



# Pesquisa em **Ensino de Física**

**Sabrina Passoni Maravieski**  
(Organizadora)

**Atena**  
Editora

Ano 2019

**Sabrina Passoni Maravieski**

(Organizadora)

# **Pesquisa em Ensino de Física**

Atena Editora

2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

### Conselho Editorial

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

P474 Pesquisa em ensino de física [recurso eletrônico] / Organizadora Sabrina Passoni Maravieski. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Pesquisa em Ensino de Física; v. 1)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-209-8

DOI 10.22533/at.ed.098192803

1. Física – Estudo e ensino. 2. Física – Pesquisa – Estudo de casos. 3. Professores de física – Formação. I. Maravieski, Sabrina Passoni. II. Série.

CDD 530.07

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A obra “Pesquisa em Ensino de Física” pertence a uma série de livros publicados pela Editora Atena, e neste 1º volume, composto de 19 capítulos, apresenta uma diversidade de estudos realizados sobre a prática do docente no ensino-aprendizagem da disciplina de Física no Ensino Médio.

Com a introdução dos PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio em 1999, a presença do conhecimento da Física no Ensino Médio ganhou um novo sentido e tem como objetivo formar um cidadão contemporâneo e atuante na sociedade, pois a Física, lhe proporciona conhecimento para compreender, intervir e participar da realidade; independente de sua formação posterior ao Ensino Médio.

De acordo com os PCNEM, destacamos nesta obra, 4 áreas temáticas: Calor, Hidrostática e Óptica; Cinemática, Mecânica e Gravitação; Eletricidade e Magnetismo e Energia e Princípios de Conservação.

Desta forma, algumas pesquisas aqui apresentadas, dentro das referidas áreas temáticas, procuram investigar ou orientar os docentes e os futuros docentes dos Cursos de Licenciatura em Física e Ciências Naturais, bem como avaliar e propor melhorias na utilização dos livros didáticos, como por exemplo, no âmbito CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente); além de práticas docentes que almejam o cumprimento dos PCNEM no planejamento do docente.

Quando alusivo ao âmbito ensino-aprendizagem, devemos de imediato, pensar nas diversas teorias metodológicas e nos diversos recursos didáticos que podemos adotar em sala de aula, incluindo as atuais tecnologias. Neste sentido, esta obra, tem como objetivo principal oferecer contribuições na formação continuada, bem como, na autoanálise da prática docente, resultando assim, em uma aprendizagem significativa dos estudantes de Ensino Médio. Neste sentido, o docente poderá implementá-las, valorizando ainda mais a sua prática em sala de aula.

Além disso, a obra se destaca como uma fonte de pesquisa diversificada para pesquisadores em Ensino de Física, visto que, quando mais disseminamos o conhecimento científico de uma área, mais esta área se desenvolve e capacita-se a ser aprimorada e efetivada. Pois, nós pesquisadores, necessitamos conhecer o que está sendo desenvolvido dentro da esfera de interesse para que possamos intervir no seu aspecto funcional visando melhorias na respectiva área.

Dentro desta perspectiva, na área de Calor, Hidrostática e Óptica apresentamos um estudo que avalia o método dedutivo da equação de Gauss da óptica geométrica aplicados à formação de imagem em espelhos esféricos, contemplados em diferentes livros-texto utilizados nos cursos de Licenciatura em Física (capítulo 1). Outro estudo apresenta o uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) na abordagem de conceitos relacionados ao Princípio de Arquimedes em um curso de Ciências da Natureza - Licenciatura. O estudo teve como base as ideias de Gardner em relação à Teoria das Múltiplas Inteligências, de Ausubel sobre a Aprendizagem Significativa e de

Peters, Costa, Oliveira entre outros, em relação ao uso das TIC no Ensino (capítulo 2). No estudo do calor, os autores avaliaram a produção de professores em um curso de atualização sobre “Tecnologias Digitais Ampliando o uso de Metodologias Participativas e Metacognitivas em Ciências Naturais” (capítulo 3).

Na área temática: Cinemática, Mecânica e Gravitação, as metodologias e recursos apresentaram-se diversificadas. O capítulo 4, relata um experimento de colisão unidimensional em um trilho de ar utilizando sensores e o software livre CvMob para a vídeo-análise, cuja função foi a obtenção de medidas contínuas de corpos em movimento. Os resultados apontaram que o recurso utilizado foi preciso e de baixo custo para experimentação em Física, principalmente, no que diz respeito à análise do movimento de objetos. Outro estudo utilizando este mesmo tipo de recurso, com a finalidade de potencializar o ensino aprendizagem da física e da matemática, os autores utilizaram um software de vídeo-análise Tracker no estudo de lançamento oblíquo. Neste os estudantes tiveram a oportunidade de verificar a influência das condições ambientais, descartadas nos enunciados dessas questões, e ampliar a descrição matemática através de gráficos e análise de vetores, fatores que não seriam explorados nesses exercícios sem o recurso computacional. Com a ferramenta os estudantes também conseguiram desenvolver críticas aos exercícios selecionados a partir de comparações com os enunciados e os dados experimentais (capítulo 12). No capítulo 5, os autores apresentaram uma atividade experimental investigativa sobre as marés atmosféricas, comparando esse fenômeno com as marés oceânicas. Onde, para a detecção das oscilações barométricas foi possível fazer uso da placa Arduino com sensores de pressão barométrica e temperatura. Já no capítulo 10, o leitor irá se deparar com outro estudo que utiliza o Arduino como recurso o qual substitui os tradicionais kits. No entanto, neste caso, fez uso do sensor LDR para determinar a posição em diversos experimentos para o ensino-aprendizagem da Física para o Ensino Médio, mostrando-se uma alternativa eficaz e de baixo custo. Outro estudo abordou a eficácia do uso do software Solar System Scope para dispositivos móveis no ensino-aprendizagem da Física no Estudo das Leis de Kepler (capítulo 6). Na proposta apoiada na história, Filosofia e Epistemologia da Ciência os autores apresentam as contribuições de Ptolomeu para a evolução do modelo geocêntrico do Sistema Solar (capítulo 7). Outra proposta pautada na construção do conhecimento por meio da experimentação pode ser verificada no capítulo 11, onde alunos de Licenciatura em Ciências Naturais tiveram contato com: a historiografia do aeromodelismo, montagem de um modelo aéreo e matematização dos conceitos (terceiro momento) em formato de oficina, mostrando a importância destas etapas no ensino-aprendizagem. No âmbito, experimentos de física em sala de aula utilizando recursos didáticos do cotidiano; o capítulo 8 tratou de uma atividade experimental realizada em uma classe de Jovens e Adultos (EJA) com carrinhos de fricção para determinar a velocidade média deste. No estudo sobre a deformação sofrida por molas, foram realizadas atividades investigativas

e de experimentação, fundamentadas na teoria cognitiva de aprendizagem utilizando o conhecimento prévio de alunos do Ensino Médio; possibilitando a discussão de conceitos estatísticos, métodos de medição e unidades de medidas (capítulo 9).

