

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
INSTITUTO FEDERAL SUDESTE DE MINAS GERAIS
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

Alex Arouca Carvalho

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

Juiz de Fora
2018

Alex Arouca Carvalho

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

Dissertação apresentada ao Programa de
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de
Física, polo 24 - UFJF/IF-Sudeste-MG, como
parte dos requisitos necessários à obtenção do
título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Júlio Akashi Hernandez

Juiz de Fora
2018

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Carvalho, Alex Arouca.

USO DE SIMULADORES COMPUTACIONAIS E EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO NO ENSINO DE ENERGIA E TRANSFORMAÇÕES ENERGÉTICAS PARA O 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL / Alex Arouca Carvalho. -- 2018.
130 f.

Orientador: Júlio Akashi Hernandez

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais, ICE/IFSEMG. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2018.


1. Ensino de Física. 2. Ensino de Energia. 3. Transformações Energéticas. 4. Simulação. I. Hernandez, Júlio Akashi, orient. II. Título.

Alex Arouca Carvalho

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

Dissertação submetida ao Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – Polo 24: Universidade Federal de Juiz de Fora e Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 04 de setembro de 2018, por:



Prof. Dr. Julio Akashi Hernandez – Orientador



Prof. Dr. Alexandre Tadeu Gomes de Carvalho – UFV



Prof. Dr. Claudio Henrique da Silva Teixeira – CA/UFJF

Juiz de Fora, MG
Setembro de 2018

Dedicatória

Dedico esta dissertação a todos os amigos que me apoiaram nessa etapa.

Agradecimentos

Se compararmos a vida a um ringue de boxe, notaremos que vencer não se trata do quanto você aguenta bater e sim o quanto você aguenta apanhar e mesmo assim continuar de pé lutando. É assim que se consegue vencer.

(Inspirado em Sylvester Stalone – Rocky Balboa)

Agradeço primeiramente a Deus por me dar paciência e forças nos momentos mais difíceis, me sustentando com suas mãos e me guiando, mesmo quando achei estar perdido. Às duas mulheres espetaculares que para sempre irei agradecer por suas existências. Minha mãe, Luci Arouca Carvalho, e minha esposa Ana Thamires Matos Domingos Arouca, que mesmo nos momentos mais difíceis estiveram ao meu lado, me apoiando de uma maneira única. A vocês, meu muito obrigado.

Ao meu pai, que sempre esteve ao meu lado me apoiando em todas as áreas.

Aos meus familiares e amigos que por vários momentos foram compreensivos com minhas ausências.

Aos amigos Dr. Ricardo Ibrahim Matos Domingos, Me. Fernando Henrique Guisso, Thiago de Souza Tedeschi e Marianna do Valle Modesto Paixão pela revisão ortográfica e ajuda na construção da plataforma computacional.

Aos professores do mestrado que durante o curso, me ajudaram a superar meus limites e a encontrar alento nos braços do saber.

Ao meu orientador Dr. Júlio Akashi Hernandez por toda a sua paciência, orientação e zelo em cada parte do trabalho.

Ao professor Dr. Paulo Henrique de Menezes por sempre me apoiar e me ajudar em todas as etapas de minha formação acadêmica. Por cada segundo de preocupação, meu muito obrigado.

A professora Me. Adriana Aparecida da Silva, pela paciência orientações dadas durante algumas etapas desse trabalho.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Agradecemos à FAPEMIG pelo apoio de taxa de bancada - Projeto MPR 00703-15

RESUMO

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

Alex Arouca Carvalho

Orientador: Júlio Akashi Hernandez

Este trabalho apresenta uma sequência didática, que inclui uma plataforma computacional e roteiros didáticos para o ensino de energia e suas transformações, direcionados ao ensino de Física na educação básica, particularmente ao 9º ano do ensino fundamental. Parte dessa sequência utiliza uma plataforma computacional, fundamentada na teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel, para explorar os conhecimentos prévios dos alunos e introduzir novos conceitos sobre o tema energia por meio de um material didático potencialmente significativo. O tema foi explorado a partir de uma adequação de conteúdos curriculares sobre energia, suas transformações e suas múltiplas formas presentes na natureza. Nesse sentido, entendemos que este trabalho também pode atender às necessidades dos alunos do ensino médio, traçando um caminho natural de aprendizagem que pode gerar resultados satisfatórios. Concluímos que os resultados obtidos revelaram indícios de uma aprendizagem significativa do conteúdo abordado.

Palavras-chave: Ensino de Física, Ensino de Energia, Transformações Energéticas, Simulação.

Juiz de Fora
2018

ABSTRACT

USE OF COMPUTATIONAL SIMULATORS AND LOW COST EXPERIMENTS IN ENERGY EDUCATION AND ENERGY TRANSFORMATIONS FOR THE 9TH YEAR OF FUNDAMENTAL EDUCATION

Alex Arouca Carvalho

Supervisor:
Júlio Akashi Hernandez

This work has a didactic sequence, which includes a computational platform and didactic scripts for teaching and its transformations, directed to the teaching of physics in basic education, particularly to the elementary school year. Partition the computational use, substantiated in the theory of learning major, and the knowledge of materials and students in the significant performance of the energy of the heavy metal acid material means significant. The theme was explored in the midst of an adaptation of curricular contents about energy, its transformations and its varied forms present in nature. This sense, we understand that this work can adapt to the needs of high school students, tracing a natural learning path that is a satisfactory result. We conclude, at the end of the study, the results that revealed the indices of a meaningful learning of the addressed address.

Keywords: Physics Teaching, Energy Teaching, Energy Transformations, Simulator.

Juiz de Fora
2018

Sumário

Capítulo 1	Introdução.....	9
1.1	Motivação.....	11
1.2	Objetivos.....	14
1.3	Apresentação.....	15
Capítulo 2	Referencial Teórico.....	16
2.1	Aprendizagem Significativa.....	16
2.2	Mapa Conceitual.....	22
Capítulo 3	Energia.....	25
3.1	Alegoria Sobre o Conceito de Energia.....	25
3.2	Trabalho de Uma Força.....	27
3.2.1	Trabalho de Uma Força Conservativa.....	28
3.3	Energia Potencial.....	29
3.3.1	Trabalho e Energia Potencial.....	29
3.3.2	Energia Potencial Gravitacional.....	30
3.3.3	Energia Potencial Elástica.....	30
3.4	Energia Cinética.....	31
3.4.1	Teorema do Trabalho e Energia Cinética.....	32
3.5	Energia Interna Térmica e Calor.....	32
3.6	Lei da Conservação da Energia.....	33
Capítulo 4	Desenvolvimento do Trabalho.....	34
4.1	Introdução.....	34
4.2	Diário de Aplicação.....	35
4.3	Estrutura de Aplicação da Sequência Didática.....	36
Capítulo 5	Sequência Didática.....	39
5.1	Introdução.....	39
5.2	Avaliação Diagnóstica (1ª Etapa).....	39
5.3	Trabalho de Uma Força (2º Etapa).....	41
5.4	Energia Cinética, Potencial Gravitacional e Conservação de Energia (3ª Etapa) ...	42
5.5	Energia Interna Térmica e Calor (4º Etapa).....	42
5.6	Energia Potencial Elétrica (5º Etapa).....	43
5.7	Debate (6º Etapa).....	44
5.8	Avaliação de Aprendizado (7º Etapa).....	46
Capítulo 6	Descrição e Análise da Sequência Didática.....	47
6.1	Introdução.....	47
6.2	Avaliação Diagnóstica (1ª Etapa).....	47

6.2.1 Análise dos Resultados	48
6.3 Trabalho de Uma Força (2ª Etapa).....	53
6.3.1 Análise dos Resultados	54
6.4 Energia Potencial Gravitacional, Cinética e Conservação da Energia (3ª Etapa) ...	55
6.4.1 Análise dos Resultados	56
6.5 Energia Interna Térmica e Calor (4ª Etapa).....	57
6.5.1 Análise dos Resultados	58
6.6 Energia Elétrica (5ª Etapa)	58
6.6.1 Análise dos dados:	58
6.7 Debate (6ª Etapa).....	59
6.7.1 Apresentação da Situação Problema.	59
6.7.2 Argumentação Defensiva	62
6.7.3 Debate de Ideias	65
6.7.4 Considerações Finais	71
6.7.5 Análise dos Dados	71
6.8 Avaliação de Aprendizado (7ª Etapa).....	72
6.8.1 Análise dos Resultados	73
Capítulo 7 Considerações Finais	77
Referências	81
Apêndice A Produto Educacional.....	85
Apêndice B Roteiros da Sequência Didática	108
Apêndice C.. Imagens Usadas nas Avaliações.....	123

Capítulo 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, mais tarde aparece dentro das disciplinas de Biologia e especificamente durante o nono ano dentro das disciplinas de Química e Física. Sua contextualização é normalmente um desafio que se mostra bastante difícil no sentido de proporcionar um entendimento real do tema aos alunos.

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 de ensino e sua inserção em sala de aula, tornou-se possível mudar essa situação (BEHERENS, 2000). A proposta desse trabalho é o desenvolvimento de uma plataforma computacional e a construção de uma sequência didática que auxiliem no processo ensino-aprendizagem dos alunos na disciplina Física, lançando mão de experimentos de baixo custo e ferramentas computacionais que abrangem o conteúdo de energia e suas transformações (BORGES, 1997; HECKLER, 2007; REIS e SERRANO, 2004). No capítulo 4 deste trabalho, descrevemos o que entendemos como plataforma computacional e sua descrição no contexto desta dissertação.

O estudo de diferentes formas de produção e uso de energia é um tema de grande importância, que é ensinado de maneira aparentemente segregada pelas disciplinas de física, química e biologia (PANSERA e NONENMACHER, 2009). Este formato limita a capacidade dos alunos em correlacionar suas existências múltiplas, levando-os a traduzir energia como uma única definição para cada disciplina, sendo incapazes de promover interpelações entre elas. A sequência tem, entre seus objetivos, minimizar essa forma segmentada de exposição do conhecimento, em que o aluno quase sempre não consegue correlacionar o conhecimento aprendido em diferentes etapas de sua trajetória escolar.

Durante o 9º ano do ensino fundamental, o tema “Energia” aparece na Física para ser estudado, manifestando-se com os diferentes tipos de energia mecânica e sua relação com o trabalho de uma força. Mas ao fim do ano letivo, as

componentes térmicas e elétricas são apresentadas, diluídas de maneira quase imperceptível dentro do conteúdo ministrado em sala de aula.

Para o 9º ano do ensino fundamental, as propostas do Currículo Base Comum (CBC) (MARTINS et al, 2017), apresentam dentro de seus tópicos uma proposta de ensino sobre a “Produção de energia elétrica: custos ambientais e alternativas”. Com isso, surge a necessidade de se fomentar o tema em sala de aula, embora os materiais didáticos das escolas continuem desatualizados.

Com o intuito de otimizar o aprendizado sobre o tema energia e suas transformações, esse trabalho apresenta uma sequência didática de sete etapas explicitada no Cap. 5 deste trabalho e pretende apresentar, aos alunos, uma visão simplificada e diferenciada sobre as múltiplas faces presentes no tema energia.

Este projeto pretende contribuir com experimentos de baixo custo, textos informativos, simuladores computacionais e o desenvolvimento de uma nova plataforma computacional comparativa entre diversos tipos de matrizes energéticas e suas aplicações na produção de energia elétrica.

A sequência está fundamentada na aprendizagem significativa de David Ausubel e com uso de mapas conceituais (AUSUBEL e NOVAK, 1988 e MOREIRA, 2012).

A proposta de usar alguns recursos de multimídias, aliados a técnicas e metodologias de ensino que conduzem a aprendizagem significativa, foi motivada por uma necessidade de se romper com um sistema vigente que valoriza uma aprendizagem mecânica, com padrões de processos que enfatizam a reprodução e repetição de procedimentos de memorização de conteúdo.

Em grande parcela das escolas brasileiras, esse método de aprendizagem mecânica é copiado e perpetuado durante o ensino básico, particularmente no 9º ano do ensino fundamental e nos três anos de ensino médio, e acaba tornando o ensino de Física um exercício de memorizar e usar fórmulas matemáticas, sem fomentar o entendimento do fenômeno agregado àquele formalismo.

Os escritos presentes nos Parâmetros Curriculares para o ensino médio de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, revelam que tal repetição é vista com restrição:

Muitas vezes o ensino de Física inclui a resolução de inúmeros problemas, onde o desafio central para o aluno consiste em identificar qual fórmula

deve ser utilizada. Esse tipo de questão, que exige, sobretudo, memorização, perde sentido se desejamos desenvolver outras competências. (CBC de Ciências, 2006, p. 63 - 65)

Os parâmetros citados acima propõem que os alunos sejam capazes de lidar com situações sociais, como as decorrentes de crises energéticas e ambientais, da composição por matrizes energéticas e suas representantes e outras situações em que se necessite de uma opinião crítica sobre o assunto. “Trata-se de construir uma visão da Física que esteja voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade” (CBC de Ciências, 2006, p.63 - 65)

Outra proposta dessa sequência é despertar nos alunos essa visão crítica sobre o tema a partir do 9º ano do ensino fundamental. Para isto, o produto educacional deste trabalho conta com uma plataforma computacional, desenvolvida com o intuito de informar e caracterizar as múltiplas formas de energia. Esta plataforma conta com algumas informações sobre matrizes energéticas e suas características, mais especificamente que produzem energia elétrica. O uso desta plataforma está incluído na sequência didática.

1.1 Motivação

Antes de ingressar no Mestrado Profissional em Ensino de Física em 2016, as experiências que o autor do presente trabalho havia tido, durante a graduação, concentravam-se em projetos como o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), ofertado dentro do Departamento de Física, na Universidade Federal de Juiz de Fora, durante o período de 2011 a 2013. No projeto, as atividades eram desenvolvidas em uma escola da rede pública estadual de ensino, em Juiz de Fora, com turmas do primeiro ano do ensino médio. O primeiro contato com ferramentas computacionais para ensino se deu nesse período.

Pertencíamos a uma equipe de alunos que desenvolvia alguns roteiros com o intuito de utilizar a plataformas computacionais como PhET, fornecida gratuitamente pela Universidade de Boulder - EUA. Essa, no entanto, não era a única ferramenta usada. Na época, os trabalhos produzidos pelo grupo não tinham apenas a temática computacional e acabaram por tomar um maior foco na construção de experimentos de baixo custo e suas aplicações em sala de aula. O período que passamos como integrantes do projeto PIBID representa uma parte

importante de toda a construção das ideias que serão descritas no presente trabalho.

Na atual era tecnológica, um grave problema que enfrentamos é como inserir avanços tecnológicos em sala de aula, com a intenção de gerar motivação à aprendizagem de Física por parte dos alunos. Uma das maiores dificuldades verificadas até hoje é o desinteresse, diante de uma parcela dos alunos, diante de uma aula tradicional (ARANTES, 2010; MOREIRA, 1999).

O processo de informatização tem um efeito de grande importância na sociedade na qual estamos inseridos. Podemos listar alguns pontos nos quais o uso de tecnologias que afetam o comportamento e a comunicação entre indivíduos, exercendo um papel significativo no desenvolvimento dos seres humanos. Na escola, no trabalho, nas redes sociais ou numa simples transação comercial. Como nas palavras do filósofo Adam Schaff:

Quando falamos de sociedade informática referimo-nos a uma sociedade em que todas as esferas da vida pública estarão cobertas por processos informatizados e por algum tipo de inteligência artificial, que terá relação com computadores de gerações subsequentes [...] (SCHAFF, 1990, p. 49).

Aparatos tecnológicos como projetores multimídia, computadores e tecnologias móveis (*smartphones, tablets, etc.*) são recursos pouco explorados dentro das escolas brasileiras, ainda nos presentes dias. O temor por parte de alguns gestores, dentro do meio escolar, de que o uso contínuo de determinados equipamentos pelo professor ou seu manuseio por parte dos alunos, possam danificá-los. Esse fator constrói uma enorme barreira no desenvolvimento de novas práticas. A necessidade de inserção dessas novas tecnologias dentro de sala de aula é algo que vem se mostrando desafiador e necessário para se promover melhorias (LOURENÇO, 2010). O aluno da escola atual tem mais facilidade para interagir com as diferentes formas de acesso à informação fazendo uso da *internet*. (PETITTO, 2003).

Alguns trabalhos (MARTINS e DIAS, 2011) trazem relatos de melhorias no processo de aprendizagem dos estudantes quando os professores passam a usar ferramentas computacionais, aliadas a uma boa metodologia de ensino, no desenvolvimento de atividades dentro e fora de sala de aula. Um bom exemplo seriam aulas que começam na sala cotidiana e terminam em um laboratório de computacional (LOPES e FEITOSA, 2009). As simulações promovidas dentro das plataformas computacionais proporcionam uma interatividade e a possibilidade de

uma diversidade de trabalhos bem interessantes. Aliadas às ideias de aprendizagem significativa de Ausubel, a infinidade de métodos potencialmente eficazes na promoção de conhecimento torna-se algo que o professor pode usar em benefício da construção de boas aulas (MOREIRA, 2001). Alguns exemplos de métodos são: o uso de mapas conceituais, UEPS, o tradicional quadro e giz, entre outras formas ferramentas que podem ser utilizadas no processo de ensino-aprendizagem. Esta dissertação não busca ser exaustiva no uso destes métodos citados.

