psychology: a cognitive view*. (2a ed.), New York: Holt, Rinehart and Winston.

Ausubel, D. P. (1982). *A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. Moraes: São Paulo: Centauro.

Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1983). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México, DF: Trillas. Traducción de la segunda edición de Educational psychology: A cognitive view.

Boiko, V. A. T., & Zamberlan, M. A. T. (2001). A perspectiva sócio-construtivista na psicologia e na educação: o brincar na pré-escola. *Psicologia em Estudo*, 6(1), 51–58.

Canal Energia (2020). *Energia Eólica atinge 15 GW em capacidade instalada no Brasil*. Recuperado de <https://www.canalenergia.com.br/noticias/53096013/energia-eolica-atinge-15-gw-em-capacidade-instalada-no-brasil>

CCEE (2020). *Preço de liquidação das diferenças*. Recuperado de <http://www.ccee.org.br/>

CRESESB (2001). *Atlas do Potencial Eólico Brasileiro*. Recuperado de http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/atlas_eolico/Atlas%20do%20Potencial%20Eolico%20Brasileiro.pdf

EPE (2019). *Informe Técnico - Banco de Preços de Referência da ANEEL*. Recuperado de <http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/informe-tecnico-banco-de-precos-de-referencia-da-aneel-atualizacao-dos-valores-para-a-data-base-maio-de-2019>

Moreira, M. A. (2016). Coletânea de breves monografias sobre teorias de aprendizagem como subsídio para o professor pesquisador, particularmente da área de ciências. Porto Alegre.

Moreira, M. A. (2011). *Teorias de aprendizagem*. São Paulo, SP: EPU.

Martín, E., & Solé, I. (2004). *A aprendizagem significativa e a teoria da assimilação*. In: Coll, C., Marchesi, Á., Palácios, J. (Org.). *Desenvolvimento psicológico e educação*. (2a ed.), Porto Alegre: Artmed cap. 3. 60-80.

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. Recuperado de https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1

Silva, C. S. S., Souza, D. S., & Prochnow, T. R. (2020). As crianças e o interesse pela ciência: um estudo baseado em ações para promoção da aprendizagem significativa. *R. Bras. de Ensino de C&T*. 13(1), 400–414.

Vigotsky, L. S., Luria, A. R., & Leontiev, A. N. (2010). *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*. (11a ed.), São Paulo: Ícone.

Wekken, T. V. (2007). *Distributed generation and renewables: 8.5.1 Wind farm case study*. *Copper Development Association*. Recuperado de <http://copperalliance.org.uk/uploads/2018/03/851-wind-farm-case-study.pdf>

Windustry (2014). *Leasing Your Land*. Recuperado de <http://www.windustry.org/leases>

Worcester, A. C., Hickox, V. M., Klimaszewski, J. G., Bernal, F. W., Chow, J. H., & Chen, C. (2013). The sky's the limit!: designing wind farms: a hands-on STEM activity for high school students. *IEEE Power and Energy Magazine*, 11(1), 18-29.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Ana Flávia Peixoto de Camargos – 40%

Efrem Ferreira – 40%

Gláucia do Carmo Xavier – 20%