Na área temática de Eletricidade e Magnetismo o leitor irá se deparar com 4 capítulos os quais mostram uma preocupação em investigação inicial dos alunos, sequencias didáticas, experimentos de baixo custo e utilização de softwares. O primeiro (capítulo 13), os autores investigaram as diferentes situações didáticas, pertencentes ao campo conceitual da eletrodinâmica, que são propostas aos alunos nas atividades (exercícios, problemas e testes) dos livros didáticos de Física aprovados no PNLD 2012. O fundamento teórico basilar desta investigação foi a Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud e tomou como base a ideia defendida pelo autor de que um conceito não se constrói ou aprende com o uso de um só tipo de situação. No capítulo seguinte (14), os autores apresentaram uma sequência didática relacionada ao tema eletricidade por meio da metodologia interativa e investigativa utilizando como recurso didáticos e tecnológicos, exercícios de apostilas de vestibular, a plataforma google forms e simuladores PhET. A sequência didática foi dividida em: a) pré-teste, b) conteúdo digital (utilizando roteiro e kit de circuito Elétrico DC), c) sistematização do conhecimento (lista de exercícios) e d) avaliação para verificação da aprendizagem. Para o estudo conceitual de algumas grandezas físicas, bem como de algumas Leis em eletricidade e magnetismo. No capítulo 15, os autores, descreveram experiências construídas e realizadas com materiais de baixo custo e de fácil aquisição para alunos do Ensino Médio. No capítulo 16, os autores também apresentaram uma sequencia didática com aplicação do simulador PhET, mas com a abordagem POE (predizer, observar e explicar) e da teoria de múltímodos e múltiplas representações. Neste caso, o estudo buscou a correlação das variáveis motivacionais no ensino-aprendizagem de eletricidade e magnetismo para alunos de graduação em Engenharia de uma instituição particular.

Ao leitor, que esta obra, contribua para sua prática em sala de aula, fazendo desta um espaço de relação entre a tríade: professor-alunos-conhecimento.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata diversas pesquisas em ensino de Física e Ciências Naturais, valorizando a prática do docente, os agradecimentos dos Organizadores e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes, professores e pesquisadores na constante busca de novas metodologias de ensino-aprendizagem, tecnologias e recursos didáticos, promovendo a melhoria na educação do nosso país.

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
DEDUÇÃO DA CONVENÇÃO DE SINAL DA EQUAÇÃO DE GAUSS PARA ESPELHOS ESFÉRICOS	
<i>Niels Fontes Lima</i> <i>Rodrigo Oliveira Magalhães</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0981928031</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>12</b>
ESTUDO DE CONCEITOS DO PRINCÍPIO DE ARQUIMEDES COM USO DE AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM	
<i>Diovana Santos dos Santos Habermann</i> <i>Franciele Braz de Oliveira Coelho</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0981928032</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>29</b>
METACOGNIÇÃO NO ENSINO PARTICIPATIVO: UMA ABORDAGEM PARA O ESTUDO DO CALOR	
<i>Clayton Ferreira dos Santos</i> <i>Kátia Regina Varela Roa</i> <i>Miriam Alves Dias Santana</i> <i>Vera B. Henriques</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0981928033</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>39</b>
ANÁLISE DE UM EXPERIMENTO DE COLISÃO UNIDIMENSIONAL USANDO SOFTWARE LIVRE CVMOB	
<i>Alexandro das Chagas de Sousa Nascimento</i> <i>Rodrigo Costa Veras</i> <i>Francisco Ronan Viana Araújo</i> <i>Itamar Vieira de Sousa Junior</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0981928034</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>49</b>
AS MARÉS ATMOSFÉRICAS A PARTIR DE UMA ATIVIDADE EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA	
<i>Luiz Raimundo Moreira de Carvalho</i> <i>Helio Salim de Amorim</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0981928035</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>59</b>
AVALIAÇÃO DO USO DO APLICATIVO SOLAR SYSTEM SCOPE NO ENSINO DAS LEIS DE KEPLER	
<i>Adriano Alves de Araujo</i> <i>Harrison Luz dos Santos</i> <i>Gabryell Malcher Freire</i> <i>Fábio Andrade de Moura</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0981928036</b>	

<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>68</b>
CONTRIBUIÇÃO DE PTOLOMEU PARA A EVOLUÇÃO DO MODELO GEOCÊNTRICO: PERSPECTIVAS HISTÓRICAS	
<i>Natalia Talita Corcetti</i> <i>Estéfano Vizconde Veraszto</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0981928037</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>78</b>
EXPERIMENTO COM CARRINHOS DE FRICÇÃO PARA TRATAR DE VELOCIDADE MÉDIA NO PRIMEIRO ANO/SÉRIE DO ENSINO MÉDIO	
<i>Arivaldo Lopes</i> <i>Marli Santana Pimentel Lopes</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0981928038</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>86</b>
MEDIÇÃO, EXPERIMENTAÇÃO E (RE)DESCOBERTA: UMA ATIVIDADE INVESTIGATIVA COM PESOS E MOLAS	
<i>Amsterdam de Jesus Souza Marques de Mendonça</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0981928039</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>99</b>
O USO DO LDR COMO SENSOR DE POSIÇÃO COM O ARDUINO PARA O ENSINO DE FÍSICA	
<i>Lázaro Luis de Lima Sousa</i> <i>Nayra Maria da Costa Lima</i> <i>Luciana Angélica da Silva Nunes</i> <i>Leonardo Augusto Casillo</i> <i>Andreia Paulino da Silva</i> <i>Rodolfo Felipe Medeiros Alves</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.09819280310</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>109</b>
USANDO A MECÂNICA DE VOOS PARA FACILITAR O APRENDIZADO DE CONCEITOS DA MECÂNICA CLÁSSICA	
<i>Juliana Oliveira Costa</i> <i>Renan de Melo Alencar</i> <i>Bianca Pereira Almeida</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.09819280311</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>117</b>
USO DE VIDEOANÁLISE PARA RESOLUÇÃO DE EXERCÍCIOS DE LANÇAMENTO OBLÍQUO	
<i>Gustavo Affonso de Paula</i> <i>Milton Alves Gonçalves Júnior</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.09819280312</b>	