A teoria de aprendizagem significativa, concebida pelo psicólogo norte-americano David Ausubel, leva em consideração que o conhecimento prévio do aluno é importante nas escolhas de metodologias de ensino que o educador usará. O aprendizado só ocorre quando o aluno consegue unir o conhecimento que já carrega consigo com um novo conhecimento, que molda ambos, gerando ao fim um novo aprendizado. Conforme a definição proposta por Moreira, sobre a aprendizagem significativa:

[...] há uma interação entre o novo conhecimento e o já existente, na qual ambos se modificam. À medida que o conhecimento prévio serve de base para a atribuição de significados à nova informação, ele também se modifica, ou seja, os subsunçores vão adquirindo novos significados, se tornando mais diferenciados, mais estáveis. Novos subsunçores vão se formando; subsunçores vão interagindo entre si. A estrutura cognitiva está constantemente se reestruturando durante a aprendizagem significativa. O processo é dinâmico; o conhecimento vai sendo construído [...]. (MOREIRA, 2012, p. 5 - 6)

Algo importante a se ressaltar é que o uso da simulação computacional deve ser interpretado como uma ferramenta útil para o ensino de física e não como a principal solução para os problemas educacionais do dia a dia escolar. Tal ferramenta deve ser aproveitada de maneiras responsáveis no intuito de contribuir na construção do conhecimento por parte dos alunos. A escolha desse trabalho se direcionou na construção de roteiros junto aos sistemas computacionais, no sentido de criar situações-problema que propiciem o desenvolvimento de novos subsunçores, estabelecendo um terreno fértil para que a aprendizagem significativa ocorra.

A citação "o principal objetivo da educação é criar homens que sejam capazes de fazer coisas novas, não simplesmente repetir o que as outras gerações fizeram" do psicólogo suíço Jean Piaget (PIAGET, 2013) remete bem à necessidade de mudanças no modo em que ensinamos. As novas tecnologias são ferramentas bastantes úteis nesse processo de mudança, tal como o uso de computadores e o

desenvolvimento de softwares educativos para o envolvimento dos alunos com conceitos científicos.

Com as competências corretas e habilidades metodológicas, como educadores, somos capazes de oferecer aos nossos alunos a capacidade de criar um espírito crítico e científico e estes poderão usar esses conhecimentos de modos que vão além da resolução de questões matemáticas. Neste sentido, exploramos o conceito de energia numa proposta multidisciplinar.

1.2 Objetivos

A meta geral deste trabalho é apresentar uma sequência didática, com o objetivo de inserir novas tecnologias, sobre o conceito de energia em sala de aula. A escolha dos recursos direcionados a esse trabalho e a elaboração do material usado durante as aulas foi direcionada por um referencial teórico baseado em uma forma de aprendizagem que rompe com as metodologias tradicionais vigentes, ou seja, na aprendizagem significativa de Ausubel.

Vamos especificar um pouco mais os objetivos, de modo a contribuir para um melhor entendimento dos conceitos e fenômenos físicos relacionados às formas de energia e suas transformações, nos seguintes cinco pontos:

- Construir uma plataforma computacional que dê ao aluno informações sobre diferentes tipos de energia, suas formas de aplicação, seus custos, seus benefícios e malefícios, e suas informações quanto a matrizes energéticas, suas particularidades e inserções na sociedade em que vivemos. Os Caps. 4 e 5 descrevem a plataforma computacional desenvolvida para este trabalho.
- Criação de uma sequência didática para o ensino de Energia que contenha debates multidisciplinares, possivelmente incluindo, dentro das aulas de Física, a presença de outros professores de diferentes áreas relacionadas sobre o tema, ou o professor de Física nas aulas de outros professores, principalmente na construção de roteiros de uso para o programa. O Cap. 5 descreve a sequência didática.
- Escrever roteiros com o objetivo de servir como material didático qualitativo para promover uma aprendizagem significativa em sala de aula. O Cap. 5 apresenta a inserção dos roteiros na sequência didática.
- Aplicação do produto em sala de aula com alunos de ensino fundamental em escolas públicas e/ou particulares de modo a observar e analisar o processo

de aprendizagem sobre algumas formas de energia. O Cap. 6 apresenta a aplicação da sequência didática.

- Disponibilização do produto resultante ao programa de mestrado para qualquer indivíduo interessado.

1.3 Apresentação

Faremos aqui uma breve apresentação da estrutura dos capítulos vindouros. No capítulo 2, faremos uma especificação sobre o referencial teórico usado. Tomaremos como base para o desenvolvimento a teoria da aprendizagem significativa crítica e a construção de mapas conceituais em seu formato avaliativo. No capítulo 3, será feita uma breve discussão sobre o tema Energia e seus principais componentes teóricos. No capítulo 4, serão discutidos elementos sobre o desenvolvimento do trabalho, suas alternativas e metodologias de ensino e aprendizado. O capítulo 5, tem uma exposição sobre a sequência didática, seus principais fundamentos e sua formalização por etapas. No capítulo 6, faremos uma breve descrição do acontecido em cada etapa da sequência didática, além de uma análise separada sobre os resultados alcançados. Por fim, faremos no capítulo 7 as considerações finais do trabalho, tecendo comentários sobre os resultados alcançados durante a sequência didática. Faremos também comentários sobre os possíveis desenvolvimentos futuros deste trabalho.

Capítulo 2

Referencial Teórico

Nesta etapa, faremos uma exposição dos referenciais teóricos que foram utilizados que serviriam de justificativa para o desenvolvimento da sequência didática proposta nesse trabalho. As ideias de aprendizagem significativa e mapas conceituais serão discutidas e expostas a seguir.

2.1 Aprendizagem Significativa

A Aprendizagem Significativa é uma teoria educacional idealizada pelo psicólogo estadunidense David Ausubel. Consiste em uma forma de aprendizado baseada em uma construção a partir do conhecimento já existente nos estudantes. Destaca-se a existência de figuras representativas relevantes dentro da estrutura cognitiva do indivíduo relacionadas aos novos conhecimentos com os quais ele vai interagir, para que o conteúdo aprendido possa ser usado por esse aluno de uma forma significativa de diferentes formas. Não representa apenas uma solução 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. (HARRES, 2005 e MOREIRA, 2010).

O pesquisador David Ausubel nasceu no ano de 1918 e veio a falecer no ano de 2008 na cidade de Nova York – EUA. Durante sua vida desenvolveu uma teoria que se baseava no “quanto mais sabemos, mais podemos aprender”. Motivado pela educação que recebera na escola, onde castigos e os atos de violência nos métodos educacionais de ensino eram comuns, dedicou sua pesquisa em melhorias que iriam proporcionar uma mudança nos formatos das metodologias de ensino da época. Apresentou sua teoria de aprendizagem no ano de 1963, provocando uma ruptura com as ideias behavioristas que influenciavam a maior parte dos métodos de ensino.

Para Ausubel, estes métodos poderiam ser classificados como um processo de aprendizagem do tipo mecânico e eram concebidos como uma memorização excessiva de conteúdo, com pouca interação interpretativa com o conhecimento a ser aprendido, por parte do indivíduo.

Na aprendizagem mecânica, uma maneira em que o indivíduo interage com novas informações, apenas recebendo e acumulando-as, sem promover interação com os subsunçores mais antigos. É um tipo de conhecimento que pouco contribui para o desenvolvimento cognitivo do aluno, pois se apresenta de uma maneira pouco reflexiva e dotada de resoluções repetitivas de situações problemas. Isso normalmente limita o estudante a apenas usar o conhecimento adquirido em situações iguais ou muito próximas às apresentadas pelo professor em sala de aula. Parte desses conhecimentos adquiridos de forma mecânica pode ser usada dentro da aprendizagem significativa com a função de subsunçores básicos, embora para Ausubel não exista um contínuo entre aprendizagem mecânica e significativa (MOREIRA, 2010).

Mas o que seria um subsunçor? Para entender melhor essa definição, partiremos da lógica em que a aprendizagem significativa esclarece que cada indivíduo, devido às suas experiências com o ambiente exterior, traz consigo conhecimentos prévios que podem ser representados com imagens, conceitos, modelos mentais e outras formas de conhecimento. Em sua teoria, Ausubel define as representações citadas acima como “subsunçores” (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1980).

Em outras palavras, um subsunçor será entendido com um saber já pré-existente na estrutura cognitiva do indivíduo, que ao interagir com uma situação problema, dá a este a possibilidade assimilá-la a partir dessa “ideia-âncora”, se comportará como um “âncoradouro” de novos conteúdos. Normalmente a estabilidade do subsunçor se mostra mais estável ou não a partir da interatividade que o aprendiz tem com os novos argumentos apresentados. O processo de mudança desses subsunçores dentro da estrutura cognitiva faz com que as novas descobertas ajudem a associar novos significados e alterar a forma desse antigo subsunçor.

Podemos definir a estrutura cognitiva como sendo o modo segundo o qual a maioria dos indivíduos tem de organizar suas concepções prévias a respeito de um determinado assunto. Se expandirmos essa ideia, subsunçores muito interligados podem formar uma estrutura cognitiva direcionada a uma área específica de conhecimento.

Para Ausubel, alcançaremos uma aprendizagem do tipo significativa se o conhecimento a ser adquirido encontra no aluno algo em que possa se ancorar,

achando assim uma sustentação desse novo saber e aumentando o conhecimento sobre o assunto de discussão (AUSUBEL, 1978).

Dessa maneira, para que um novo conhecimento possa ser adquirido por esse estudante, faz-se necessário uma interação dos novos conceitos apresentados e a serem aprendidos, com aspectos de um grau significativo de relevância dos conhecimentos que o aluno já possui.

Dentro da teoria da aprendizagem significativa, podemos destacar dois modos de aprendizado. São eles: aprendizagem significativa por descoberta – em que o estudante se coloca no papel de um “descobridor” ou “construtor” do conhecimento a ele proposto, assumindo uma postura mais ativa na construção dos conceitos; e a aprendizagem significativa por recepção – em que o conhecimento é apresentado concretamente e pronto, oriundo de um educador.

A necessidade de se ter essas duas formas em harmonia se dá em decorrência de que a aprendizagem por descoberta, como fator isolado, normalmente não dá a possibilidade aos alunos de observarem as múltiplas faces de um determinado fenômeno, tornando o processo de aprendizado insuficiente. Nesse intuito, a aprendizagem por recepção se torna muito eficaz em complementar essa ação. Sendo aplicada de uma maneira intencional durante o processo de aprendizagem significativa, ambas produzem um resultado para aprendizagem significativa, caso a nova informação incorpore-se de forma não arbitrária à estrutura cognitiva (MOREIRA, 2001).

A preparação do material que irá propor um processo de aprendizagem significativa deve se preocupar em englobar dentro de seu conteúdo fatores que incentivem o aluno em suas descobertas, um olhar mais amplo dos fenômenos naturais, que envolvem determinada prática de ensino. Dessa maneira, Ausubel estabelece uma inter-relação entre a eficácia do material de ensino, que deve possuir elementos de ensino potencialmente significativos e a capacidade deste em promover ligações com os subsunçores. Isso revela que além da disponibilidade e disposição do aluno em querer aprender determinado conteúdo, o material com que ele usará no processo de aprendizagem significativa tem a necessidade de ser potencialmente significativo (MOREIRA, 2012; AUSUBEL, 1978).

A aprendizagem significativa não é uma fórmula mágica de aprendizado. Por exemplo, um aluno após completar as etapas do ensino fundamental ou médio e perder o contato com a disciplina Física, mantendo-se nessa situação por algum

tempo, provavelmente terá dificuldade em acessar determinados conhecimentos mais específicos. No entanto esse mesmo estudante terá uma facilidade maior para lembrar ou reaprender determinado conhecimento, a partir da ativação de subsunçores mais centrais de sua rede neural cognitiva.

A permanência ativa de um determinado subsunçor depende das relações de conhecimento estabelecidas pelo indivíduo. Isso pré-determina uma mudança constante em suas estruturas, possibilitando evoluções ou retrocessos de aprendizagem. Isso garante um maior grau de importância para alguns subsunçores e uma subordinação natural de outros a estes.

O processo de hierarquização dos subsunçores é, para Ausubel, uma rede mutável e com uma interligação contínua entre principais e subordinados. A submissão pode se alterar de acordo com a ordem da aprendizagem que o indivíduo possa ter. Esse tipo de organização não invalida que um mesmo subsunçor ocupe um lugar de destaque em uma determinada estrutura cognitiva de certa área conhecimento e um lugar de submissão em outra, ou seja, diferentes campos de conhecimento podem se aproveitar dos mesmos subsunçores de maneiras hierárquicas distintas (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1980).

A maior quantidade de subsunçores é adquirida nas primeiras fases da vida de um indivíduo. As primeiras etapas da vida escolar são as principais formadoras desses subsunçores. Essa etapa é feita por descoberta e validação de suas propostas iniciais por meio de respostas a essas indagações. No entanto, esse indivíduo pode se deparar ou interagir com um novo conhecimento que não se relaciona de maneira relevante com nenhum subsunçor já existente em sua estrutura cognitiva. Para sanar esse problema, Ausubel recomenda a inserção de materiais introdutórios que assumiriam a função de ancoradouros e contribuiriam para a formação de subsunções primários. Esse tipo específico de material será definido como organizador prévio e promove uma ligação entre aquilo que o educador quer ensinar e o que indivíduo já traz de conhecimento.

As ferramentas apresentadas acima compõem o quadro de pré-requisitos que estabelecem os elementos de uma eficiente estrutura para uma boa aprendizagem significativa.

Dentro da proposta da aprendizagem significativa, a aquisição de novos conhecimentos se dá quando se nota mudanças, tanto na estrutura cognitiva

específica, na qual essa nova informação irá ancorar, quanto na forma de aquisição que o aluno fará da nova informação adquirida.

Partindo desse esclarecimento, Ausubel diferencia três tipos de aprendizagem significativa em seus relatos, sendo elas: a aprendizagem representacional na qual o aluno é capaz de reconhecer determinados símbolos. Ela é reconhecida 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. Em uma exemplificação simples, podemos citar a palavra “livro”. Ao entrar em contato com tal palavra, durante o processo de aprendizagem representacional, o indivíduo naturalmente associa o objeto ao qual faz uso ou pode observar (MOREIRA, 2006).

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, 1978). 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, o último tipo é 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 equivalente e inicia o processo de ancoração 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 estes 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).

2.2 Mapa Conceitual

As primeiras proposições sobre mapeamento conceitual tiveram início com Joseph Donald Novak, um educador norte americano, professor em Cornell University e Pesquisador Sênior no IHMC. A teoria abrangente na criação de um mapa conceitual é completamente vinculada às propostas da teoria de aprendizagem de Ausubel.

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.

Em resumo, 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.

Sua linguagem detém alguns termos específicos, facilitadores da análise de possíveis de resultados. O conceito aparece como indicador das propostas ou proposições, normalmente representadas dentro de caixas de formas geométricas diversas, sendo as mais comuns: retângulos e círculos. A palavra conceito pode ser substituída nessa função por ideias e informações, por exemplo. O uso de setas dentro dessa estrutura indica o sentido da leitura e interliga conceitos diversos. Essa representação ocorre por uma palavra ou mais com a função de representação de símbolos (NOVAK, 2006).

A ferramenta mapa conceitual tem sua fundamentação teórica acoplada à teoria de aprendizagem significativa. Essa ferramenta de ensino pode servir como instrumento de avaliação diagnóstica de conhecimentos prévios dos alunos. Os

resultados alcançados permitem ao educador a possibilidade de acompanhar o processo de absorção de novas informações, além de avaliar a eficácia do material e se houve ou não aprendizagem significativa durante o processo de ensino (STENSVOLD e WILSON, 1990; STRUCHINER, VIEIRA e RICCIARDI, 1999).

Em sua maioria, os métodos tradicionais de avaliação não identificam as reais condições de evolução da estrutura cognitiva dos estudantes. Os mapas conceituais agem como agentes verificadores e monitoradores bem mais eficazes para verificação de aprendizagem significativa. Existem registros de trabalhos que fizeram uso dessa ferramenta e obtiveram resultados expressivos quanto à avaliação da aprendizagem significativa gerada (FALCÃO, 2012 e OLIVEIRA; FROTA; MARTINS, 2013).

Com o uso dessa ferramenta educacional, torna-se possível ao educador verificar se determinado subsunçor sofreu um aprimoramento e alcançou uma aprendizagem do tipo subordinada, proporcionando ao avaliador a verificação do processo de diferenciação progressiva. Se essas mudanças permitem uma reorganização de significados de subsunçores dentro da estrutura cognitiva seguindo os tipos de aprendizagem superordenada e/ou combinatória, revela-se a presença de um processo de reconciliação integradora (CORRÊA, 2015).

Os indícios da reconciliação integradora são verificados quanto ao número de inter-relações entre diferentes conceitos. Dessa maneira, os conceitos mais inclusivos, dentro do mapa, evidenciaram a presença de diferenciação progressiva (CORRÊA, 2015).

A partir das discussões feitas anteriormente, podemos propor que para a avaliação de um mapa, envolvendo os processos de aprendizagem significativa, podem ser resumidas em um caráter de análise que resultará em três parâmetros: Os conceitos envolvidos na construção do mapa, a estrutura interna de organização hierárquica e as interligações entre os conceitos que povoam o mapa conceitual.

Sendo assim, as atividades que envolvam o uso de mapas conceituais com fins avaliativos e se comprometam a avaliar os alunos conforme os parâmetros discutidos anteriormente serão capazes de apontar os indícios de aprendizagem significativa (CORRÊA, 2015).

As avaliações podem seguir parâmetros de medição do tipo qualitativo e quantitativo. Em estudos avaliativos sobre estruturas de mapas conceituais se faz necessário o uso dos dois tipos. Para justificar o uso do modo quantitativo, vamos

ressaltar que o número de ligações cruzadas pode ser interpretado como sendo uma indicação de reconciliação integradora. Em contrapartida, mapas que contém apenas em seus resultados avaliações a partir de uma quantidade de dados numérica não expressam indícios necessários para uma boa análise de resultados. Para isso, usamos uma avaliação do tipo qualitativa, no intuito de verificação da evolução dos subsunçores presentes na estrutura cognitiva do estudante.