<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>126</b>
A TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS DE VERGNAUD E O CAMPO CONCEITUAL DA ELETRODINÂMICA: AS DIFERENTES SITUAÇÕES PRESENTES NAS ATIVIDADES DOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA	
<i>Deivid Andrade Porto</i>	
<i>Tiago Ferraz Rodrigues</i>	
<i>Mariele Regina Pinheiro Gonçalves</i>	
<i>Marco Aurélio Clemente Gonçalves</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.09819280313</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>135</b>
CIRCUITOS ELÉTRICOS- UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA UTILIZANDO RECURSOS TECNOLÓGICOS	
<i>Arthur Alexandre Magalhães</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.09819280314</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>154</b>
EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO EM ELETRICIDADE E MAGNETISMO PARA O ENSINO MÉDIO	
<i>Alfredo Sotó Fernandes Jr</i>	
<i>Miguel Arcanjo-Filho</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.09819280315</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>163</b>
MOTIVAÇÕES, SIMULAÇÕES E DESEMPENHO NO ENSINO DE ELETRICIDADE	
<i>Alcides Goya</i>	
<i>Patrícia Beneti de Oliveira</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.09819280316</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>173</b>
O CONCEITO DE ENERGIA E TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	
<i>Geziane dos Santos Pereira</i>	
<i>Milton Souza Ribeiro Miltão</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.09819280317</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>191</b>
ATIVIDADE EXPERIMENTAL CATIVANTE: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DO CONCEITO DE ENERGIA MECÂNICA E SUA CONSERVAÇÃO	
<i>Cleidson Santiago de Oliveira</i>	
<i>Mauro Vanderlei Amorim</i>	
<i>Elizabeth Machado Baptestini</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.09819280318</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>201</b>
USO DE SIMULADORES COMPUTACIONAIS NO ENSINO DE ENERGIA E TRANSFORMAÇÕES ENERGÉTICAS PARA O 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL	
<i>Alex Arouca Carvalho</i>	
<i>Júlio Akashi Hernandez</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.09819280319</b>	
<b>SOBRE A ORGANIZADORA</b> .....	<b>215</b>

## USO DE SIMULADORES COMPUTACIONAIS NO ENSINO DE ENERGIA E TRANSFORMAÇÕES ENERGÉTICAS PARA O 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

**Alex Arouca Carvalho**

Departamento de Física – Instituto de Ciências  
Exatas – UFJF  
Juiz de Fora – MG

**Júlio Akashi Hernandez**

Departamento de Física – Instituto de Ciências  
Exatas – UFJF  
Juiz de Fora – MG

**RESUMO:** Apresentamos uma sequência didática para o ensino de Energia e suas formas e transformações, direcionadas à educação básica, particularmente ao 9º ano do ensino fundamental. Desenvolvemos uma plataforma computacional especialmente desenvolvida para esta sequência didática, além de outros simuladores computacionais de uso público. As atividades foram fundamentadas pela teoria de aprendizagem significativa de Ausubel, a fim de introduzir novos conceitos sobre o tema energia aos alunos por meio de um material didático potencialmente significativo. A sequência didática conta com avaliações na forma de mapas conceituais, com uma atividade experimental de baixo custo, uso de simuladores e com a própria plataforma computacional, que dá embasamento à realização de um debate entre os alunos sobre a necessidade de matrizes energéticas e seu impacto social e ambiental.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensino de Física, Ensino

de Energia, Transformações Energéticas, Simulação Computacional, Aprendizagem Significativa

**ABSTRACT:** We present a didactic sequence for the teaching of Energy and its forms and transformations, directed at basic education, particularly at the 9th year of elementary school. We developed a specially developed computing platform for this didactic sequence, as well as other computer simulations for public use. The activities were substantiated by Ausubel's meaningful learning theory in order to introduce new concepts about energy to students through a potentially significant didactic material. The didactic sequence counts on evaluations in the form of conceptual maps, with a low-cost experimental activity, use of simulators and with the computational platform itself, which provides a basis for a debate among students about the need for energy matrices and their social and environmental impact.

**KEYWORDS:** Teaching Physics, Energy Teaching, Energy Transformations, Computational Simulation, Meaningful Learning

### 1 | INTRODUÇÃO

O tema Energia tem um papel significativo dentro de algumas disciplinas do ensino

fundamental. Durante os primeiros anos desse período escolar, ele aparece discretamente na disciplina de Ciências, e mais tarde aparece dentro da disciplina de Biologia e, especificamente, durante o nono ano, dentro das disciplinas de Química e Física. O estudo de diferentes formas de produção e uso de Energia é um tema de grande importância, que é abordado de maneira aparentemente segregada pelas disciplinas de Física, Química e Biologia (PANSERA e NONENMACHER, 2009). Esta segregação faz com que alguns alunos percam a capacidade de correlacionar as existências de múltiplas formas de Energia e acabem por traduzi-la como uma única definição para cada disciplina, sendo incapazes de promover interpelações entre elas.

A proposta desse trabalho é apresentar uma nova plataforma computacional (veja Seção 3), e uma sequência didática (veja Seção 4) na qual esta plataforma está inserida, que auxiliem no processo ensino-aprendizagem de Energia no contexto da Física, lançando mão de experimentos de baixo custo e simulações computacionais que abrangem o conteúdo da Energia e suas transformações (BORGES, 2002; HECKLER, 2007; REIS e SERRANO, 2004). A sequência que desenvolvemos se apresenta como um exemplo de uso para a plataforma, a fim de minimizar o efeito do entendimento segregado do conceito de Energia.

A sequência didática está fundamentada na aprendizagem significativa de David Ausubel (veja Seção 2), com uso de mapas conceituais (AUSUBEL e NOVAK, 1980 e MOREIRA, 2012). A sequência é constituída por experimentos de baixo custo, textos informativos, simuladores computacionais e de uma nova plataforma computacional. Esta plataforma apresenta diversos tipos de matrizes energéticas, suas aplicações na produção de energia elétrica, exemplos de geração da Energia pela matriz energética, além de permitir uma comparação entre as matrizes.

A proposta de se usar recursos tecnológicos, aliados à metodologia de aprendizagem significativa, foi motivada por necessidades de alterações dos padrões de ensino que dão vazão a processos que enfatizam a reprodução e repetição de procedimentos de memorização de conteúdo. Buscamos neste trabalho minimizar os efeitos do ensino de Física como um exercício de memorizar e usar fórmulas matemáticas, sem na maioria das vezes entender o fenômeno agregado àquele formalismo.

## **2 | APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

A prática em sala de aula, na maioria do tempo, propõe uma temática expositiva, deixando os alunos presos a esse sistema de aprendizado. Com o surgimento de novas tecnologias e sua inserção em sala de aula, tornou-se possível mudar essa situação (BEHERENS, 2000).

A aprendizagem significativa é uma teoria educacional idealizada pelo psicólogo estadunidense David Ausubel, baseada em uma construção a partir do conhecimento

já existente nos estudantes (HARRES, 2005 e MOREIRA, 2010). Destaca-se a interação na qual “uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, a qual Ausubel define como *conceito subsunçor, ou simplesmente subsunçor, existente na estrutura cognitiva do indivíduo*. A aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em *conceitos ou proposições relevantes*”. Não representa apenas uma solução de aprendizagem para modelos únicos apresentados em sala de aula. Outra condição que propicia a aprendizagem significativa é a qualidade do material usado. Esse material deve ser potencialmente significativo, com aplicações lógicas. Além disso, os estudantes devem apresentar uma predisposição natural em aprender o conteúdo ensinado.

Ausubel diferencia três tipos de aprendizagem significativa em seus relatos: a aprendizagem *representacional*, a aprendizagem de *conceitos* e a aprendizagem *significativa proposicional*.

Na aprendizagem representacional, o aluno é capaz de reconhecer determinados símbolos, no contato entre figuras representativas (palavras, gravuras, etc.), em que objetos, eventos e conceitos representados ganham seus significados. É reconhecida por ser o tipo mais fundamental de aprendizagem significativa, funcionando como pilar para os outros tipos, estabelecendo assim uma relação de dependência entre elas. Por exemplo, ao entrar em contato com a palavra “livro”, durante o processo de aprendizagem representacional, o indivíduo naturalmente associa o objeto ao qual faz uso ou pode observar (MOREIRA, 2010).

A aprendizagem de conceitos é uma forma de aprendizagem representacional, pois os conceitos também são representados por símbolos. Dessa maneira, a palavra-conceito pode assumir a definição de objetos, eventos, situações ou propriedades que possuem sua atribuição de significado a um símbolo, ou seja, agregam características de critérios comuns (MOREIRA, 2009; AUSUBEL, 1980). Para nosso exemplo, a aprendizagem de conceitos ocorreria quando o aprendiz é capaz atribuir o significado da palavra “livro” de uma maneira mais ampla, em que o símbolo passa a representar um conceito cultural. Segundo Moreira, a equidade é estabelecida entre símbolo e os atributos “criteriais” comuns a múltiplos exemplos do referente (MOREIRA, 2009). No exemplo citado, o indivíduo interpretaria a palavra “livros” com possibilidades de diferentes tamanhos, formas, cores e etc.

Por fim, temos a aprendizagem significativa proposicional: trata-se de entender as opiniões expressas entre múltiplas palavras combinadas. Dessa maneira, a tarefa passa a ser entender o significado gerado, indo além do significado isolado de certa quantidade de palavras juntas.

Ao começar a interagir com novos conceitos e se inteirar de novas informações, o aluno naturalmente ativa o subsunçor correspondente e inicia o processo de ancoragem destes novos conteúdos em sua estrutura cognitiva. Esse formato de aprendizado pode ser caracterizado por uma aprendizagem *subordinada*, na qual literalmente o

novo conhecimento, mesmo causando alteração na estrutura cognitiva, se submete ao subsunçor mais antigo, por ser menos generalizante que este, promovendo um refinamento desse subsunçor.

Outra forma de aprendizado a ser destacada é a *superordenada*, onde uma nova informação, na qual o aluno entrou em contato, será notada de maneira a substituir o lugar hierárquico dos subsunçores já existentes, ou seja, esse novo conteúdo passa a apresentar um aspecto de maior generalidade e capacidade de inclusão que os subsunçores anteriores, tornando-os casos especiais dessa nova informação.

A terceira e última forma de aprendizagem significativa acontece quando o aprendiz lança mão do uso de *analogias*, a fim de combinar um organizador prévio, dentro da estrutura cognitiva com a nova informação obtida, resultando em um processo de combinação dessas informações. Esse caso é diferente, pois descarta a possibilidade de inclusão dos novos conceitos serem subordinados a ideias mais gerais e não consegue se agregar a formulações já consolidadas. Esta forma ganha o nome de aprendizagem *combinatória*.

Analisando as formas de aprendizagem significativa, notamos fatores que são típicos entre elas e podem ser classificados entre processos de *diferenciação progressiva* e processos de *reconciliação integradora*.

O processo de diferenciação progressiva ocorre na aprendizagem por subordinação, pois a interação do novo conhecimento, durante o procedimento de ancoragem com os subsunçores já existentes, faz com que este adquira mais especificações. Esse refinamento é resultado das assimilações subordinadas. O conceito original acaba sendo progressivamente detalhado e especializado. O refinamento desses subsunçores os torna mais capazes de ocuparem a função de ancoradouros, facilitando a aquisições de conhecimentos significativos.

O mesmo procedimento de evolução dos subsunçores também acontece dentro dos tipos de aprendizagem superordenada e combinatória. Para esses dois tipos de aprendizagem citados acima, as ideias estabelecidas dentro da estrutura cognitiva podem se reordenar e adquirir novos significados. Esse processo é conhecido como uma reconciliação integradora. Para Ausubel, a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora são os principais processos caracterizadores de uma estrutura cognitiva (MOREIRA, 2010).

De acordo com a teoria de aprendizagem significativa, o professor deve identificar o que os alunos já detêm de conhecimento e a partir dessa análise desenvolver as atividades que se proponham a ancorar os novos conhecimentos nos subsunçores já existentes, propondo uma interação entre o que já se sabe e o que quer que se saiba. Essa avaliação pode ser feita de inúmeras formas, desde que esteja de acordo com os requisitos da metodologia imposta pela aprendizagem significativa. No intuito de proporcionar essa avaliação e promover aprendizagem significativa aos estudantes, o conceito de mapa conceitual veio agir como ferramenta facilitadora para esse caminho.

Resumidamente, um mapa conceitual pode ser descrito sendo um diagrama

que organiza visualmente conceitos, ideias e informações sobre determinado tema, identificando suas mútuas relações. A proposta de um mapa conceitual é a de organizar, classificar e hierarquizar determinados conceitos dentro de sua estrutura. Ele permite ao educador uma análise do conhecimento do aluno, por meio daquilo que este expõe na construção de seu mapa, através das relações estabelecidas entre conceitos.

### 3 | PLATAFORMA COMPUTACIONAL: ENERGIA E SUAS TRANSFORMAÇÕES

Nesta seção, apresentamos uma plataforma computacional desenvolvida para auxiliar o ensino de energia. Esta plataforma multimídia é um sítio online que consiste em uma reunião de informações sobre o tema energia, modelos de transformação energética e suas aplicabilidades.