Capítulo 3

Energia

Neste capítulo, apresentamos uma abordagem sobre o tema Energia do ponto de vista da Física. Para isso, apresentamos na seção 3.1 uma adaptação alegórica sobre o tema em questão. Essa abordagem pode ser encontrada no livro “Física em Seis Lições”, do físico norte americano Richard Feynman (FEYNMAN, 1999, págs. 115 - 118). Este texto consta da plataforma elaborada para fins deste trabalho, e poderá ser lido pelos alunos previamente ao debate que será apresentado no capítulo 6, seção 6.7. A partir da seção 3.2 em diante trataremos o tema Energia em uma abordagem mais formal, baseado nos livros CORRADI (2010), Unid. 6 e 7, p. 255 - 305, HALLADAY (2012): Vol.2 - Cap 18, p. 191 - 200 e YOUNG e FREEDMAN (2009). Vol.3 – Cap 2, p. 71-90.

3.1 Alegoria Sobre o Conceito de Energia

Imagine que você é dono de uma quantidade limitada de bolinhas de um material indestrutível, mas que podem mudar de forma. Cada uma com características iniciais diferentes como cores, capacidade de emitir luz, maior temperatura e etc. Além disso, atributos comuns como massa e o poder de mudar seus atributos básicos.

Você então convida alguns amigos para um desafio. Eles devem esconder as esferas por sua casa a fim de que você tenha que encontrá-las. Algumas regras são propostas antes do jogo começar. Nenhum dos seus amigos poderá dar dicas sobre a localização das esferas e você poderá usar qualquer recurso ao seu alcance para tentar descobrir onde as bolinhas estão. No entanto, cada vez que for apontado um lugar e a bolinha não estiver lá, um ponto será perdido. (Isso significa que para abrir qualquer esconderijo você precisará ter um palpite muito bom sobre onde as bolinhas estão).

No início, tudo começa bem. Você consegue identificar algumas esferas com ligeira facilidade. As primeiras não foram escondidas muito bem ou têm características iniciais difíceis de serem escondidas. Após esse primeiro momento do jogo, algo chama a sua atenção. Você nota a presença de uma pequena caixa de sapato embaixo do sofá da sala, isso tem um jeito estranho, porque a caixa não deveria estar ali. Na dúvida em saber se ela faz parte da sua “bagunça” habitual ou

uma pista para vencer o jogo, decide examinar mais de perto a misteriosa caixa de sapato. Por ter movido ela várias vezes no passado, a massa da caixa não lhe é muito peculiar e o formato que o sapato ocuparia na caixa é único. Uma coisa lhe chama atenção sobre a possibilidade de uma das bolinhas estar ali dentro: a caixa está um pouquinho mais “pesada” que o normal.

Usando seus conhecimentos, você pega uma balança e identifica separadamente a massa de uma das esferas que você já encontrou. Após isso, coloca a caixinha sobre a balança. Ao medir a massa da caixa, um valor de massa um pouco maior que o normal para um sapato se revela. Com medo de perder a pontuação no jogo, você separa a caixa por cima de mesa e a marca como suspeita. Sua atenção então retorna a procurar as outras esferas, deixando a hipótese em aberto sobre a existência ou não de uma bolinha dentro da caixa de sapato.

Ao chegar à cozinha, percebe um brilho diferente saindo armário. Ao lembrar que uma das esferas tem essa característica, você tenta abrir a porta, e percebe que ela está trancada. E que a chave está habitualmente em cima da geladeira. Mais uma vez, você se lembra da regra de perda de pontos e resolve ir por outro caminho. Ao fechar as portas e janelas, ajeitar a cortina, é nítido que o brilho emitido dentro do armário é realmente anormal. O pensamento de destrancar o armário logo vem à cabeça, mas ao procurar a chave sob a geladeira, a descoberta que a chave não está lá faz aumentar as suspeitas de que a esfera está ali dentro. Assim como a primeira, você deixa o armário muito suspeito e parte para buscar novas esferas.

Chegando ao quarto, nota que uma das sombras dos objetos, projetada sobre o guarda-roupa, tem um formato circular, como o de uma de suas esferas. Você lembra que um de seus amigos é bastante alto e poderia ter escondido alguma delas ali. Com o auxílio de uma cadeira, mesmo tentando enxergar a parte onde a esfera poderia estar, você não consegue identificar com precisão se é uma de suas esferas ou não. Ao lembrar que uma de suas esferas, ao entrar em contato com luz da cor vermelha, libera um pouco de luz e se divide em duas metades por um intervalo pequeno de tempo. Com a ajuda de um *laser* e uma lanterna, você projeta a sombra da esfera numa das paredes e aponta o *laser* em sua direção, mas a sombra continua sem mudanças. Mais um suspeito para a lista.

Ao fim de todos os desafios, você reúne seus amigos e aponta os possíveis esconderijos, acaba perdendo alguns pontos no jogo e descobre que

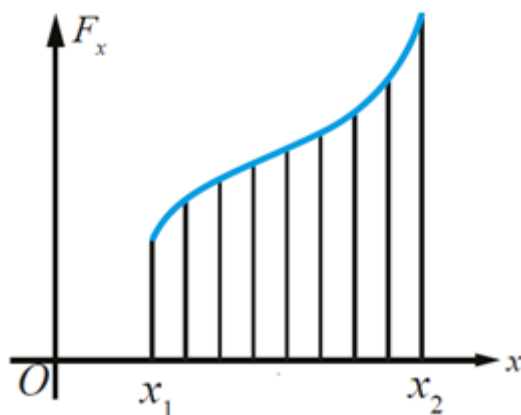
muitas das suas esferas continuam escondidas pela casa. Decidido a recuperar os pontos perdidos, a busca pelas esferas continua, no entanto, o número total de bolinhas continua o mesmo, a diferença é que você agora tem, em posse, um número de bolinhas menor e, para achar as outras, terá que desenvolver novas técnicas para identificar e localizar as que ainda estão perdidas.

Se fizermos uma analogia, podemos comparar as esferas às diferentes formas de energia, a casa e os amigos como a natureza ao nosso redor e você como um cientista procurando respostas. Cabe ao cientista desenvolver diferentes técnicas para observar e identificar os vários tipos de fenômenos naturais. O termo energia não pode ser tratado da mesma forma todo o tempo. Existe uma distinção exata entre diferentes tipos de energia. Suas formas de manifestação ante ao Universo em que vivemos devem ser identificadas e classificadas de maneira correta, a fim de conhecermos mais sobre suas características.

3.2 Trabalho de Uma Força

Considere o deslocamento de uma partícula com massa que se desloca ao longo do eixo x em relação a um referencial inercial. Sobre ela atua uma força \vec{F} de módulo F na direção oblíqua ao deslocamento desse corpo. Veja um exemplo da componente F_x do vetor força paralela a um deslocamento de x_1 a x_2 como demonstrado na Figura 1 abaixo.

Figura 1: Gráfico da Função Trabalho



Fonte: adaptada do livro Fundamentos de Física I (CORRADI, 2010).

Considerando um deslocamento infinitesimal \vec{dx} , e a força agindo sobre a partícula, podemos escrever o trabalho de uma força sendo representado pela integral de linha entre o produto escalar dos vetores \vec{F} e \vec{dx} , onde: $W = \int_{x_1}^{x_2} F_x dx$.

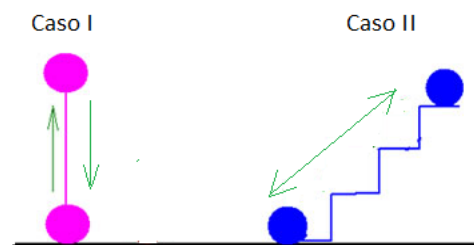
Podemos associar à ideia de trabalho a medida da transferência de energia pela ação de uma força aplicada a um corpo, durante seu deslocamento. Tomaremos o valor escalar do trabalho como um número medido em Joules (J). O valor encontrado será pertencente ao conjunto dos números reais.

A unidade de medida será um produto do tipo $1J = 1N \cdot 1m$. O produto escalar entre os vetores valida situações em que o trabalho poderá ser positivo ou negativo, devido às direções relativas entre a força aplicada e o deslocamento da partícula.

3.2.1 Trabalho de Uma Força Conservativa

Para se diferenciar esse trabalho de qualquer outro, vamos tomar por definição que uma força conservativa é aquela cujo trabalho não depende da trajetória escolhida. Dessa forma, ao se mover entre dois pontos distintos, independentemente do caminho escolhido, o trabalho realizado pelo corpo será o mesmo. Um bom exemplo de força conservativa é a força peso. Numa situação de queda livre ou descida em um plano inclinado, mantendo-se os mesmos valores de altura inicial, o valor do trabalho total, produzido por essa força, será o mesmo nas duas situações.

Figura 2: Caso I: lançamento vertical; Caso II: Queda de um corpo em uma superfície irregular



Fonte: Website Alunos online¹

¹ Nota de Rodapé: <https://alunosonline.uol.com.br/fisica/forca-conservativa.html>

O trabalho realizado pela força peso na Situação I e II será o mesmo, pois independe do caminho escolhido. Dessa forma, vamos representar o trabalho dessas forças sendo: $W = -\int \vec{F}_c \cdot d\vec{r}$. Mais à frente, explicitaremos o teorema do trabalho e da energia potencial e justificaremos o uso do sinal negativo no cálculo. O termo conservativo prediz que, ao ir ou voltar entre dois pontos, um corpo submetido a esta força em qualquer trajetória de ida e volta terá conservada sua energia total no sistema e a soma entre os dois trabalhos será nula.

3.3 Energia Potencial

Por definição, podemos tomar a ideia de energia potencial sendo um formato energético associado a um sistema de corpos, no qual ocorre interação. Dentro de um sistema de coordenadas e escolha de um referencial, podemos associar esse tipo de energia às posições ocupadas pelos corpos. Isso remete à afirmativa de que as definições de força e suas interações estão diretamente correlacionadas com as descrições de como se comporta a energia potencial. Sendo assim, vamos definir a *energia potencial* como o tipo de energia que pode ser armazenada no corpo, e que pode ser convertida em trabalho.

Esse tipo de energia pode ser classificado em diferentes formas. Abordamos abaixo algumas destas formas: a energia potencial gravitacional, a energia potencial elástica, a energia potencial elétrica e a energia potencial nuclear.

3.3.1 Trabalho e Energia Potencial

Se em relação a um referencial inercial, tomarmos dois pontos x_1 e x_2 para representar duas regiões de potenciais distintos, podemos escrever uma expressão que represente o trabalho de uma força conservativa sendo:

$$W = U(x_1) - U(x_2), \text{ para } U(x) = - \int_{x_{ref}}^x \vec{F}_x \cdot d\vec{x}. \text{ O motivo de escolhermos o sinal negativo}$$

na representação da equação de trabalho serve para que no cálculo da energia potencial, os sinais se invertam.

Definimos como $U(x)$ a energia potencial relacionada ao ponto “x” da trajetória. Logo, podemos definir o trabalho realizado entre dois pontos quaisquer de uma trajetória, devido a uma força conservativa, sendo o resultado da variação da energia potencial vinculado a essa força.

3.3.2 Energia Potencial Gravitacional

Partindo de uma visão clássica, quando um corpo cai de uma determinada altura, a justificativa que escolhemos para representar esse fenômeno passa pela interação do campo gravitacional terrestre com esse corpo, gerando sobre ele uma força que o atrai para o centro da Terra. De uma maneira parecida, vamos associar a energia potencial gravitacional à separação que exista entre esses corpos e sua interação com o campo gravitacional. Sendo assim, quando esse corpo é elevado até essa altura, em um referencial no centro da Terra, podemos dizer que estamos realizando trabalho e transformando a parcela da energia gasta nesse processo em potencial gravitacional.

Matematicamente, podemos descrever essa energia na forma $\Delta U_G = -W$. Como argumentado anteriormente, o valor dessa energia varia em função da distância. Logo, podemos reescrever nossa função matemática acima enfatizando a relação entre massa e distância. Considerando os vetores força gravitacional e deslocamento paralelos e apontado no mesmo sentido, temos:

$U_G(r) = \frac{GMmr}{r^2}$. Considerando $g = \frac{GM}{r^2}$, podemos escrever a equação acima de um

formato mais simples: $U_G(r) = mgr$, em que “g” representa a aceleração gravitacional do planeta.

3.3.3 Energia Potencial Elástica

Considerando uma mola ou corda, com capacidades elásticas, podemos associar as energias potenciais elásticas à capacidade que a deformação dessa mola gera movimento nos corpos após essa etapa. Fazendo o uso da relação pré-estabelecida entre energia potencial e o trabalho realizado, podemos escrever a função matemática $\Delta U_{ela} = -W$ e, a partir daí, escrever a função matemática que

descreve essa energia sendo: $U_{ela}(x) = \frac{kx^2}{2}$, para k representando a constante

elástica, obediente à lei de Hooke e x com a deformação sofrida pela mola.

3.3.4 Energia Potencial Elétrica

Considere uma carga puntiforme dentro de uma região do espaço. Essa carga é capaz de gerar um campo elétrico, de maneira a interagir com outra carga

de prova que será atraída ou repelida. A energia potencial elétrica, semelhante à energia potencial gravitacional, está relacionada com a interação das partículas por meio de um campo, nesse caso, o campo elétrico. Dessa maneira, o trabalho realizado pelas forças elétricas durante o movimento dessas cargas de um ponto próximo ao infinito a uma região de distância “r” nas da carga geradora do campo é considerada a energia potencial elétrica, considerando que nas regiões próximas ao infinito a energia potencial elétrica será nula.

Como vimos anteriormente na seção 3.2, o trabalho mecânico pode ser calculado pela relação $W = \int_{x_1}^{x_2} F_x dx$. Considerando uma força \vec{F} atuante sobre uma

partícula que se move de x_1 ao ponto x_2 , o trabalho realizado será dado por:

$W = \int_{x_1}^{x_2} F \cdot \cos\theta \cdot dx$. Se a força elétrica \vec{F} , sendo esta conservativa, pode ser expressa

em função da energia potencial elétrica. Para isso, o trabalho realizado pode ser dado por: $W_{x_1 \rightarrow x_2} = U_{x_1} - U_{x_2} = -\Delta U$.

Dessa forma, podemos tomar o exemplo da energia potencial elétrica, medida a partir da presença de um campo elétrico uniforme. Para a força paralela ao deslocamento infinitesimal, o trabalho pode ser calculado sendo $W_{x_1 \rightarrow x_2} = Fd = q_0Ed$, sendo este valor positivo e possuindo a mesma direção e sentido do movimento da carga de teste. Se esta carga se move de um ponto x_1 e x_2 dentro de um campo elétrico uniforme será de $W_{x_1 \rightarrow x_2} = U_{x_1} - U_{x_2} = -q_0E(x_1 - x_2)$.

3.4 Energia Cinética

A energia associada ao movimento dos corpos é conhecida como Energia Cinética, o que torna aceitável a ideia de que se determinado corpo se move, ele agrega sobre si energia, nesse caso do tipo cinética.

Pela formulação matemática, podemos interpretar a energia cinética sendo $K = \frac{1}{2}mv^2$, também medida em joules. A energia cinética também é uma grandeza do tipo escalar. Mesmo a velocidade sendo uma grandeza vetorial, o produto escalar entre o vetor velocidade por ele mesmo resultará em um escalar ($\vec{v} \cdot \vec{v} = v^2$). Assim como os outros tipos de grandezas dependentes da velocidade, a

energia cinética não pode ser considerada invariante, pois depende do referencial do observador.

3.4.1 Teorema do Trabalho e Energia Cinética

Se tomarmos o somatório de todas as forças que agem sobre um corpo, e calcularmos o seu trabalho, a partir do deslocamento realizado, podemos estipular a relação entre trabalho desta força e as alterações nos valores de velocidade:

$$\int_{r_1}^{r_2} \sum_{i=1}^n \vec{F}_i \cdot d\vec{r} = \frac{1}{2} m V_2^2 - \frac{1}{2} m V_1^2.$$

Baseados na afirmativa ao lado, interpretaremos o trabalho do resultado como sendo igual à variação da energia cinética da partícula. Dessa forma, reduzindo a relação matemática mostrada acima, chegamos a relação de que $W = \Delta K$.

3.5 Energia Interna Térmica e Calor

Dentre todos os tipos de energia citados até aqui, esta é a única forma de energia que se associa de maneira direta às variações de temperatura absoluta de um sistema termodinâmico ou suas mudanças de estado.

Para isso, vamos tomar calor sendo a energia trocada entre um sistema e um ambiente devido a uma diferença de temperatura ou mudança de estado físico. É salutar lembrar que essa energia também pode ser trocada entre um sistema e o ambiente através de um trabalho (W) realizado por uma força. Ao contrário de outras grandezas físicas, calor e o trabalho são características intrínsecas de um sistema e agrega seu significado quando descrevem a transferência de energia para dentro ou fora de um sistema.

O modo de associação mencionado anteriormente se trata da primeira lei da termodinâmica, em que: $dE_{int} = dQ - dW$. Nessa lei, o sistema sofre variações infinitesimais, na qual E_{int} representa a energia interna de um sistema e tende a aumentar se acrescentarmos energia na forma de calor Q e a diminuir se removermos energia na forma de trabalho W realizado pelo sistema.

Com o trabalho realizado sobre o sistema é sempre negativo do trabalho realizado pelo sistema. Isso implica em uma associação natural de que a energia interna de um sistema tende a crescer e sofrer variações positivas se fornecermos calor ao sistema ou realizarmos trabalho sobre ele. Dessa mesma forma, ele tende a diminuir se retirarmos calor ou se realizar trabalho.