A plataforma aborda 4 matrizes energéticas distintas: eólica, hidrelétrica, solar e nuclear; exemplifica alguns geradores para cada matriz, em várias escalas diferentes, listando inclusive algumas vantagens e desvantagens de cada matriz. A plataforma também conta com um fragmento do texto adaptado do livro “Física em Seis Lições” do físico norte americano Richard Feynman (FEYNMAN, 1999), um mapa de uma localidade fictícia, com diversos recursos naturais e possibilidades para implementação de matrizes energéticas.

Por fim, a plataforma computacional conta com informações e ligações para sítios digitais (*links de internet*) para aprofundamento de pesquisas que poderão ser realizadas pelos alunos. Um dos usos, que exemplificamos na Seção 4, é através de um debate, no qual os alunos são divididos em grupos *representantes de cada matriz que pode ser implementada na localidade*.

A plataforma pode ser acessada através de computadores, *laptops*, *tablets* e *smartphones*, que tenham acesso à *internet*. Mostramos nas próximas Figuras alguns exemplos do conteúdo da plataforma. Uma implementação funcional da plataforma pode ser encontrada no seguinte endereço eletrônico: <http://negociefacil.com/energia/>

F

## Energia



Na Figura 1, mostramos a tela principal, após acessar o endereço eletrônico acima. O botão “O que é energia?” dá acesso ao fragmento do texto adaptado do livro “Física em Seis Lições”. O botão “Consumo de uma residência” é uma ligação para um simulador externo de consumo energético de uma residência, produzido pela usina de Furnas ([HTTP://WWW.FURNAS.COM.BR/SIMULADOR/SIMULADOR.HTM](http://www.furnas.com.br/simulador/simulador.htm)).

O botão “Mapa”, como na Figura 1 dá acesso à localidade fictícia, mostrado na Figura 2, com vários recursos naturais, que pode ser usada como exemplo de implementação das matrizes energéticas para uma comunidade. Este mapa está dividido em 9 regiões, de forma que em cada região podem ser discutidas quais as matrizes energéticas mais adequadas, dadas suas principais vantagens e desvantagens.

F



Figura 2: Mapa da Plataforma Computacional, mostrando uma localidade fictícia com vários recursos naturais, dividido em 9 regiões. Fonte: acervo próprio.

Os botões com as formas de energia “Eólica”, “Hidrelétrica”, “Nuclear” e “Solar”, como na Figura 1, dão acesso a telas iniciais, com informações básicas sobre cada uma destas matrizes energéticas, além de ligações externas (links) para sítios com mais informações, histórico, exemplos de usinas geradoras, etc. Um exemplo para energia eólica está mostrado na Figura 3.

Na tela de uma das formas de energia, como na Figura 3, pode-se selecionar outra forma de energia e selecionar o botão “Comparar”. Esta opção dará acesso a uma tela comparativa entre as duas matrizes energéticas, com exemplos de usinas reais, dados de custos atualizados de Instalação e Manutenção (em reais) e Produção energética (em kW ou kW.h/dia).



Figura 3: Exemplo de uma das matrizes energéticas (eólica), com um texto introdutório, ligações para fontes externas (botão “Ver Links”) e opções para comparação com outras fontes energéticas. Fonte: acervo próprio.

Os exemplos de usinas estão disponíveis da barra horizontal de rolamento, logo abaixo da foto da usina, na Figura 4. Há 5 exemplos de usinas, com dados reais, para cada matriz energética.

Na parte inferior do quadro comparativo de cada matriz energética, Figura 4, há botões que fornecem textos exemplificadores de vantagens e desvantagens para cada matriz energética. Por exemplo, no caso da energia eólica, surgem como vantagens o fato de ser inesgotável e não-poluente, entre outras; e como desvantagens, podemos citar o impacto sobre aves migratórias, o ruído e a intermitência dos ventos, entre outras. Estas listagens de vantagens e desvantagens não têm como objetivo serem

exaustivas, mas que apenas motivem uma discussão inicial sobre o assunto, e incentivem seu aprofundamento, através do botão “Ver Links”.

## Comparativo de energias

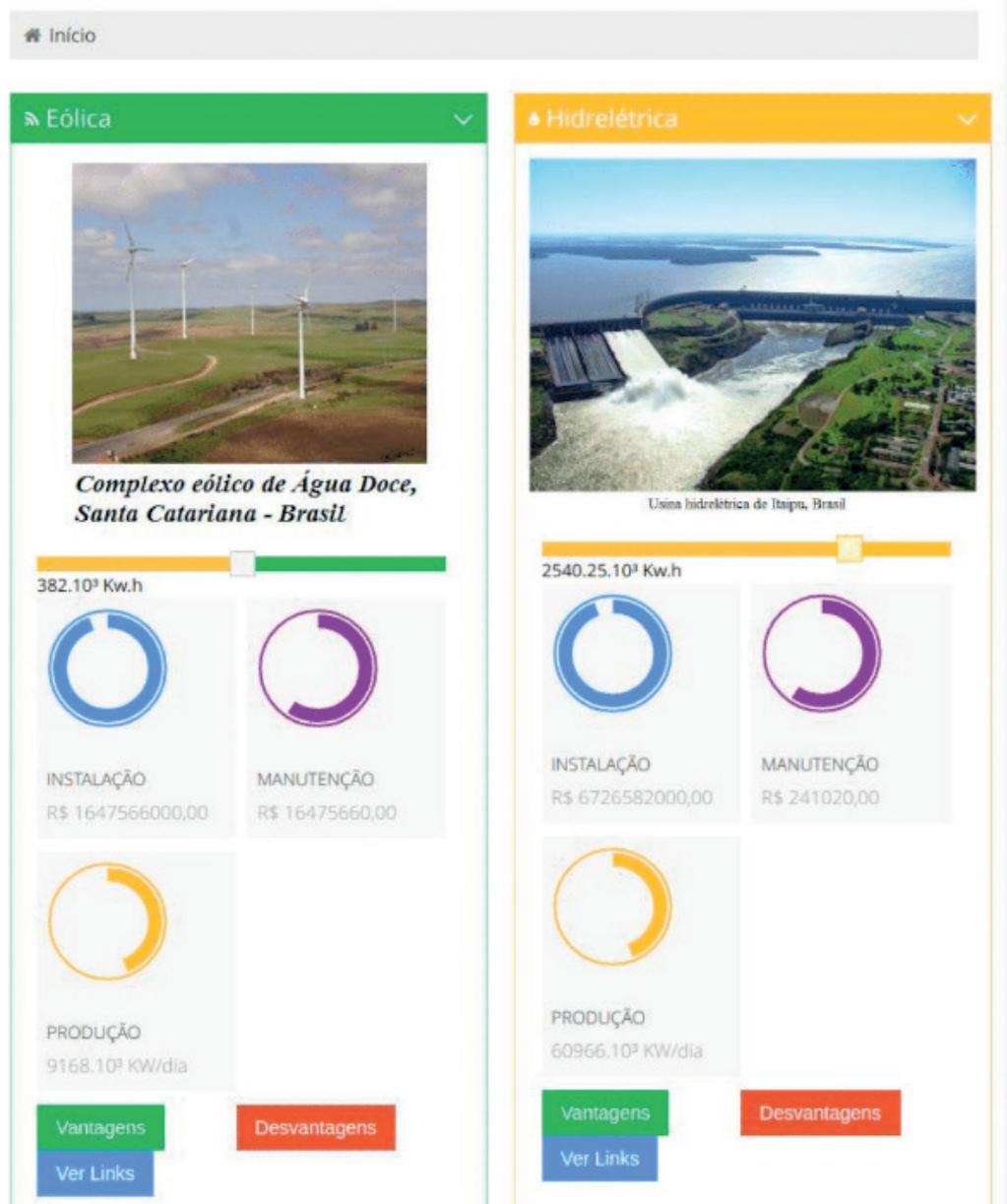


Figura 4: Exemplo de tela comparativa entre duas matrizes energéticas (eólica e hidrelétrica), possibilitando a escolha de usinas reais, seus custos de Instalação e Manutenção, e Produção energética, além de Vantagens e Desvantagens da matriz. Fonte: acervo próprio.

## 4 | METODOLOGIA E SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Como exemplo de inserção da plataforma computacional para ensino de energia, descrita na Seção 3, descrevemos uma sequência didática sobre o tema energia, que pode ser aplicada ao 9º ano do ensino fundamental da disciplina de Física, ou mesmo abordada de maneira interdisciplinar com Biologia e Geografia. A sequência didática abaixo é composta por 7 etapas:

1. Avaliação Diagnóstica
2. Trabalho de Uma Força
3. Energia Cinética, Potencial Gravitacional e Conservação da Energia
4. Energia Térmica
5. Energia Elétrica
6. Debate (Usando a Plataforma Computacional)
7. Avaliação de Aprendizagem

Descrevemos na Tabela 1 os objetivos e procedimentos de cada uma das 7 etapas. Cada etapa pode ocupar 1 hora-aula, mas pode ser estendida conforme a disponibilidade do professor ou da necessidade da turma.

Etapa	Objetivo	Procedimentos
1ª) Avaliação Diagnóstica	Levantamento das concepções prévias.	Deixar que o aluno, a partir das imagens exibidas, associe suas concepções prévias aos diferentes tipos de energia presentes nas ilustrações. Após esse processo de reconhecimento, será feito um mapa conceitual com o tema “Energia”. O mapa deverá contar com um formato hierárquico de organização. Os alunos deverão ser previamente preparados para usar mapas conceituais, de preferência em uma situação anterior a essa aplicação.
2ª) Trabalho de Uma Força	Uso de um experimento de baixo custo para explorar as múltiplas possibilidades do tema “trabalho de uma força”.	Fazer com que o aluno aplique o conhecimento adquirido durante as aulas sobre “trabalho de uma força” em um experimento que lhe exigirá uma interligação entre a cinemática e as leis de Newton, e o conceito de trabalho de uma força.
3ª) Energia Potencial Gravitacional, Cinética e Conservação da Energia.	Uso de um simulador computacional da plataforma PHET no intuito de promover aprendizagem significativa sobre o tema energia cinética e potencial gravitacional.	Direcionar o aluno a questionar o fenômeno de uma maneira um pouco mais sutil, mostrando um paralelo entre o que ele imagina com o resultado da simulação. Consequentemente, desenvolver melhor as ideias sobre o que é, e como as energias cinética e potencial gravitacional podem ser observadas na natureza que nos cerca.

4ª) Energia Térmica	Uso de simulações computacionais da plataforma PhET somados a roteiros no intuito de promover aprendizagem significativa.	De uma maneira um pouco mais enfática, promover o mesmo questionamento da etapa anterior, partindo de uma hipótese inicial, observação do fenômeno e relato após o resultado encontrado. As situações problemas propostas, dentro das questões no roteiro, deverão confrontar as concepções espontâneas sobre conceitos como “calor” e “temperatura”. Outro ponto consiste em mostrar os processos de transformação energética durante a simulação.
5ª) Energia Elétrica	Uso de um simulador computacional no intuito de promover aprendizagem significativa no processo de ensino do tema.	Promover, a partir de uma simulação do uso de eletrodomésticos, uma ideia do gasto de energia elétrica dentro de uma residência. Com os resultados encontrados, obter uma resposta para o gasto médio de energia. Esse roteiro terá um caráter um pouco mais informativo e menos questionador e funcionará como etapa de transição para o debate.
6ª) Debate entre Matrizes Energéticas	Uso de uma plataforma computacional que compara diferentes tipos de matrizes energéticas com a situação problema de abastecimento de energia elétrica para uma cidade.	Desencadear um debate em sala de aula no qual seriam explorados a produção de energia elétrica a partir de diferentes matrizes energética, que poderiam abastecer uma determinada demanda residencial de uma cidade fictícia, criada como situação-problema dentro dessa atividade. Para desenvolver as argumentações, os alunos poderão usar recursos tecnológicos oferecidos pelo professor, além da plataforma computacional direcionada ao tema.
7ª) Avaliação de Aprendizagem	Levantamento do aprendizado sobre o tema “Energia”	Avaliar o aprendizado dos alunos de forma qualitativa, através da comparação entre dados obtidos na avaliação diagnóstica e os resultados apontados na avaliação de aprendizado, repetindo a aplicação do mapa conceitual como ferramenta avaliadora.

**Tabela 1:** Passo a Passo da Sequência Didática

Fonte: autor

A etapa 1 tem como objetivo identificar as concepções espontâneas sobre o tema com o auxílio de imagens e interpretação dos diferentes tipos de energia. O uso dos mapas conceituais como instrumento detector dessas concepções espontâneas assume um papel eficaz na busca por resultados preliminares (NOVAK, 2006). Um exemplo de imagens que foram usadas está na Figura 5: os alunos devem identificar quais são as formas de energia relacionados às figuras, e posteriormente elaborar um mapa conceitual relacionando estas formas de energia e suas transformações.

A etapa 2 faz uso de um experimento de baixo custo, composto de um bloco de madeira puxado por um objeto que cai através de um barbante que passa por uma roldana fixa à mesa, veja Figura 6. Medem-se as massas dos objetos presos ao barbante (aproximadamente 100 g cada), fixa-se uma distância de aproximadamente

0,50 m, e mede-se com um cronômetro o tempo de queda. Considerando o movimento uniformemente acelerado, pode-se obter a força resultante sobre o bloco de madeira, e o trabalho da força peso, a energia cinética dos objetos, e o trabalho da força gravitacional.