Em um olhar clássico aos comportamentos das moléculas de um determinado sistema, a energia térmica associada corresponde ao somatório das energias cinéticas de suas partículas, ou seja, aos movimentos das moléculas que constituem esse sistema. Matematicamente expressa como $E_{\text{ter}} = \sum K_{\text{part}}$. Em sistemas em que o princípio da equipartição da energia é válido, podemos reescrever a energia térmica sendo: $E_{\text{ter}} = rN \frac{K_b T}{2}$.

3.6 Lei da Conservação da Energia

Em Física, conceituar o termo energia não é uma tarefa simples. Entretanto, se observarmos seu comportamento, podemos compreender sua fenomenologia de maneira mais fácil. Dentro da natureza ao nosso redor, ela se demonstra de múltiplas formas e é capaz de se transformar entre esses diversos tipos. Um homem caminhando sobre uma ladeira, enquanto seus pés se movem, ele está transformando a química de seu corpo em um tipo de energia vinculada ao movimento. Ao subir a ladeira e parar em seu ponto mais alto, em relação a um referencial no solo, afirma-se que a energia oriunda do movimento foi convertida em uma forma de potencial.

Dentro de processos mecânicos, a energia cinética pode se transformar em potência e vice-versa. Tomemos como exemplo o arremesso de um corpo para cima, considerando um referencial na superfície do planeta e desprezando a ação de forças dissipativas. Sua energia cinética durante a subida se converte em energia potencial gravitacional até atingir o ponto mais alto da trajetória. Generalizando esse processo, podemos descrever a soma entre os dois tipos de energia, cinética e potencial, sendo que E_{mec} representa a energia mecânica do sistema. Dessa forma, podemos afirmar que a energia desse sistema mecânico se conserva.

Se lançarmos nosso olhar a outras leis de conservação energéticas, notaremos que em um sistema termodinâmico, por exemplo, com uma quantidade fixa de partículas, a primeira lei revela a quantidade de energia acrescentada ou retirada de energia na forma de calor, um sistema está diretamente ligado à soma entre a taxa de variação da energia interna desse sistema de partículas e o trabalho que estas partículas são capazes de realizar, sendo este o representante do gasto de energia de um sistema. Matematicamente podemos formular essa lei da seguinte maneira: $\delta Q = dU + \delta W$.

Capítulo 4

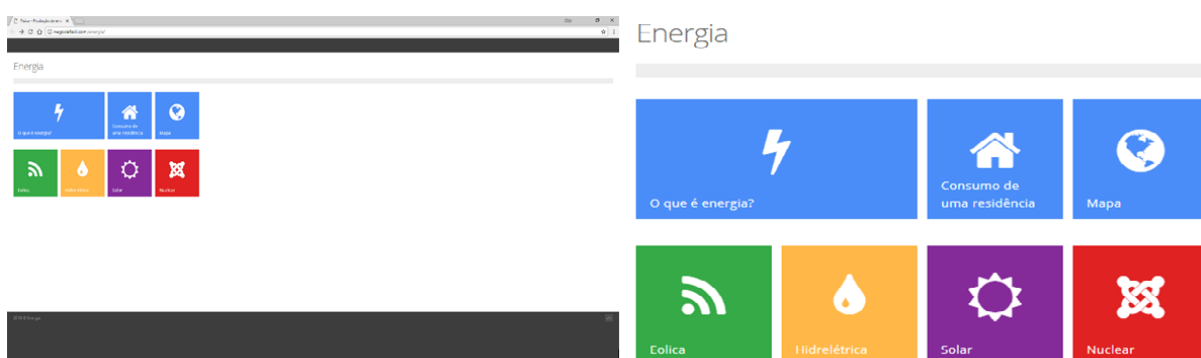
Desenvolvimento do Trabalho

4.1 Introdução

Em paralelo à sequência didática proposta neste capítulo, apresentamos uma plataforma computacional desenvolvida durante o primeiro ano do Mestrado Profissional de Ensino de Física. 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 também agrega o objetivo de entender a quantidade produzida de energia elétrica, suas matrizes energéticas acopladas às principais informações de aplicação. A plataforma também conta com um fragmento do texto retirado do livro “Física em Seis Lições” do físico norte americano Richard Feynman (FEYNMAN, 1999), um mapa desenhado para uso em debate, 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*) para aprofundamento de pesquisas que poderão ser realizadas pelos alunos durante o debate de opiniões.

Seu uso pode ser feito através de computadores, *laptops*, *tablets* e *smartphones*, que tenham acesso à *internet*. Nas imagens abaixo representamos a tela de início dessa plataforma, vistas de um computador de mesa tradicional.

Figura 3: Tela da Plataforma Computacional Exposta por um Computador de Mesa



Fonte: Acervo do Autor

A ideia inicial era de construir uma plataforma que fosse capaz apenas de propiciar informações relevantes sobre matrizes energéticas. Com o tempo, algumas modificações acabaram tomando forma e foram anexadas algumas outras funções,

que citamos a seguir. Foram inseridos um mapa para realização da atividade de debate, o texto introdutório com analogias sobre o tema energia, a simulação da quantidade de produção energética, custo de implementação e manutenção da matriz energética e as principais vantagens e desvantagens do uso de cada uma das usinas produtoras de energia elétrica. Por fim, foram anexadas à plataforma *links* para as pesquisas dos alunos, e um botão para um simulador externo de energia elétrica consumida por uma residência.

Uma implementação funcional da plataforma pode ser encontrada no seguinte endereço: <http://negociefacil.com/energia/>. Na sessão 5.7, do capítulo 5 desse trabalho, vamos retomar a exposição sobre a funcionalidade dessa plataforma computacional e exemplificar a forma de aplicação em sala de aula.

4.2 Diário de Aplicação

A aplicação da sequência didática se deu em uma escola da rede particular, do interior do estado de Minas Gerais, na cidade de Juiz de Fora. Esta, por sua vez, contou com pré-teste e pós-teste, além de mais cinco etapas intermediárias. A escola faz uso de uma apostila própria no ensino de Física, não sendo muito aberta a inserções de outras metodologias. Com isso, o apoio da direção escolar no início das atividades se deu com certa resistência. Com a aplicação das primeiras atividades e a alta motivação dos alunos, esse quadro acabou mudando e, no decorrer das atividades da sequência, foi concedida um pouco mais de autonomia para aplicação. As tarefas foram desenvolvidas junto a uma turma do 9º ano do ensino fundamental, com 7 alunos.

Acordada com a teoria da aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2003), esse trabalho buscou coletar inicialmente as concepções espontâneas dos alunos, aplicar uma sequência didática em que houvesse o confronto entre as opiniões emitidas e os resultados observados. Essa comparação foi feita para explicitar o que se desejava no trabalho. Por fim, se realizou uma reavaliação do conhecimento observado em cada um dos alunos de modo a obter de forma qualitativa os indícios de aprendizado significativo.

A sequência didática utilizou simuladores computacionais e experimentos de baixo custo, roteiros experimentais questionadores, nos quais os alunos comparavam os resultados obtidos com suas propostas iniciais, ou seja, suas possíveis justificativas de cada fenômeno. Por último, todo o processo também

contou com a supervisão e mediação do professor, sendo as aulas de aplicação da sequência ministradas em um horário extraclasse (sexto horário). No horário normal de aula, houve a inserção de uma aprendizagem mais tradicional e mecânica. Os conteúdos eram dispostos aos alunos após essas aulas.

Objetivando mensurar a eficácia do método dos dados, foram coletados por meio de anotações feitas pelos alunos como preenchimento dos mapas conceituais e roteiros questionadores, e registros de atividades feitos pelo professor, que abrange informações sobre elementos observados durante a aplicação.

Ao fim da etapa de coleta, cada um dos mapas conceituais produzidos pelos alunos foi analisado separadamente. A partir desses dados, foi produzida uma tabela classificatória, localizada no Cap. 5, e explicitado a percepção de conhecimento adquirido pelos alunos. O mesmo procedimento foi seguido nas etapas seguintes, com o preenchimento dos roteiros e na averiguação de aprendizagem com a construção de outro mapa conceitual ao final do processo.

Esse trabalho contém elementos presentes no construtivismo de Vygotsky, sendo este o processo de ensino-aprendizagem que abrange quem aprende, quem ensina e a relação entre estas partes e metodologia de ensino só alcança eficácia quando há colaboração mútua entre as partes (MOREIRA e MASSONI, 2015). Eles não foram desenvolvidos durante essa dissertação, mas poderiam estar compondo uma futura evolução desse produto educacional.

4.3 Estrutura de Aplicação da Sequência Didática

O objetivo é criar uma sequência didática que tenha a finalidade de ensinar Energia usando recursos tecnológicos e experimentos de baixo custo em seu desenvolvimento. A sequência foi dividida em 7 etapas da seguinte forma:

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

Os procedimentos feitos dentro da sequência serão expressos na tabela abaixo e foram inspirados na teoria de aprendizagem significativa crítica (AUSUBEL,

D. P.; NOVAK, 1978). A proposta visa uma maneira de ensinar o tema Energia usando recursos computacionais objetivando fugir das metodologias tradicionais de ensino.

Tabela 1: Passo a Passo da Sequência Didática

Etapas	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	Promover, a partir de uma simulação do uso de eletrodomésticos, uma ideia do gasto de energia elétrica dentro de uma

	significativa no processo de ensino do tema.	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.

Fonte: Autor.

Com o objetivo de permitir aos alunos uma interação com novas tecnologias, usamos simuladores (PhET) que possibilitam aos alunos observar e manipular objetos virtuais que representam movimento, e experimentos de baixo custo, permitindo um comparativo entre os resultados experimentais com aqueles obtidos pelo uso da simulação.

Capítulo 5

Sequência Didática

5.1 Introdução

Neste capítulo faremos uma ampla descrição da sequência didática que foi aplicada nessa dissertação. Ela foi dividida em sete etapas e teve sua motivação no ensino de energia com materiais que proporcionassem a aprendizagem significativa proposta por David Ausubel. A principal característica dessa sequência foi inserção de recursos tecnológicos dentro da metodologia de ensino, de forma a proporcionar um modo de trabalhar o conteúdo em sala de aula de uma maneira diferenciada.

5.2 Avaliação Diagnóstica (1ª Etapa)

A ideia desse primeiro ato da sequência didática visa à construção de alguns mapas conceituais, com o auxílio de imagens e interpretação dos diferentes tipos de energia. O objetivo inicial é identificar as concepções espontâneas sobre o tema e, a partir da análise desses resultados preliminares, desenvolver a aplicação do produto. (BARBOSA; BORGES, 2006).

Uma das dificuldades de se trabalhar com aprendizagem significativa dentro de qualquer etapa do ensino fundamental, médio ou superior é desenvolver metodologias que analisem, com certa precisão, as concepções prévias dos alunos. Dentre as múltiplas opções de análises iniciais, a escolhida foi a avaliação diagnóstica no formato de mapa conceitual. O uso dos mapas conceituais como instrumento detector dessas concepções espontâneas assumiu um papel eficaz na busca por resultados preliminares (NOVAK, 2006).

A partir desse ponto, torna-se evidente uma segunda dificuldade. Como analisar os conceitos iniciais apresentados pelos alunos dentro dos mapas? Qual o grau de familiaridade que todos têm com o tema Energia?

Para determinar um referencial que permite captar os subsunçores dos alunos nos resultados apresentados nos mapas, fixamos alguns pré-requisitos. São eles: a capacidade de desenvolver uma boa estrutura hierárquica, a quantidade de informações contida no mapa, a lógica de sua organização e se é capaz de promover ligações entre as palavras chaves apresentadas e os significados que

determinam as inter-relações entre os conhecimentos prévios de cada um. No Cap. 2, falamos das características de mapas conceituais que podem ser usados como avaliações diagnósticas.

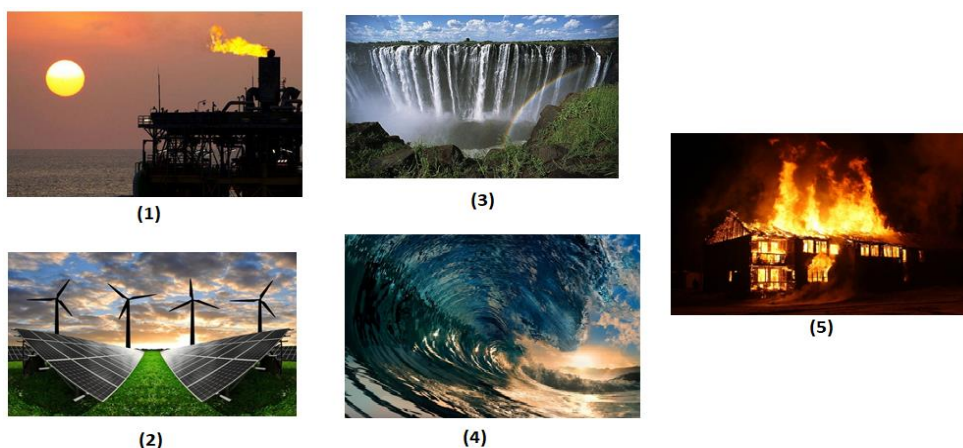
O subtema significados terá uma análise do tipo qualitativa, permitindo verificar como as estruturas e as interligações são feitas entre as ideias propostas no mapa e como estão se comportando, não interessando uma classificação entre certo ou errado em cada um dos mapas constituídos. (MOREIRA, 2012).

Os critérios adotados estariam divididos em quatro estruturas básicas. A primeira foi quanto a “nomenclatura”, ou seja, os múltiplos tipos de energia que existem dentro da natureza. Em segundo, destacamos as suas “funcionalidades” ou “relação com a matéria”, em que se pode pensar em energia como algo que possa ser manipulado, que possibilite o funcionamento de máquinas e como os tipos de energia se relacionam na natureza. Em terceiro, os conceitos de “movimento e fluxo”, ou seja, relações fundamentais de energia como resultado da interação entre força e deslocamento, o trabalho e sua capacidade de ser transferida de um sistema a outro. Por fim, “transformações energéticas”, que incluem a capacidade de a energia se converter em diferentes formas.

Outro fator a ser mencionado foi a inserção de aparatos como tecnologias móveis de acesso remoto e experimentos de baixo custo dentro das atividades dessa sequência (BEHERENS, 2000).

Abaixo se encontra um grupo de imagens usadas nessa atividade.

Figura 4: Imagens Usadas na Avaliação Diagnostico



Fontes: 1) TudoEstudo, 2) Secretaria de Energia e Mineração, 3) Lapis.blogspot, 4) Canaloff e 5) Estadão

Na parte inferior de cada uma das imagens mencionadas no exemplo anterior, cada aluno identificará os tipos e formas de energia que enxerga em cada uma das ilustrações e expressará um motivo para tais escolhas, tais como Energia do tipo Elétrica na forma Potencial. O espaço no qual serão preenchidas estas informações está ilustrado abaixo:

Figura 5: Fragmento do Roteiro da Avaliação Diagnóstica

Tipos de Energia:

Justifique sua resposta:

Fonte: Acervo do Autor

Para finalizar a atividade, cada aluno deverá construir individualmente um mapa conceitual no formato organizacional hierárquico (MOREIRA, 2010). Como especificado no Cap. 2, a atividade tem um correspondente dentro da teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel, que define como os organizadores prévios ou “subsunçores iniciais”, o conhecimento que os estudantes já detêm devido a sua formação escolar e vivências entorno do mundo natural, fora dos limites físicos da instituição de ensino.

O intervalo de tempo para aplicação desta atividade é estimado em cinquenta minutos (uma hora/aula), para ser aplicada. Em uma sala de muitos alunos, uma extensão desse tempo terá de ser considerada.

5.3 Trabalho de Uma Força (2º Etapa)

Nessa aula foi apresentado um experimento bem simples sobre o tema “trabalho de uma força”, como situação problema. Também foi usado um roteiro para uso do experimento (Apêndice B - Aula 02) e seu objetivo é o de direcionar os alunos aos questionamentos sobre o fenômeno apresentado. A descrição do experimento detalhada está no capítulo 6 e no produto educacional, no Apêndice A.

Ele consiste em um experimento de baixo custo em que um bloco de madeira é puxado por uma corda ligado à outra massa, intercalados por uma polia.

O experimento foi feito no formato expositivo, mas cada aluno fará individualmente marcações de tempo usando os cronômetros de seus celulares. Alguns valores de massa e posições serão fornecidos pelo professor para a realização dos cálculos.

A associação entre conceitos aprendidos nas áreas de Cinemática e Leis de Newton, somadas as ideias de trabalho e energia, com ênfase nesse momento para o trabalho de uma força, é uma das dificuldades apresentadas pelos alunos ao longo dos anos. Isso se deve, dentre outros fatores, as metodologias usadas em sala de aula e o interesse demonstrado pelo aluno em estar absorvendo determinado tipo de conhecimento (RICARDO, FREIRE, 2007). Essa atividade objetiva mesclar esses conhecimentos, dados quase sempre de maneira separada. A pergunta final da aplicação deverá promover uma conexão entre a próxima atividade de tema “Energia Cinética e Potencial”. A estimativa de tempo para aplicação dessa parte do projeto é de cinquenta minutos (uma hora/aula).

5.4 Energia Cinética, Potencial Gravitacional e Conservação de Energia (3ª Etapa)

Para se falar sobre Energia Potencial Gravitacional, Energia Cinética e Conservação da Energia Mecânica será usado um simulador da plataforma computacional PHET com um roteiro pré-estabelecido (Apêndice B - Aula 03), seguindo um formato parecido com a primeira atividade proposta.

O roteiro para uso do simulador conta com perguntas em que o aluno expressa sua opinião e a confirma ou não com o resultado encontrado após iniciar a simulação. A proposta é ir gradativamente confrontando as concepções espontâneas presentes nos primeiros relatos com os resultados obtidos.

A estimativa de tempo para aplicação dessa parte do projeto é de cinquenta minutos (uma hora/aula). Durante a aplicação, as últimas perguntas do roteiro deverão conter uma associação com o próximo tema “Energia Térmica”.

5.5 Energia Interna Térmica e Calor (4º Etapa)

A Energia Interna Térmica e Calor não são temas muito explorados durante o último ano do ensino fundamental (nono ano), e não ganha muito

destaque durante os três anos seguintes do ensino médio. Os estudantes costumam interagir com o tema de maneira superficial. Durante o período em que a termodinâmica é ministrada, normalmente, os estudantes revelam dificuldades em conectar os conhecimentos adquiridos com a natureza ao seu redor. Esse fato sugere que existe uma falta de conexão entre as concepções espontâneas, o universo ao qual o aluno está inserido e a teoria dada em sala de aula. (MONTAL; LABURÚ, 2005). Para isso, algumas inovações no ensino de termodinâmica se fazem necessárias.

Nessa parte, após as aulas formais de termodinâmica serem ministradas, usaremos dois simuladores computacionais e um roteiro de uso do simulador (Apêndice B - aula 04), para aplicação do desenvolvimento do ensino do tema. O objetivo dessa atividade, além de explicar para os alunos como funcionam a energia interna térmica dos corpos e as formas de propagação de calor, também orienta onde podem encontrá-las na natureza. A atividade objetiva uma explicação de alguns processos de transformações energéticas que não apenas se delimite entre as energias cinética e potencial gravitacional.

O intervalo de tempo para aplicação dessa atividade é estimado em cinquenta minutos (uma hora/aula). O roteiro (Apêndice B – Aula 05) segue a ideia de uma primeira pergunta que expresse o conhecimento prévio do aluno, e outra que confronte a primeira resposta com a observação obtida do simulador. As perguntas finais trazem uma conexão com o próximo tema que será abordado.

5.6 Energia Potencial Elétrica (5º Etapa)

Semelhante ao tema anterior, o ensino de eletricidade normalmente não delimita muito tempo na carga horária do último ano do ensino fundamental (nono ano), no entanto para o ensino médio costuma ganhar um pouco mais de destaque. Basicamente segue uma perspectiva muito parecida com o ensino de energia térmica. As conexões feitas pelos estudantes em sala de aula com o conteúdo ministrado, suas concepções prévias e o mundo no qual estão inseridos são bem pequenas.

A proposta dessa parte do roteiro é dar aos alunos uma primeira visão sobre o gasto de energia elétrica de uma casa, além de processos de transformação energéticas do dia a dia. Essa atividade irá servir como elemento de transição para o debate da aula seguinte, sendo um de seus objetivos o de se obter o gasto médio de

energia elétrica de uma residência. A partir desse dado, os estudantes conseguirão construir uma estimativa do gasto de uma população fictícia usando o simulador de fornos (Apêndice B – Aula 05).

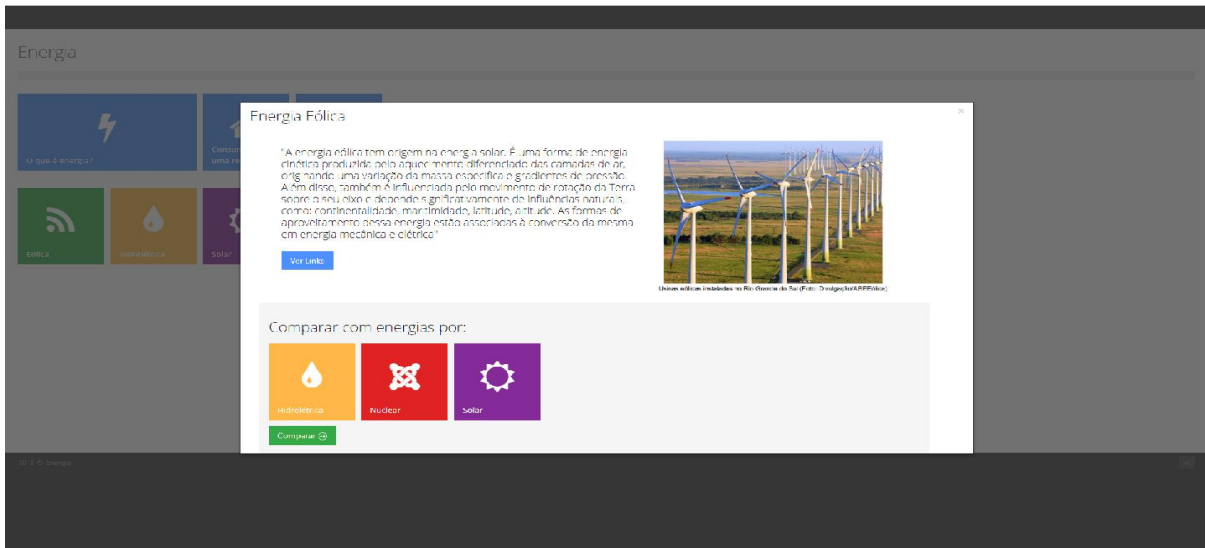
A estimativa de tempo usado nessa atividade é de duas aulas de cinquenta minutos cada (duas horas/aulas). A atividade deve ser feita individualmente, ou em grupos pequenos de dois alunos em sua primeira parte. Após os resultados serem obtidos, o professor deve iniciar uma discussão sobre os resultados obtidos e analisar possíveis propostas de melhorias.

5.7 Debate (6º Etapa)

Após o período de se obter o gasto médio de energia elétrica da sala, vamos inserir a situação-problema: Uma cidade localizada no mapa precisa da construção de uma matriz energética para abastecimento de sua população. O valor da população e o número de casas que serão afetadas são dados inseridos doados aos alunos pelo professor. Para auxiliá-los nessa empreitada, os alunos contarão com a ajuda da plataforma computacional desenvolvida para execução desse trabalho.

Os alunos serão divididos entre grupos e terão o prazo (tempo a ser determinado pelo professor) para pesquisa em casa e preparação dos argumentos que poderão ser usados no “debate” de escolha da melhor matriz energética que atenda a demanda imposta pela cidade. Com a ajuda de uma plataforma computacional, eles deverão preencher o roteiro de atividades (Apêndice B – Aula 06) e entregar, ao fim do debate, ao professor. O roteiro deverá conter todos os elementos de argumentação que os alunos usaram no debate.

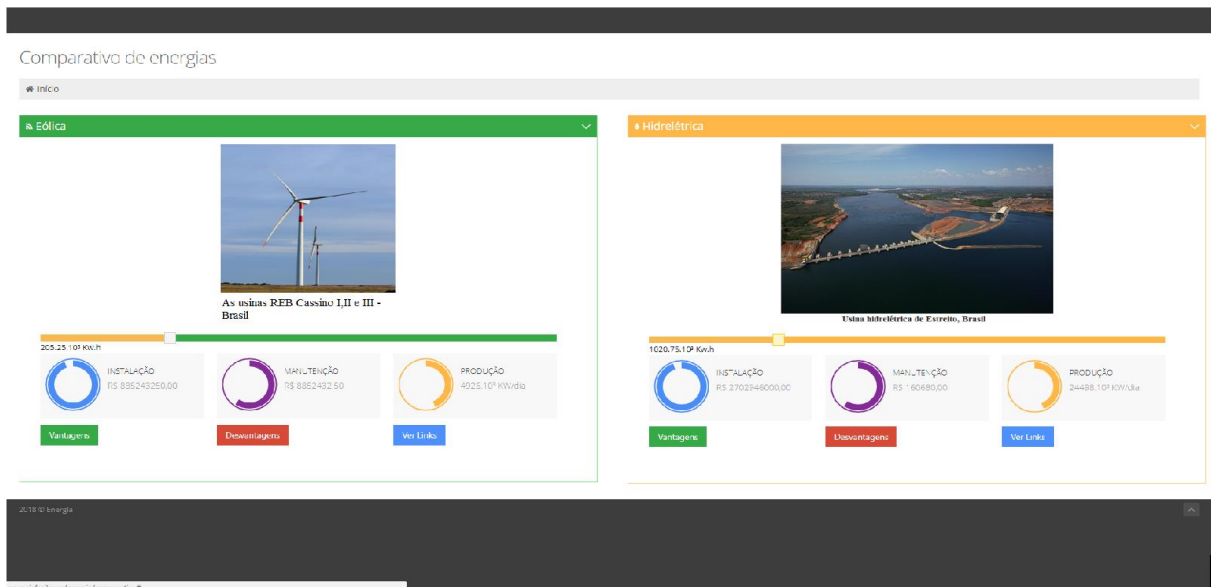
Figura 6: Amostra da Tela de Apresentação da Energia Eólica



Fonte: Acervo do Autor²

Como representado na figura acima, a plataforma oferece orientações sobre as 4 matrizes geradoras de energia elétrica. Além disso, a plataforma agrega a opção de comparar os diferentes tipos de produção energética.

Figura 7: Tela de Comparação entre Duas Matrizes Energéticas, com a energia eólica à esquerda e seu equivalente em preço, manutenção e produção da energia hidrelétrica



Fonte: Acervo do autor²

Nesta tela, os alunos são capazes de executar um comparativo entre os diferentes tipos de energia. Nelas os alunos podem comparar quantidade de energia produzida, valor de instalação e manutenção de cada umas das matrizes.

O debate será dividido em algumas partes. Uma parte inicial na qual os alunos deverão defender suas matrizes e apontar as razões que os levaram a escolher determinada matriz. Além disso, nessa parte os outros grupos poderão interagir formulando de perguntas ao fim da apresentação. Após essa primeira etapa, os alunos passarão por um segundo momento. Nessa parte eles apontarão as desvantagens em relação ao uso de outras matrizes energéticas, com direito a réplica e tréplica. Toda discussão deve ser mediada pelo professor.

A participação de outros professores, não apenas de física, mas também de outras áreas de ensino, dentro da sala de aula nos momentos de apresentação, é um fator positivo para a melhoria da discussão. Estes representariam a população que poderá ou não escolher dentre as matrizes apresentadas pelos alunos, a que melhor abasteceria o local.

Essa atividade duraria um total de duas aulas de cinquenta minutos cada (duas horas/aulas). Cada etapa precisará ter um tempo bem estipulado. Para isso o professor deve respeitar seu cronograma feito anteriormente ao debate, com as divisões de tempo bem organizadas na realização da atividade.

5.8 Avaliação de Aprendizado (7º Etapa)

Para finalizar a sequência didática, uma avaliação de aprendizagem foi feita na forma de pós-teste. Os alunos agora deveriam construir um mapa conceitual, repetindo o mesmo processo feito durante a avaliação diagnóstica. A partir dos resultados encontrados da análise desses mapas, foi realizada uma classificação de elementos que caracterizam os tipos de aprendizagem significativa e comparados mapas de avaliação diagnóstica e de avaliação de aprendizagem. O intuito ao se comparar os mapas foi de obter a informação se houve ou não aprendizagem significativa.

Capítulo 6

Descrição e Análise da Sequência Didática

6.1 Introdução

Nesse capítulo faremos a descrição da aplicação e a análise de cada uma das etapas apresentadas no capítulo anterior. Nele será feito um relato detalhado de todos os acontecimentos que fizeram parte das etapas dessa sequência didática e uma análise qualitativa de cada uma, feita separadamente após o relato. A escola possui material do tipo apostila e dosa o conteúdo durante o ano como regra pré-estabelecida dentro do material fornecido. Esse fator dificultou a aplicação das etapas dessa sequência que acabaram por serem realocadas para um horário extra, não obrigatório.

A turma continha poucos integrantes, num total de 7 alunos. A presença de todos, em todas as aplicações, veio a ser um fator extremamente positivo. O horário de aplicação das atividades foi feito durante uma aula extra, encaixada em uma “janela” no horário semanal dos alunos e só foi possível pelo fato de serem poucos alunos. A limitação administrativa, por parte da direção escolar, sobre os avisos aos pais em relação à aula de Física extra não seria possível caso o número de participantes fosse maior.

6.2 Avaliação Diagnóstica (1ª Etapa)

A primeira etapa da sequência didática foi desenvolvida na sala em duas partes.

A atividade começou com uma breve explicação sobre o que seria feito a partir da entrega dos materiais. Durante essa explicação, foi importante esclarecer que não haveria apenas uma única resposta correta para as questões e que era de vital importância que eles expressassem suas concepções sobre o assunto da forma mais livre possível.

Nessa primeira parte da atividade, a turma foi dividida em três grupos e foi entregue um *tablet* para cada grupo, contendo arquivos com as imagens (Apêndice B) para que pudessem preencher o roteiro (Apêndice B – Aula 01). Nessa continuação, os alunos, a partir de um grupo de imagens como mostrado nos apêndices deste trabalho, no apêndice B, descreveram os diferentes tipos de formas

de energia observáveis, a partir de seus conhecimentos de senso comum. A ideia era produzir um estímulo visual inicial para as múltiplas possibilidades de respostas que funcionassem como fator motivacional para a construção futura dos mapas. Ao fim da atividade de preenchimento do roteiro de análise das imagens, os alunos partiram para a construção do mapa conceitual. Nessa parte, o mediador (professor) esclareceu que o aluno estava livre para incluir outros conceitos, além daqueles que ele já havia reconhecido nas imagens.

Um esclarecimento válido é o fato de que essa técnica de construção de mapas já havia sido empregada em sala de aula, em atividades anteriores a esta sequência. Dentro dessa perspectiva, os alunos já estavam familiarizados com a construção dos mapas conceituais nas áreas de mecânica, mais especificamente nas Leis de Newton.

O planejamento original incluía o uso dos *smartphones* dos próprios alunos. A execução dessa alternativa não foi possível, pois não foi obtida uma autorização da escola para uso desse recurso em sala. A resolução desse problema foi a inserção dos quatro *tablets*, dividindo em três grupos. Os alunos tiveram acesso a três *tablets* que foram utilizados para a visualização das imagens.

A segunda parte da avaliação começou separando as duplas para a construção do mapa conceitual preliminar. Mantendo o objetivo de avaliar as concepções prévias de todos a partir da construção do modelo de mapa conceitual por hierarquização individualmente, cada um construiria um desses mapas sobre o tema energia.

Houve algumas perguntas nessa parte, entretanto, para validar a avaliação prévia, não foram feitas intervenções por parte do professor durante essa etapa. Dessa maneira, o mapa conceitual não sofreria nenhuma influência, além da opinião do aluno construtor.

A atividade transcorreu no intervalo de tempo de cinquenta minutos ou uma hora aula. Alguns alunos terminaram a atividade antes do fim do tempo de aula. O interesse dos alunos pelo assunto Energia e principalmente pelas “possíveis respostas corretas” era latente.

6.2.1 Análise dos Resultados

Para se verificar as concepções prévias dos alunos por meio dos mapas conceituais como avaliações diagnósticas – descritos na Seção 6.2 – adotamos

princípios que continham proposições, significados e conceitos inerentes ao conhecimento do tema energia. Essa análise condiciona seu resultado ao objetivo principal de alcançar a resposta do que o aluno traz em sua consciência em uma relação clara com os fatos apontados em seus mapas (ZARATINI, NEVES e RUTZ, 2014).

Isso possibilitou uma análise qualitativa dos mapas, seguindo parâmetros que levam em consideração as vivências do dia a dia de cada estudante somadas às reflexões sobre o assunto, a associação entre ideias e significados pessoais sobre o tema Energia. Essa avaliação diagnóstica tem a função de obter quais são as concepções prévias dos alunos. Para isso, a análise levará em consideração fatores como o número de conceitos apresentados dentro do mapa e as interligações propostas. Além disso, o caráter estrutural, no qual aparecem as relações hierárquicas entre as informações, também será um elemento de qualificação dos mapas conceituais.

Para avaliar a qualidade dos conceitos existentes na construção dos mapas, alguns parâmetros qualificadores de conceitos do tema Energia foram escolhidos. Os parâmetros usados, citados no Cap. 5, foram baseados no movimento e fluxo energético, nas transformações de energias, na funcionalidade ou relação com a matéria e na nomenclatura dos diferentes tipos de energia. Definimos esses elementos dentro de um único parâmetro, sendo este representado como conceitos sobre Energia.

A análise das regras de construção de um mapa conceitual foi feita baseada na aparição de interligações entre os conceitos mais gerais e os conceitos mais específicos, de maneira hierárquica, qualificando assim a estrutura do mapa. Por fim, definimos como inter-relações conceituais suas ligações e justificativas. Tendo sido considerada essa parametrização, os pré-requisitos descritos acima foram tomados como padrão de análise qualitativa.

Foram escolhidas três categorias distintas no intuito de analisar os mapas conceituais e classificá-los em virtude dos parâmetros mencionado anteriormente. São elas:

1º Parcial ou Incompleto: O indivíduo destaca em seu mapa poucas informações correlacionadas ao tema, expondo, dessa maneira, poucos conceitos sobre Energia. Apresentou poucas inter-relações conceituais entre os conceitos e muita dificuldade de expor uma sequência lógica de raciocínio entre as ideias apresentadas,

cometendo assim muitos equívocos na construção da estrutura do mapa. Esse aluno organizou suas ideias de forma desordenada e equivocada, apresentando uma estrutura hierárquica e desorganizada, sem justificativas para suas interligações e com poucas informações.

2º **Mediano**: O indivíduo passa a apresentar uma quantidade razoável de conceitos em seus significados. As interligações e suas justificativas passam a possuir um caráter menos confuso, com sequências lógicas mais claras, entretanto apresentando alguns equívocos estruturais ante ao caráter hierárquico esperado para a estrutura do mapa.