As etapas 3 e 4 contam com um software livre, o PhET, [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](https://phet.colorado.edu/pt_BR/), com o simulador “Pista de Skate”, veja um exemplo na Figura 7, e o simulador “Formas e Mudanças de Energia”. Os alunos devem prever determinada ação antes de iniciar a simulação e, após observar o resultado, descrever e justificar o que havia acontecido, enfrentando os conflitos que suas próprias previsões acabam gerando. O simulador permite desenhar a sua própria pista de skate, e observar a evolução das energias cinética e potencial gravitacional ao longo do movimento.

Na etapa 5, exploramos a familiaridade dos alunos com a energia elétrica, principalmente a domiciliar, através do simulador de Furnas, [\\_HTTP://WWW.FURNAS.COM.BR/SIMULADOR/SIMULADOR.HTM](http://www.furnas.com.br/simulador/simulador.htm). Cada estudante pode simular sua própria residência, ou outra qualquer, especificando quais cômodos estão disponíveis, e quais eletrodomésticos possui. Uma média da turma permite que todos fiquem com valores médios de consumo energético de residências, que podem ser extrapolados para comunidades maiores.

A plataforma computacional descrita na Seção 3 encaixa-se na etapa 6, “Debate”. Neste caso, os alunos de uma turma são divididos em grupos, cada qual representando uma matriz energética. Em determinada localidade fictícia, existe uma comunidade (composta por dezenas ou centenas de milhares residências), ver Figura 2, para a qual deve-se procurar qual a matriz, ou matrizes, energéticas mais adequadas.

Os grupos devem então defender a implantação de sua própria matriz energética, e em qual região da Figura 2 a matriz deve ser instalada, considerando custos, vantagens e desvantagens. Ao mesmo tempo, cada grupo também deve se preparar para criticar, construtivamente, as demais matrizes energéticas. Deve-se estimular a pesquisa de outras fontes, complementares à plataforma computacional, para enriquecer as argumentações.

Finalmente, na etapa 7, os alunos devem construir um novo mapa conceitual, seguindo a avaliação diagnóstica da etapa 1. A realização da atividade se dá a partir da identificação de um grupo de imagens em que cada um teria que explicitar e justificar os tipos de energia presentes em cada uma das gravuras, tais como da Figura 5, e da construção de mapas conceituais.

## 5 | APLICAÇÃO EM TURMA DO 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

Como exemplo de aplicação da sequência didática da Seção 4, descrevemos nesta Seção os resultados obtidos em uma turma do 9º ano do ensino fundamental do município de Juiz de Fora, MG, em 2017. Foram 7 alunos na turma que participaram das atividades, que foram realizadas fora do horário convencional da escola.

A Figura 8 mostra, como exemplo, mapas conceituais elaborados por um mesmo aluno, durante as etapas 1 e 7 da seqüências didática descrita na Seção 4. Pode-se notar um aumento considerável de associações, particularmente a inserção de “energia elétrica” ao final de cada matriz energética. O mesmo aumento de associações ocorreu com os demais alunos.

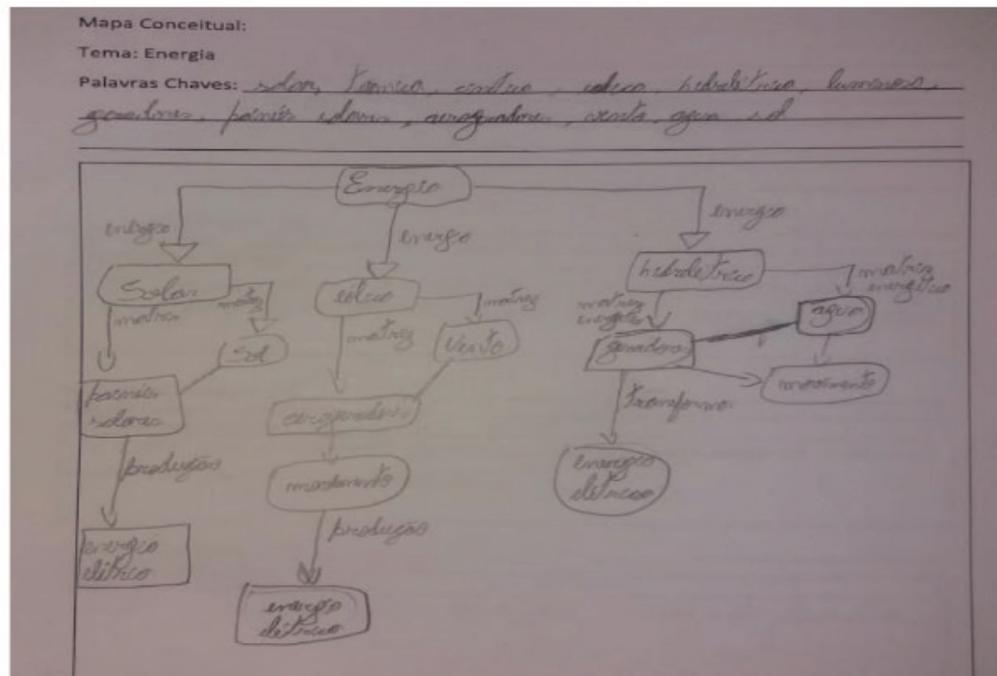
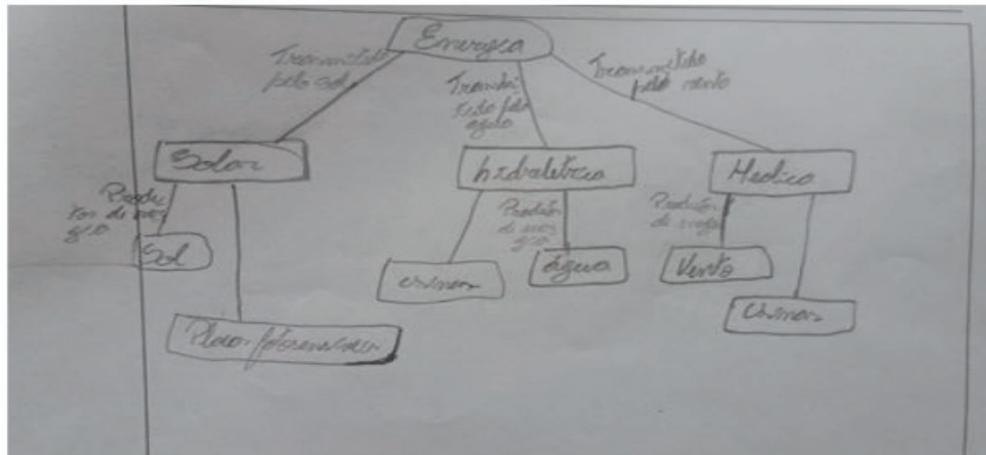


Figura 8: Exemplo de mapa conceitual realizado pelo mesmo aluno, acima: na etapa 1, abaixo: na etapa 7. Fonte: acervo próprio.