3º **Adequado**: O indivíduo apresenta um padrão de organização hierárquico dos conceitos bem estruturado, com interligações que trazem vasta rede de sequências lógicas atribuídas graças a exposição de uma quantidade significativa de conceitos do tema Energia. As informações sobre o tema são fundamentadas em boas definições entre as ligações e conceitos apresentados.

Foram analisados sete mapas conceituais, produzidos individualmente pelos alunos do nono ano. Com base nos parâmetros escolhidos, construímos uma tabela representando os resultados preliminares, gerados por cada um dos mapas feitos pelos alunos.

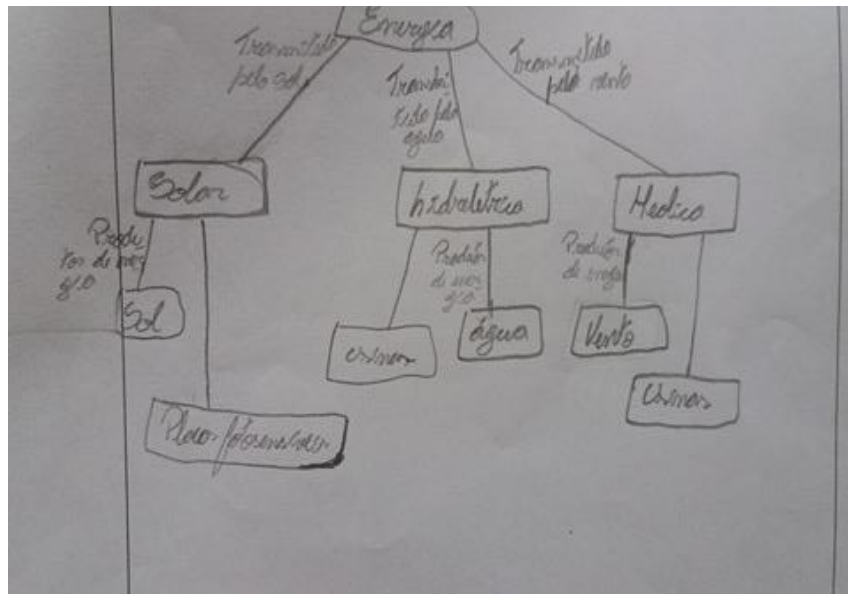
Tabela 2: Análise sobre as características das avaliações diagnósticas

Alunos	Parcial ou Incompleto	Mediano	Adequado
Aluno 01	X		
Aluno 02		X	
Aluno 03		X	
Aluno 04	X		
Aluno 05		X	
Aluno 06	X		
Aluno 07		X	

Fonte: Autor

Vamos tomar como exemplo a construção do mapa feito pelo aluno 05, como descrito na figura abaixo:

Figura 8: Avaliação Diagnóstica do Aluno 05



Fonte: Acervo do autor

O mapa anterior pode ser classificado como “Mediano.” A aparição de uma quantidade razoável de conceitos e vários elementos que remetem ao tema Energia é um notório fator dentro do mapa mencionado acima. Outro elemento que apareceu no mapa é a exposição de informações que parecem estar vinculadas às relações com o tema energia dentro e fora do ambiente escolar.

Nesse mapa, houve um critério de escolha entre os conceitos apresentados em que os temas secundários sempre remetiam a matrizes energéticas, mostrando uma capacidade de associar alguns processos de transformação de energia. O uso de elementos específicos para detectar os diferentes tipos de energia e a pouca percepção da associação do tema com o movimento é outro componente caracterizador dos conceitos usado na construção do mapa. As interligações acontecem apenas de maneira vertical e o número de conceitos destacados foi bem pequeno.

Sua organização estrutural se manifesta com uma boa estrutura hierárquica. A falta de interligações horizontais entre os temas sugere uma segmentação na estrutura cognitiva desse aluno. A organização entre os conceitos apresentados, suas relações com o meio externo e o conhecimento adquirido na forma de senso comum sugerem subsunções diferenciadas, que tratam os conhecimentos de um mesmo tema de maneiras separadas.

Uma segunda análise foi feita a respeito do mapa correspondente ao aluno 01. O mapa em questão aparece representado na figura 9:

Figura 9: Avaliação Diagnóstica do Aluno 01



Fonte: Acervo do autor.

A forma em que se demonstra a estrutura dorsal do mapa é de maneira hierárquica pouco satisfatória e o número de conceitos usados na construção desse mapa é muito pequeno. Com interligações acontecendo apenas de maneira vertical, com separações claras entre os temas secundários (matrizes energéticas), as relações entre estes conceitos que compõem sua estrutura cognitiva se demonstrou semelhante ao mapa conceitual anterior, no qual os subsunçores vêm separados em “caixas” de conhecimentos e não se interligam. Com isso, o mapa foi classificado como de parcial e incompleto.

Terminada a fase de identificação dos conceitos de cada aluno, demos continuidade às aplicações das atividades da sequência didática.

A segunda e a terceira partes da sequência visavam tratar sobre os conceitos mecânicos do termo Energia. Nelas, fizemos uma rerepresentação dos termos “Trabalho de uma Força, Energia Cinética e Potencial Gravitacional”. Sendo estes os principais elementos motivadores dessa etapa.

6.3 Trabalho de Uma Força (2ª Etapa)

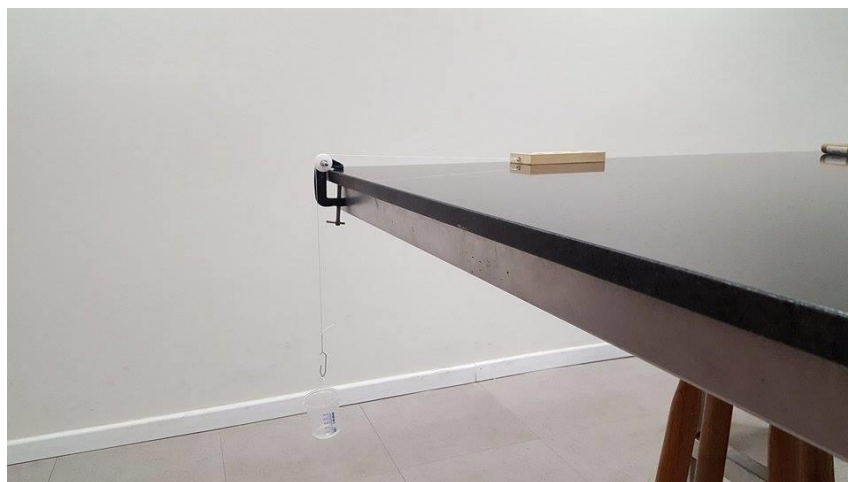
É salutar lembrar que, nesta etapa, os alunos já haviam sido apresentados de forma tradicional ao conhecimento sobre o assunto em uma aula dentro da carga horária escolar. As atividades dessa sequência sempre foram aplicadas em um horário extra, exceto o debate.

Nessa etapa foi feito o uso de um experimento de baixo custo. O objetivo era proporcionar uma aplicação prática e limitada pelos fatores físicos impostos pela natureza, sobre a grandeza trabalho, sua relação com os conhecimentos das Leis de Newton e Cinemática (Apêndice B – Aula 02).

Dentro do roteiro para uso do experimento, houve uma preocupação com o uso de questões que direcionassem o aluno a interligação entre os conceitos anteriormente aprendidos e o novo conceito a eles apresentados.

A montagem do experimento foi feita de maneira bem simples. Amarrrou-se um barbante no carrinho de rodas travadas (no experimento em sala teve de ser substituído por um bloquinho de madeira) e uma massa de chumbo de aproximadamente 0,100 quilogramas (100 gramas). Com o auxílio da régua, colocamos sobre a mesa a fita adesiva com uma escala de posições 0,60 metros (60 centímetros). Após esse processo, foi feita uma montagem como mostrado na figura 10:

Figura 10: Experimento para reconhecimento do Trabalho de uma Força



Fonte: Acervo do Autor

Usando o cronômetro, os alunos mediram três intervalos de tempo e calcularam um intervalo de tempo médio entre os valores obtidos. Estas medidas também podem ser feitas com o software Tracker (<https://bit.ly/2PQwGLj>).

Com as medidas de posição e tempo, usamos as funções horárias de um movimento uniformemente acelerado para determinar a velocidade final do bloquinho ao percorrer os 0,60 metros, sua aceleração resultante. Conseqüentemente, de posse desses dados, os alunos foram capazes de aplicar a segunda Lei de Newton e descobrir o valor da força resultante responsável por retirar o bloquinho da sua inércia. Ao fim, eles foram capazes de calcular o valor do trabalho realizado pela força resultante no trajeto.

Alguns fatores se tornaram facilitadores do sucesso experimental. Dentre eles estão: o polimento da superfície pela qual o bloquinho deslizou e a aferição das massas, feita previamente pelo professor em uma balança de precisão e fornecidas aos alunos para os cálculos. O fato de que o experimento foi realizado de modo expositivo e as marcações dos tempos, embora tenha sido feitas individualmente, aconteceram de maneira simultânea e entre todos. O roteiro também contou com um formulário para uso nos cálculos.

Ao fim do roteiro, os alunos foram questionados sobre qual seria a relação entre o movimento do bloquinho e o trabalho realizado sobre este. Durante a aula apresentada de maneira tradicional sobre o conteúdo proposto, os alunos já haviam se deparado com esse questionamento.

A atividade se desenvolveu em um período de 50 minutos, sendo estes divididos em aproximadamente 25 minutos para montagem e coleta de dados e os 25 minutos restantes para resolução dos cálculos e reflexão sobre a pergunta de qual seria a relação entre movimento e trabalho realizado.

6.3.1 Análise dos Resultados

Dentre os sete alunos que realizaram o experimento, poucos apresentaram dificuldades pontuais na realização dos cálculos matemáticos, o que consideramos satisfatório. Um fator a ser ressaltado é que uma parcela significativa esqueceu-se de indicar as unidades de medida em suas respectivas grandezas. Isso se tornou evidente na análise dos roteiros experimentais.

As respostas dadas à pergunta final, “Em sua opinião, qual é a relação entre o movimento do bloquinho e o trabalho realizado pela força resultante?”, se

apresentaram na seguinte forma: três alunos não opinaram e outros quatro responderam de maneira a não associar trabalho realizado pela força resultante ao movimento do corpo. Mesmo observando a variação entre as velocidades de dois pontos diferentes da trajetória, os alunos atribuíram a ideia de força e trabalho dentro de um mesmo significado e com uma relação indireta com o movimento do corpo.

Os três alunos que não expressaram suas respostas alegaram não ter visto a pergunta em suas folhas.

6.4 Energia Potencial Gravitacional, Cinética e Conservação da Energia (3ª Etapa)

A aula começou com a entrega dos roteiros (Apêndice B – Aula 03) para os alunos e foi ministrada de uma forma expositiva, usando um simulador da plataforma computacional PHET, oferecido gratuitamente pela Universidade do Colorado Boulder – EUA. A escola disponibilizou o uso de uma *tv*, junto com um *hardware* e um *software* adequados para desenvolvimento da atividade. Como os roteiros deveriam ser respondidos de maneira individual, optou-se por não utilizar a tecnologia móvel (*tablets*) nessa aplicação.

O roteiro faria uso do simulador: *energia na pista de skate* (https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park-basics/latest/energy-skate-park-basics_pt_BR.html). O objetivo inicial era pós-introdução teórica do assunto energia, principalmente em sua forma mecânica e potencial gravitacional. Isso possibilitou uma apresentação aos alunos de uma possível aplicação dos conhecimentos apresentados em sala de aula convencional, fora do horário extra de aplicação da sequência.

O roteiro detinha questionamentos entre as concepções prévias dos alunos e os resultados apresentados dentro da simulação. Esse confronto foi elaborado de maneira proposital, dividido em três partes com sete perguntas ao todo. Os alunos deveriam prever determinada ação antes de iniciar a simulação e, após observar o resultado, descrever e justificar o que havia acontecido, usando possivelmente os argumentos apresentados nas questões de previsão.

Na primeira e segunda parte, o roteiro contou com experimentos que não levavam em consideração o atrito entre as rodinhas e a pista, aproximando-se mais de uma situação ideal de conservação e transformação energética entre Energia

Cinética e Potencial Gravitacional. Nessas duas partes, o objetivo era questionar os alunos o quanto as alterações de massa entre duas situações idênticas de queda poderiam influenciar em fatores como altura e aumento de intensidades energéticas.

Na terceira parte, o enfoque foi acrescentar o atrito, prever, observar, descrever o resultado e questioná-lo, semelhante ao que já havia sido feito nas primeiras etapas, com o enfoque nos efeitos provocados pela aproximação aos fenômenos do mundo real.

6.4.1 *Análise dos Resultados*

Essa atividade gerou um intenso debate em sala de aula, apesar das respostas terem um caráter individual no preenchimento do roteiro. O confronto entre as hipóteses iniciais e o resultado apresentado pelo simulador foram incentivadores de boas discussões. Dentre elas, vamos citar as que envolviam a conservação da energia mecânica do sistema e o porquê do movimento do *skatista* se desenrolar de uma maneira na simulação computacional e, possivelmente, de maneira diferente no mundo real. As concepções espontâneas de que a energia poderia ser criada ou destruída durante a simulação foi algo que ficou bem evidente dentro das respostas dadas no questionário. Um possível aprofundamento de aprendizagem poderá ser feito pelo uso do ensino por investigação.

As novas definições sobre a possibilidade de transformações energéticas só começaram a surgir com a aparição dos questionamentos dentro do roteiro de aplicação que colidiam com as concepções espontâneas anteriormente apresentadas no item anterior do próprio roteiro. O mesmo processo foi apresentado dentro da proposta de conservação energética, sendo está o principal motivador da discussão do porquê a energia não ser algo “vivo” que nasce e morre, ou seja, que pode ser criada ou destruída.

Após a apresentação de cada questão e diante da possibilidade de reconhecer outras formas de energia, além de Cinética e Potencial Gravitacional, a aparição de questionamentos quanto às leis de conservação energética e de mudança entre as quantidades de energia mecânica total no sistema foram mais evidenciadas nas respostas. Quando foram questionados quanto do que aconteceria em uma situação real, se o *skatista* resolvesse medir e comparar a temperaturas das rodas do *skate* antes e depois da descida, as respostas dadas foram, em sua maioria, ao encontro da “*perda*” de energia no sistema devido a transformação de

uma quantidade de energia inicial em outro tipo de energia. Em todos os roteiros de resposta, os alunos apresentavam um direcionamento similar ao fato de que as somas das energias permaneciam iguais, mesmo uma aumentando e a outra diminuindo.

6.5 Energia Interna Térmica e Calor (4ª Etapa)

A aula começou com a entrega de todos os roteiros e com o uso do recurso oferecido pela escola deu-se início a atividade. Essa etapa da sequência contou com o uso de um simulador computacional (https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/energy-forms-and-changes) da plataforma computacional PHET, oferecido gratuitamente pela Universidade de Colorado Boulder – EUA.

A atividade não pôde ser feita no *tablet*, devido a problemas de linguagem computacional. Isso gerou uma adaptação, usando uma *smart tv* ligada a uma *CPU* com acesso à *internet*. A simulação foi feita de modo expositivo e o preenchimento dos roteiros de maneira individual. Contudo o debate de opiniões proporcionado por essa metodologia expositiva foi bem mais ativo que nas outras atividades, demandando um pouco mais de tempo (entre cinco a dez minutos) para a realização da atividade.

A primeira parte do roteiro contou com uma forma de identificar as principais diferenças entre temperatura e calor. Seguindo a proposta de hipótese, simulação e resultado. As perguntas feitas no item 1 e 2 da primeira parte do roteiro tiveram como objetivo promover esse questionamento. No item 1, os alunos deveriam descrever o que eles imaginavam que iria acontecer. No item dois comparar sua resposta anterior ao que aconteceu dentro da simulação.

A segunda parte do experimento contou com três questionamentos e um direcionamento à teoria de conservação e transformação da energia. O simulador apresentou aos alunos uma fonte energética primária e, a partir de um mecanismo de transformação, a energia de uma forma para outra a partir de um dispositivo simples. A discussão ficou por conta das múltiplas formas energéticas que poderiam ser reconhecidas no sistema e sua possibilidade de conservação.

6.5.1 Análise dos Resultados

Ao fazer uma comparação entre as respostas apresentadas pelos alunos nos questionários e os debates ocorridos em sala de aula, notamos uma maior diferença de opiniões expressas. Na primeira parte do roteiro que contou com uma atividade sobre as principais diferenças dos conceitos de temperatura e calor e suas principais definições foi realizado um intenso debate. Dúvidas sobre porque o termômetro se comportava de formas específicas quando se adicionava ou retirava calor do sistema e uma comparação constante com os mesmos fenômenos, que são observados no dia a dia de cada um, foram os principais motivadores das discussões.

Passando para a segunda etapa do roteiro, o debate se intensificou. A conservação da energia total envolvida no sistema e as transformações energéticas dos processos que envolviam a simulação geraram novamente comparações entre problemas do dia a dia. Vale citar a discussão sobre o aquecimento de eletrodomésticos, enquanto estão funcionando e os possíveis tipos de energias envolvidas nessa conservação.

Ao chegar ao preenchimento do roteiro, as opiniões começavam a ficar mais parecidas. Esse fato ficou em maior evidência quando os alunos responderam às questões em um momento pós-simulação e debate. Esse resultado já era previamente esperado, pois o roteiro apresentava uma repetição de estrutura previamente aplicada e analisada.

6.6 Energia Elétrica (5ª Etapa)

A aula foi ministrada dentro do horário comum semanal e contou com a exposição do simulador (<http://www.furnas.com.br/simulador/simulador.htm>), usando a tv fornecida pela escola e os aparelhos de tecnologia móvel emprestados pelo programa de mestrado. Como essa era uma fase de transição, a proposta foi estipular aos alunos uma ideia do consumo de energia elétrica de uma casa e ao fim fazer uma média dos gastos da turma e extrapolar esse valor para um número de casas de uma cidade, por exemplo.

6.6.1 Análise dos dados:

Essa aula etapa contou com poucas discussões em sala, apesar de que em algumas casas apareceram os mais diversos tipos de eletrodomésticos, com

gastos variados. Ao fim da atividade, propusemos um gasto total de toda a turma e dividimos o resultado pelo número de alunos participantes e foi obtido o gasto médio de uma casa.

Também foi dado aos alunos as instruções para a penúltima etapa da sequência, em que cada um deveria fazer uma pesquisa sobre uma forma de produção de energia elétrica que melhor resolveria a uma situação-problema de uma cidade que desejaria ampliar o seu abastecimento de energia elétrica.

6.7 Debate (6ª Etapa)

O debate em foi dividido 3 partes. A primeira contou com a leitura e apresentação da situação-problema, comentários sobre repercussões, sobre a pesquisa realizada e organização dos alunos em 3 grupos. A segunda, com uma apresentação de argumentos e defesa em favor da usina escolhida por cada grupo de alunos. A terceira teve uma zona de debate de exposição argumentativa sobre os defeitos das outras matrizes energéticas. Por fim, a quarta e última etapa contou com as considerações finais do professor regente de turma.

6.7.1 Apresentação da Situação Problema.

A penúltima etapa da sequência didática começou com a divisão dos grupos ao final da aula da quinta etapa. Os grupos foram escolhidos pelos próprios alunos e se dividiram em três equipes, sendo dois grupos com dois integrantes e um grupo com três integrantes.

A aplicação da atividade dependia de uma previa leitura dos alunos em um intervalo de uma semana para a preparação argumentativa, na qual estes deveriam descrever possíveis propostas para uma ou mais matrizes energéticas que proporcionassem o abastecimento da cidade fictícia. Usou-se como critério uma cidade com um número estimado de 80.000 casas e foi levado em conta uma média de 4 pessoas por moradia, num total de uma cidade com 320.000 habitantes. O valor de gasto de energia elétrica de polos comerciais urbanos da cidade foi agregado ao valor total da produção de energia elétrica.

Usando os dados recolhidos durante a atividade anterior sobre o consumo médio de energia elétrica da turma e os conhecimentos adquiridos até o momento, eles estruturaram em uma folha de argumentação suas propostas de defesa de uso de determinada matriz e os possíveis problemas proporcionados por outras

matrizes, com intuito de defenderem suas justificativas de possíveis questionamentos feitos por outros grupos.

Os argumentos deveriam ser embasados nos pré-requisitos primários como preços de implantação e manutenção das matrizes energéticas, a quantidade total de energia produzida e a área de abastecimento de cada uma das matrizes. A argumentação também poderia contar com uma possível defesa das vantagens proporcionada pela escolha de cada um dos modos de produção energética e argumentações contrárias ao uso de outras matrizes. Esse processo de leitura de textos e interação com a matéria tinha a finalidade de servir como organizador prévio, dentro da proposta de aprendizagem significativa. (AUSUBEL, 1978 e MOREIRA, 2010).

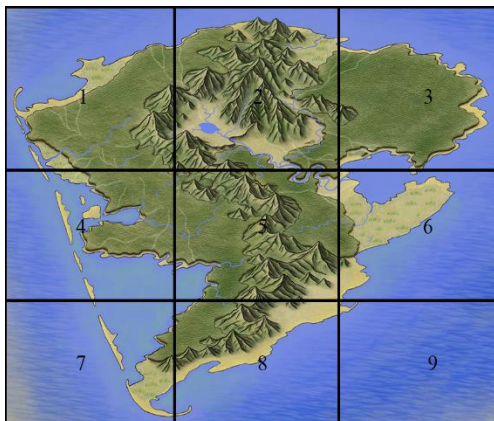
Para realizar tal preparação (pesquisa dos alunos) e implementação do debate, foi utilizada uma plataforma computacional interativa, desenvolvida durante o período de mestrado, que tinha como finalidade auxiliar os alunos nesse desenvolvimento.

As funções de simular situações de possíveis matrizes energéticas que atendessem às expectativas de escolhas dos alunos foram feitas dentro de um simulador computacional e comparadas com uma matriz energética já existente. As bases para os cálculos dos valores de cada usina foram baseadas em uma pesquisa dentro dos preços e condições oferecidas pelo mercado nacional de comercialização de energia (BRACIANI, 2011).

A plataforma também contava com um mapa, que ofereceu aos alunos uma visão geral sobre as possíveis localidades que melhor se adaptariam à inserção das usinas. Além disso, foi inserida dentro desta um texto introdutório sobre o tema energia e seus modos de conservação e transformações, usando uma analogia de uma situação fictícia. Tal história foi baseada em relatos contidos no livro “Física em Seis Lições”, do autor norte americano físico Richard P. Feynman, (veja Seção 3.1).

A preparação dos alunos também contou com a escolha de terrenos que apresentariam uma potencial alocação das matrizes energéticas. Para isso, o mapa foi dividido em nove setores, como mostra a figura 11 abaixo. A cada setor foi atribuída uma legenda de possíveis características sobre incidência de raios solares, rajadas de vento, rios, chuvas e mata nativa. Essas características eram qualificadas entre muito bom, bom, médio, ruim e muito ruim (Apêndice B – Aula06).

Figura 11: Mapa Usado Durante o Debate



Fonte: Acervo do Autor

A escolha do quadrante cinco para a ocupação da cidade, que teria de ser beneficiada por uma implementação de abastecimento por uma matriz energética, foi arbitrária de modo que qualquer outro quadrante poderia se ocupar da presença da cidade. Como os custos de traslado dessa energia não foram incluídos na avaliação final do preço que cada matriz poderia custar, a proposta de que qualquer lugar no mapa poderia servir para alocar cidade.

O tema também gerou discussão em sala de aula, principalmente na semana de preparação dos argumentos. Alguns alunos apresentaram relatos quanto a essa questão, mas foram orientados sobre a escolha para esse trabalho de não estipular o preço de transporte energético independente da distância que a matriz estiver da cidade.

Dentro do simulador também foram anexados alguns links de sites de conteúdos voltados às desvantagens e vantagens dos processos de produção de energia elétrica. Além disso, os links ajudavam os alunos a ter uma prévia base com textos e vídeos sobre o assunto. Esse conteúdo assumiu a função de material de apoio sendo por definição de organizador prévio dentro da teoria da aprendizagem significativa (AUSUBEL, 1978).

A atividade contou com a presença de dois professores em sala de aula, sendo um professor de Física da Universidade Federal de Juiz de Fora e orientador do relator desse trabalho e a coordenadora pedagógica do colégio.

A prévia estrutura do debate ficou organizada em duas grandes etapas, intercaladas por intervalos. Essa organização se deu com a apresentação dos argumentos, com um percentual de duração de trinta a quarenta e cinco minutos, um intervalo de dez minutos e uma segunda parte com duração de trinta e cinco minutos, finalizando a aula com as considerações finais. O tempo total para o desenvolvimento da atividade se deu num total de duas aulas de cinquenta minutos.

6.7.2 Argumentação Defensiva

O debate começou com a apresentação dos argumentos defensivos de cada grupo para realização do mesmo. Cada grupo teve um intervalo entre dez a quinze minutos para apresentação de seus argumentos, sujeito a intervenções de perguntas dos professores participantes. No entanto, apenas o professor regente da turma acabou por fazer algumas intervenções. Ao apresentarem seus argumentos, os alunos respondiam alguns questionamentos feitos pelos professores e passavam a vez ao próximo grupo. Após essa fase, foi feita uma pausa de dez minutos para organização e finalização de pesquisas e se iniciou um debate das ideias propostas. Os grupos deveriam atacar as propostas apresentadas pelos outros grupos com possíveis falhas nas apresentações destes ou agregar novas informações à discussão que possibilitassem o debate entre as partes.

A discussão foi feita em períodos de dez minutos, com exposição de opiniões contrárias e direcionadas aos dois outros grupos. Após esse momento, uma fase de cinco a sete minutos contendo direito de resposta de ambos os grupos. Ao final, uma fase de cinco minutos finais para considerações e tréplica do grupo acusador. O professor regente assume, nessa fase do debate, o papel de ouvinte e a este cabe a possível decisão final de qual a melhor matriz energética para aquela região.

Os grupos optaram pela escolha das seguintes matrizes energéticas: usinas hidrelétricas, usinas eólicas e usinas de energia solar. Eles ainda tinham a opção das usinas nucleares, mas nenhum grupo demonstrou interesse por essa escolha. Para um efeito mais didático durante a escrita, vamos tomar o grupo 01 como defensor do uso da energia oriunda das usinas hidrelétricas, o grupo 02 como defensor da energia proveniente das usinas de energia solar e o grupo 03 que defendia o uso da energia por parte das usinas eólicas.

O debate começou com a leitura da situação-problema em que seria necessária uma média de energia no valor de 301.200 kW.h para abastecimento da cidade. Também foram entregues aos alunos imagens adesivas interativas, cuja função era de servir como representações ilustrativas das usinas (Apêndice B – Aula 06). Durante as apresentações, os alunos poderiam colar em um mapa pequenas representações adesivas sobre as matrizes energéticas. Esse mapa estava no formato de banner do tamanho 120cmx150cm, disponibilizado pelo professor e feito em papel. O mapa continha figuras representativas das condições climáticas de cada região e possibilitava aos alunos, junto a legenda ilustrativa, escolher os melhores lugares para adequar a implementação da matriz energética.

O grupo 02 foi o primeiro a apresentar suas ideias propostas. Para a situação-problema ser resolvida, apresentaram a implementação de uma usina solar com capacidade de 300000 kW.h (Cestas Solar Farm - França) e a locaram na área 06 do mapa. Também propuseram outra usina com capacidade de produção de 3.000 kW.h (Usina de Tractebel – Brasil), localizada na área 07 do mapa para suprir o abastecimento de energia necessário a cidade. A escolha do local foi embasada nas características de excelentes incidências de raios solares e baixa possibilidade de formação de chuvas constantes ou presença de matas nativas. Ao fim da apresentação, justificaram o uso da energia solar como o método mais biologicamente aceitável de modo que os danos ao meio ambiente com a instalação dessa matriz seriam mínimos ante as outras possíveis opções. Também enfatizaram que um dos prováveis problemas de captação dos raios solares poderia ser minimizado com uma maior extensão da usina, o que poderia gerar possivelmente até uma maior produção energética, se necessário. A apresentação durou cerca de dez minutos em sua argumentação e contou com o uso de todos os equipamentos tecnológicos disponíveis para uso em sala da aula (*Tablets, Plataforma Computacional e Smart Tv*, que durante todo o tempo de apresentação ficaram expondo o mapa e o modo de simulação). Houve, ao fim desse tempo, a intervenção do professor que indagou sobre a demanda de energia extra que as duas usinas produziriam. A resposta foi dada de maneira comercial, ou seja, o excedente produzido poderia ser comercializado com uma possível região habitada nas vizinhanças ou até mesmo serviria de incentivo para expansão da cidade, visto que o abastecimento energético propiciaria tal demanda.

O grupo 01 começou sua apresentação ressaltando a relevância do sistema hídrico presente nas áreas 01 e 02 do mapa. O potencial que essas áreas apresentavam para implementação de uma usina hidrelétrica introduziu o argumento de se usar duas usinas com um potencial de produção energética de 261.000 kW.h (UHE Dardanelos) em pontos diferentes no mapa. Foi na área 01 e na área 05, em uma zona fora da área da cidade e próxima aos rios. A escolha de argumentos se baseou na excelente incidência de rios nas duas regiões e um percentual de chuva mediano durante o ano. O grupo apresentou sua proposta a partir de escolhas como o custo moderado de implementação de uma usina hidrelétrica e o fato de que este tipo de transformação energética não causa danos ao meio ambiente com o uso de poluentes, como é o caso de uma usina termoelétrica, citada durante a apresentação. Durante a apresentação, o grupo ressaltou algumas vezes que outra área com uma incidência de chuvas exageradas poderia causar inundações prejudiciais à produção energética, por isso a escolha por duas regiões com potenciais hídricos diferentes. Ao fim da apresentação, o professor regente interferiu mais uma vez, perguntando sobre a excelente incidência de chuvas na área 05 e o motivo da escolha, visto que o mapa poderia oferecer outras possibilidades. A resposta foi direcionada ao fato de que nas estações do ano, a quantidade de chuva se apresenta em maior quantidade durante o verão, dessa forma, a estimativa de possíveis acréscimos de produção só poderia ser produzida nessa época, candidatando a área 05 como uma boa localidade para construir uma hidrelétrica. Outra orientação foi a de que incidência de mata nativa não era grande, minimizando o impacto sobre a vegetação local.

O grupo 03 optou por uma defesa com a implementação de pálios eólicos. Em seu discurso eles incluíram a defesa sobre como a energia eólica leva ampla vantagem sobre as demais, por ser um modo de geração de energia elétrica mais sustentável que as outras opções de matrizes energéticas. A proposta apresentada incluía a construção de duas usinas com produção de 151190 kW.h (Usina Eólica Alegria I e II em Guimarães-RN) e uma terceira com produção de 69000kW.h (as usinas REB Cassino I, II e III em Rio Grande - RS). Essas usinas ocupariam as áreas 03 e 08 do mapa. Entre as justificativas para a escolha estariam as boas condições de rajadas de vento, a possibilidade de lidar com uma região litorânea mais desértica, promovendo o mínimo de desmatamento da região demarcada e a baixa irregularidade do terreno, características das regiões

desérticas mais próximas ao mar. Durante a apresentação, o argumento predominante voltou a ser a questão ambiental e suas possíveis resoluções quanto a questão energética. Na opinião dos alunos, a escolha da usina eólica se deu em parte significativa pelo baixo custo de manutenção e pelo retorno em curto prazo do investimento de instalação. A proposta se desenvolveu quanto a sua principal vantagem, que é produzir energia do tipo limpa e renovável. Essa apresentação contou com a apresentação de uma reportagem sobre os benefícios de uma usina eólica e como elas podem ser eficazes no abastecimento de cidades em seu percentual urbano e industrial. Findada a apresentação, o professor regente questionou se essas usinas poderiam ser implantadas em outros lugares do mapa. Em resposta, a equipe comparou possíveis simulações de locais em que eles poderiam implementar suas matrizes e foram listando componentes que os levaram a escolhas das áreas já descritas. Entre esses critérios, os principais localizaram-se na pouca ocorrência de rios, baixa ocorrência de chuvas, a grande oferta de ventos e a possibilidade de interferir o mínimo possível nas propriedades ambientais de flora e fauna do local.

6.7.3 Debate de Ideias

Ao fim do período de apresentações de propostas, os alunos tiveram um breve intervalo para discutirem suas argumentações e apresentação, com a finalidade de se prepararem para o debate. Essa etapa transitória durou uma média de sete minutos.

O sentido da próxima parte foi de complementar a argumentação anterior, questionando as escolhas feitas pelos outros grupos. Isto poderia ser feito citando alguns problemas causados pela implementação dos meios de produção de energia elétrica, questões ambientais, quantidade de energia produzida, possíveis problemas nessa produção por falta de matéria prima e qualquer outro argumento defendido pelos colegas. Os questionamentos feitos nessa fase eram direcionados aos outros grupos participantes em um formato de debate, tendo os demais grupos contestados o direito a réplica. Ao fim o grupo questionador poderia fazer suas considerações finais, questionando ou não as opiniões dadas durante as respostas.

A segunda parte, semelhante a primeira, teve início com as opiniões do grupo 02. As indagações começaram listando os problemas causados pela construção de uma usina hidrelétrica. Dentre as desvantagens citadas, foram feitas

perguntas sobre a natureza “limpa” do modo de produção de energia. Segundo o grupo, a instalação de uma usina hidroelétrica causa danos graves à fauna e flora do local. A inundação promovida pela implementação da usina, além de causar mortes ou até possíveis extinções de espécies de animais e plantas, também acarretaria mudanças climáticas, como regime de chuvas e a temperatura local, visto que o reservatório concentra uma grande quantidade de água no mesmo lugar. Após listar as condições desfavoráveis para implementação da usina hidrelétrica, o grupo direcionou sua argumentação às usinas eólicas. Entre as desvantagens dessa matriz, o grupo explorou o fato de que a geração energética, mesmo sendo “inesgotável”, depende exclusivamente da incidência de ventos na região, fazendo com que se tenha picos significativos em sua produção, comprometendo o abastecimento energético. Outro fator é a dissipação de energia durante a transformação de energia mecânica em elétrica. Sem citar especificamente o funcionamento dos aerogeradores, a equipe argumentou que as perdas energéticas desse processo mecânico são significativas, de modo que mesmo com uma grande quantidade de movimento de massas de ar, a produção de energia é menor ante aos outros meios de produção.