Particularmente, a etapa 6 foi bastante intensa, conforme seria esperado de um debate: sob a supervisão do professor regente (autor A. A. C), cada grupo, composto por 2 ou 3 alunos, apresentou sua proposta de implantação da matriz energética na localidade fictícia, utilizando-se adicionalmente de várias informações recentes extraídas de jornais e revistas. Houve apresentação organizada de argumentações e contra-argumentações, com opiniões objetivas e subjetivas, para defender sua própria matriz e criticar as demais matrizes. Curiosamente, os alunos continuaram o debate ao longo das aulas seguintes, de outras disciplinas, conforme foi relatado por outros

professores da mesma escola.

## 6 | DISCUSSÃO E RESULTADOS

As formas de avaliação em larga escala (ENEM), verificadoras da qualidade do ensino médio tem se tornado desde o ano de 2009 um exame mais seletor, embasado nos conhecimentos adquiridos durante as etapas do ensino médio. Esse exame tem exigido, cada vez mais, mudanças nas metodologias e materiais didáticos que são usados na preparação de alunos. Pensando numa interdisciplinaridade que vem ao longo de 11 anos tomando conta das questões dessa prova, outra proposta de evolução da sequência é incluir mais matrizes energéticas que possibilitem discussões sobre biocombustíveis, energias produzidas com queima de material fóssil e a inclusão de outras matrizes energéticas, acrescentando ao simulador novas formas de produção de energia elétrica.

A sequência didática, apresentada na Seção 4, foi pensada para ser trabalhada no 9º ano do ensino fundamental. Entretanto, sua aplicação pode ser imediata à 1ª série do ensino médio, e com algumas modificações (tais como linguagem e profundidade), também à 3ª série do ensino médio. Além disso, a plataforma computacional para ensino de energia, descrita na Seção 3, pode ser usada em várias outras situações, principalmente multidisciplinares: juntamente com um professor de Biologia, relacionado, por exemplo, à formação de biomassas energéticas, migração de aves e nichos ecológicos; com a Geografia, por exemplo, com bacias hidrográficas, populações ribeirinhas, economias locais, etc.

A necessidade de se explorar novos recursos tem sido uma alternativa cada vez mais abrangente nesse processo de evolução. Para isso, tomamos nesse trabalho a importância de se usar elementos tecnológicos dentro desses modos de ensino, buscando assim um pouco menos de aprendizagens mecânicas e bem mais resultados a partir de uma aprendizagem significativa.

Isso nos motiva a acrescentar, futuramente a esse trabalho, uma expansão da plataforma construída em um formato de aplicativo para tecnologias de comunicação móveis. Dessa maneira, a adaptação do conteúdo ficaria proposta de um formato mais acessível aos estudantes de qualquer parte do país ou do planeta. Outra possibilidade, é desenvolver uma versão que funcione em modo *off-line* com a possibilidade de se gerar elementos de aplicação em lugares onde o sinal de *internet* ou não é de qualidade ou não existe.

Este trabalho foi produto do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), com dissertação defendida e aprovada em Setembro/2018.

## 7 | AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, à Fapemig, à Capes e à SBF, cujos

financiamentos foram fundamentais ao desenvolvimento deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

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

BEHERENS, Marilda Aparecida, **Projetos de aprendizagem colaborativa num paradigma emergente**, em MORAN, José Manuel. Novas tecnologias e mediação pedagógica, Campinas: Papirus, 2000.

BORGES, Antônio Tarciso. **O papel do laboratório no ensino de ciências**. **Cad. Bras. Ens. Fís. UFSC, Florianópolis, SC, Brasil, v.19, n 3** p.291-313, Dez. 2002.

FEYNMAN, Richard P. **Física em Seis Lições**; tradução Ivo Korytowiski. Rio de Janeiro: Ediouro, 1999.

HARRES, J. B. S.; PIZZATO, M. C.; SEBASTIANY, A. P.; PREDEBON, F.; FONSECA, M. C. **Laboratórios de ensino: inovação curricular na formação de professores de ciências**. ESETec. Santo André, v. 1, 2005.

HECKLER, Valmir; OLIVEIRA, Maria de Fátima Saraiva e OLIVEIRA, Kepler de Souza Filho. **Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de óptica**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, n. 2, p. 267-273, 2007.

MOREIRA, M. A. **Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências - A teoria da Aprendizagem Significativa**. Porto Alegre, 2009.

MOREIRA, M.A. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Instituto de Física – UFRGS. Abr. 2010.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**, Instituto de Física da UFRGS. Revista Chilena de Educação Científica, Pág. 1-4(2): 38-44, 2012.

NOVAK, J. D. **The theory underlying concept maps and how to construct them**. 2006 [on line]. Disponível em: <<http://cmap.ihmc.us/docs/theory-of-concept-maps>>. Acesso em 14/07/2018.

PANSERA, Maria Cristina de Araújo; NONENMACHER, Sandra. **ENERGIA: UM CONCEITO PRESENTE NOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA, BIOLOGIA E QUÍMICA DO ENSINO MÉDIO**. UNISUL, Tubarão, v. 2, n. 1, p. 1-13, Jan./Jun. 2009.

REIS, M. A. F.; SERRANO, A. **Uma análise do uso de simulações computacionais no ensino de colisões**. Anais do IX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. Jaboticatubas: Sociedade Brasileira de Física, 2004.

## **SOBRE A ORGANIZADORA**

**Sabrina Passoni Maravieski** - Possui graduação em Licenciatura em Física e Mestrado em Ciências/ Física, ambos pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Atualmente é doutoranda na área de Ensino de Ciências nas Engenharias e Tecnologias pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. É também professora adjunta do Centro de Ensino Superior de Campos Gerais na cidade de Ponta Grossa. Ministra as disciplinas de: Mecânica dos Fluidos, Fenômenos de Transporte, Mecânica Aplicada, Eletricidade e Magnetismo, Física Atômica e Nuclear, Física da Ressonância Magnética Nuclear, Física das Radiações Ionizantes e Não Ionizantes e Física e Instrumentação Aplicada a Engenharia Biomédica; nos cursos de Engenharia Elétrica, Engenharia Civil, Tecnologia em Radiologia, Pós -Graduação em Segurança do Trabalho e Imagenologia. Já atuou como professora de Ensino Médio em escolas pública e particular ministrando aulas de Física e Robótica.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-209-8