O grupo 01 respondeu embasado em projetos recentes de algumas usinas hidrelétricas. Ao realizarem o estudo sobre a diversidade ecológica da região, é feito um catálogo com as espécies de animais e plantas que serão afetados pela inundação. Com isso, projeta-se uma possível relocação desses espécimes, em uma região que conserve as características do local que será inundado. Como a escolha do grupo havia sido feita em uma região de pouca vegetação nativa e as hidrelétricas propostas seriam de pequeno porte, a produção de energia se equivaleria aos danos causados. Isso poderia justificar que a mudança climática da região seria mínima e o impacto pela implementação da usina não seria tão significativo no ponto de vista de danos ambientais, mas seria de extrema qualidade no abastecimento energético da cidade. O grupo 03 optou por direcionar sua resposta ao fato que durante o ano, os problemas de produção poderiam ser minimizados pelo número de usinas escolhidas. O acréscimo de energia do sistema representaria uma margem de erro positiva no processo de produção energética. Dessa maneira, as variações temporais que provocassem menor intensidade no movimento das massas de ar poderiam ser corrigidas por esse acréscimo que deixaria de ser gerado. Houve também a justificativa sobre o local escolhido para a

implementação das usinas, que apresentavam boas e excelentes condições de rajadas de vento, dentro de uma média, durante o período de um ano.

Nesse primeiro momento, o debate não se delongou muito e houve um pequeno consenso sobre o tempo de resposta de cada grupo. O grupo 02 encerrou suas considerações ressaltando a importância de se ter uma matriz energética mais segura ao meio ambiente e com uma média alta de capacidade contínua de produção, como seria o caso da energia solar. Ao fim dessas considerações, o grupo também destacou possíveis problemas causados pela energia nuclear, como o lixo produzido, o risco de contaminação e o alto custo de implementação e manutenção. Não houve nenhuma intervenção por parte do professor regente nesse momento.

Foi feita uma pausa de cinco minutos para organização dos grupos. Após esse período, de modo semelhante ao anterior, o grupo 01 tomou a palavra de questionador, dando seguimento ao debate. As proposições iniciais se direcionaram às matrizes de produção por energia solar. A apresentação inicial veio questionar o discurso de como a energia solar seria “limpa” e ambientalmente não agressiva. A argumentação se desenvolveu com base na produção das placas solares e danos ao meio ambiente causados pela extração da matéria-prima desse produto. Outros problemas ressaltados foram os de que a captação da energia só aconteceria apenas durante uma parte do dia em que o sol está iluminando a superfície, a única forma de se alcançar potência máxima seria em dias muito ensolarados, além do que, mudanças climáticas, como tempo nublado e chuvas, poderiam comprometer a produção energética. Quanto aos problemas encontrados pela implementação de uma usina eólica, as argumentações ficaram, em sua maioria, detidas às questões de poluição visual e sonora (com valores acima dos 40 dB) provocados pelo uso dos aerogeradores, principalmente para as comunidades de moradores que vivem ao redor desses pátios. A instalação dessas usinas causa grandes modificações da paisagem do local. Ressaltou-se também que a distância segura entre um possível local de habitação humana e os pátios eólicos deveria ser de pelos menos 200 metros. Outro fator bastante explorado foi a morte constante de aves devido a colisões com os aerogeradores, por conta de estes serem instalados em suas rotas de voo. Segundo o grupo, o impacto causado por este problema ambiental influencia diretamente na manutenção das pás e na migração dos pássaros dentro da região escolhida para locação dessa matriz. Durante a argumentação, houve momentos de

interrupção por parte dos outros grupos. Estes foram controlados por pontuais intervenções do professor, de modo a manter a discussão ordeira e permitindo ao grupo detentor da palavra a possibilidade de concluir sua linha de raciocínio.

Passando para o momento de resposta, o grupo 03 tomou a palavra e respondeu às questões apontadas. As justificativas se basearam nas tecnologias desenvolvidas nos pátios de aerogeradores de hoje em dia. Normalmente, por conta do barulho, a área escolhida para a presença desse tipo de matriz energética deve estar preferencialmente afastada dos centros urbanos. Durante a apresentação, os alunos ressaltaram a importância dos equipamentos de proteção e do cuidado devido a intensidade sonora oriunda dos pátios eólicos. A respeito da poluição visual, os alunos justificaram que essa questão deveria ser tratada de uma forma subjetiva, afinal um parque eólico não lhes parecia algo nocivo ao olhar e não tornava a paisagem ruim. A questão ambiental, no entanto, não obteve uma justificativa muito direta. Para eles, existem danos muito mais sérios que a morte de alguns pássaros em relação as matrizes energéticas. Infelizmente, todos os modos de produções de energia elétrica têm seus problemas. O caso da energia eólica, a possível solução apontada é a verificação por uma pesquisa sobre os hábitos de voo dos pássaros e implementar a usina, de uma perspectiva que cause o mínimo dano a fauna local. Ao fim de suas argumentações, os alunos extrapolaram um pouco o tempo de cinco minutos para o direito de resposta. Um pequeno debate de opiniões começou a surgir a partir daí e, mais uma vez, foi necessária a intervenção do professor regente para que o outro grupo também tivesse a possibilidade de esclarecimento. O grupo 02 deu ênfase ao fato de que toda a matéria-prima responsável pelas construções de todas as usinas era feita por extrações que causam danos ao meio ambiente. Dessa maneira, não seria apenas uma particularidade da energia solar essa atribuição de poluidor. Quanto à incidência de raios solares, foram feitas citações sobre o funcionamento da produção de energia solar à noite e em dias com pouca luminosidade. Não aconteceria apenas durante o dia de absoluto sol, mas também em dias nublados e chuvosos, no entanto em uma escala menor de potencial energético, devido a presença de células fotovoltaicas nas placas de captação de energia solar. A limitação da produção no período da noite é algo a ser ressaltado e ambos os problemas podem ser resolvidos com soluções mais simples. A rede elétrica de locais abastecidos por pátios de captação de energia solar conta com um armazenador de energia por meio de um banco de

baterias. Dessa forma, a matriz pode fornecer a energia elétrica necessária para suprir as necessidades de uma cidade.

O grupo 01 encerrou sua participação expressando a opinião de que a energia produzida em uma hidrelétrica acarretaria o maior custo benefício entre as outras matrizes produtoras. Na opinião da equipe, a relação entre o custo da produção e o preço gasto seria melhor aproveitado na construção de uma hidrelétrica. Por fim ressaltaram o potencial hídrico da região como uma possibilidade de grandes empreendimentos e que a energia verdadeiramente limpa é aquela que polui menos, e não aquela que não polui.

Ao fim desse discurso, houve um início de contestação por parte dos outros grupos. Em virtude do tempo e de manter o cronograma, uma nova intervenção foi feita e os alunos fizeram mais uma pausa, no intuito de revisar novamente as ideias. Seguindo a ordem da primeira etapa, o grupo 03 seria o próximo a questionar as argumentações feitas anteriormente.

Seguindo um formato de argumentação um pouco diferente das anteriores, o grupo 03 iniciou sua argumentação com algumas reportagens sobre desapropriação de pessoas para a construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, no estado do Pará – Brasil. O relato listava alguns dos problemas causados pela implementação da usina na região e o quanto isso estava afetando a vida da população ribeirinha. Os questionamentos então tomaram um formato mais social, direcionados a quais medidas deveriam ser tomadas para resolver o problema da desapropriação dessas áreas. Outro questionamento foi a variação no volume de água dos rios, no papel de oscilar a produção de energia por parte da matriz energética. Essa última argumentação visava gerar uma comparação com problemas semelhantes e enfrentados pelos outros tipos de geração de energia elétrica. Por último, questionaram sobre como resolver problemas ambientais específicos, como a extinção de algumas espécies de peixes, predadores de agentes transmissores de doenças como malária e esquistossomose. A equipe também fez algumas ponderações em relação a energia solar. Dentre elas, a comparação entre a poluição provocada para produzir uma placa solar (fotovoltaica ou térmica) e um aerogerador, na qual a energia solar levaria larga vantagem no quesito poluidor. O grupo finalizou sua argumentação enfatizando os problemas de captação dos painéis solares, que conseguem aproveitar menos de 50% de toda a energia solar incidente.

Seguindo a ordem do debate o grupo 01 começou respondendo aos questionamentos. Sendo o assunto de relocação das populações ribeirinhas bem delicado, qualquer proposta deveria passar por uma longa preparação. Após esse período, iniciar um processo de negociações que deve se manter de uma forma pacífica e cordial. Segundo as opiniões do grupo, o problema de relocação da população local é possivelmente algo que pode acontecer com qualquer outra matriz energética e deve ser tratado com sua devida importância. Dessa forma, qualquer resposta a essa indagação poderia não satisfazer de maneira única a resolução de todos os possíveis problemas gerados pela transposição dessa população de um lugar a outro. Quanto aos problemas gerados pelas épocas de seca em que o volume de água é menor, a resposta encontrada foi baseada no excedente total de energia produzida pelas duas usinas. Dentro da necessidade do abastecimento da cidade, o valor médio de produção poderia sofrer algum decréscimo e, mesmo assim, a quantidade de energia gerada ainda seria suficiente para abastecer a população. Quanto ao fato da inundação provocar alterações significativas na fauna e flora do local, a solução apontada continua sendo uma pesquisa séria na região onde se deseja implementar a usina. Ao ter posse desses dados, a escolha do local onde esta deverá se localizar deve considerar o mínimo dano possível aos ecossistemas da região, sendo assim inevitável a construção da usina sem alterar as configurações da região. O grupo 02 apresentou uma resposta bem parecida ao questionamento feito numa das fases anteriores. A poluição provocada durante a extração da matéria-prima que compõe as placas de captação de energia solar infelizmente é um fator notório e incontestável para os alunos do grupo. A situação, segundo eles, só se justifica a partir de um comparativo de toda a forma de contaminação por inúmeras poluições que as outras matrizes energéticas são capazes de gerar. Desse modo, o uso da energia solar se justifica como o mais adequado, mesmo que a tecnologia atual não tenha um aproveitamento da captação energética muito alta.

Ao fim da argumentação da última equipe, o grupo 03 encerrou sua participação no debate com as considerações de que a melhor escolha, mesmo com todos os problemas discutidos e apresentados, ainda seria a energia eólica, partindo do pressuposto de que esta seria o modo de produção que menos afetaria o meio ambiente ao redor.

6.7.4 Considerações Finais

Nas decisões finais, o professor deveria revelar qual seria a matriz energética escolhida, baseada nos argumentos apresentados pelos alunos durante todo o debate. Coube a ele julgar qual foi a melhor argumentação que se adequaria na resolução da situação-problema da demanda de energia elétrica apresentada pela cidade. Entretanto, o professor regente optou por dividir a responsabilidade com os outros professores da sala, gerando assim um empate entre as três propostas. A proposta inicial da aula deveria contar com mais outros dois professores que, no dia da apresentação, não conseguiram comparecer.

6.7.5 Análise dos Dados

O debate apresentou elementos que normalmente não aparecem nas aulas de física tradicionais. As informações trazidas pelos alunos em suas pesquisas e as associações com o conhecimento previamente trabalhado durante as etapas anteriores da sequência didática tiveram um papel significativo no processo de análise dessa etapa.

Durante todo o debate, as argumentações foram baseadas em fatores extraclasse, que serviram como motivadores para que os alunos pesquisassem, por conta própria, elementos que serviriam de base para suas argumentações. As situações-problema apresentadas provocaram, dentro do debate, uma reação de exposição de ideias e argumentos que colocou os alunos em uma posição de fala muito mais ativa, rompendo com o método tradicional de ensino das atividades cotidianas de sala de aula. Separadamente, os grupos apresentaram argumentações coesas em relação à aplicação das matrizes energéticas.

As dificuldades, devido às desvantagens citadas durante as apresentações, dentro das argumentações, foram os fatores de maior fomentação de discussões. A dedicação em defender os argumentos utilizados, somada às possibilidades de pesquisas durante a apresentação, deixou o debate mais rico em informações.

6.8 Avaliação de Aprendizado (7ª Etapa)

Representando a avaliação final da sequência, o pós-teste foi aplicado duas semanas após a conclusão do debate, devido ao calendário escolar, interrompido em virtude de avaliações bimestrais. Houve uma preocupação durante a aplicação de se usar elementos do pré-teste sem ignorar as mudanças sofridas nos subsuores das estruturas cognitivas dos alunos durante averiguação da possibilidade de ter havido ou não aprendizagem significativa (MOREIRA, 2009).

Assim como foi realizado anteriormente, os alunos construíram um novo mapa conceitual, seguindo as mesmas etapas de preenchimentos da avaliação diagnóstica. A realização da atividade se deu 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. A atividade contou com quatro *tablets* e seguiu o mesmo procedimento anterior, sendo essa primeira parte realizada em duplas. Um dos alunos optou por concluir toda a atividade sozinho, fazendo com que a sala ficasse dividida em quatro grupos distintos. Uma particularidade dessa etapa, num comparativo com a primeira aplicação, deu-se em relação a velocidade com que os alunos concluíram a identificação.

Após o preenchimento dos tipos de energia estar completo, todos voltaram aos seus lugares de origem e deram continuidade a construção dos mapas conceituais. A duração de tempo necessária nessa etapa foi de aproximadamente uma hora/aula no valor de cinquenta minutos.

Houve, no dia aplicação, duas observações relevantes. A aluna 06 estava com a mão hábil enfaixada devido a um problema médico, portanto o desenho de seu mapa contou com a ajuda de outro aluno, do 8º ano (série anterior) que obedeceu aos seus comandos na construção do mapa. Ao fim da atividade, a aluna relatou que não foi possível terminar o mapa com as justificativas entre as linhas ligantes, devido à falta de tempo e a dificuldade de escrita. A outra observação ficou por conta da aluna 07 que chegou atrasada e acabou fazendo seu mapa conceitual em uma folha separada de ofício, conforme matéria em Apêndice B – Aula 07.

A atividade foi aplicada dentro de uma aula de cinquenta minutos. Não foi permitido que os alunos levassem o mapa para terminar fora do horário de aula, de modo a manter o mais fidedigno possível o resultado das avaliações.

6.8.1 Análise dos Resultados

Ao analisarmos os mapas construídos nessa etapa, percebemos evidências de aprendizagem significativa dentro do processo de ensino. Com base na análise da exposição de conceitos presentes nos mapas, notamos uma reestruturação e aprimoramento destes. Com isso, podemos destacar a aparição de processos como diferenciação progressiva e reconciliação integradora, como resultado dessa análise. As estruturas dos mapas apontam indícios de aprendizagem significativa.

Usando o mesmo padrão de análise do pré-teste, vamos classificar os mapas novamente por sua composição entre **parcial ou incompleto, mediano e adequado**. Baseados nesses parâmetros, vamos novamente construir uma tabela de representação dos resultados encontrados pela análise dos mapas conceituais.

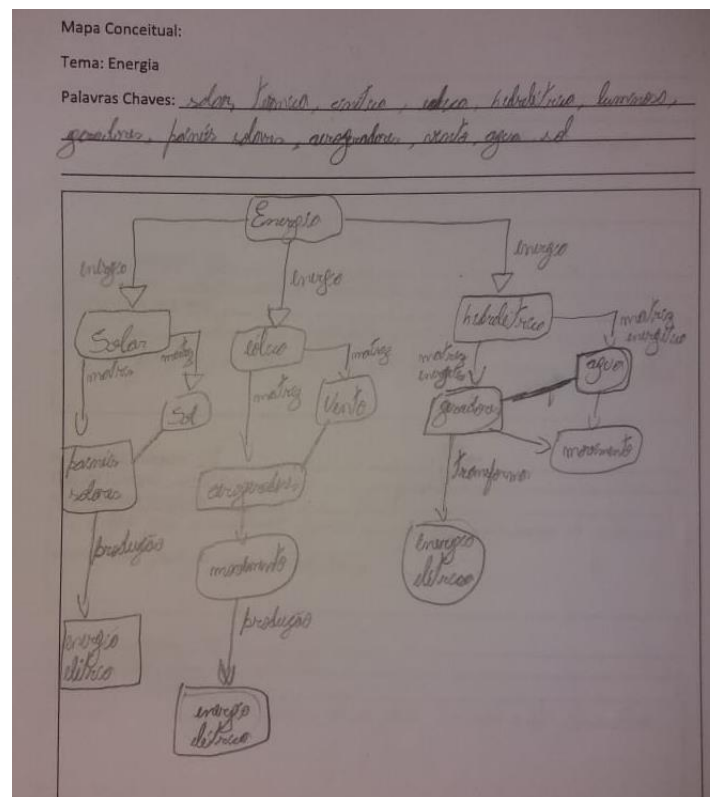
Tabela 3: Análise sobre as características da avaliação de aprendizado

Alunos	Parcial ou Incompleto	Mediano	Adequado
Aluno 01			X
Aluno 02		X	
Aluno 03			X
Aluno 04		X	
Aluno 05			X
Aluno 06		X	
Aluno 07			X

Forte: Autor

Repetindo o procedimento feito durante a fase de verificação de concepções prévias, vamos fazer um comparativo entre as avaliações diagnósticas e o mapa feito nessa etapa de avaliação de aprendizado. Embora todos os mapas tenham seu grau de relevância, vamos demonstrar a aplicação dos critérios utilizados na análise do comparativo dos mapas construídos pelo aluno 05.

Figura 12: Mapa Conceitual da Avaliação de aprendizado do aluno 05



Fonte: Acervo do autor

Foi perceptiva durante a análise do mapa, a presença de uma melhora na quantidade de conceitos que remetem ao tema energia. A exposição de informações, oriundas de suas vivências dentro e fora do ambiente escolar, somadas às novas informações que passaram a compor o mapa conceitual acima revelaram um tipo de aprendizado significativo. Dentre eles, a aprendizagem significativa subordinativa, na qual as novas ideias se ancoram nos subsunçores iniciais, promovendo evolução no formato de como se comporta o conceito dentro de estrutura cognitiva desse aluno. Isso evidencia a aparição do processo de diferenciação progressiva.

Outra evidência é a aparição de interligações cruzadas entre conceitos, demonstrando que o processo de reconciliação integradora foi evidenciado nesse aluno, ainda que feito de maneira parcial, pois as interligações aparecem de maneira separada entre os diferentes tipos de matrizes energéticas.

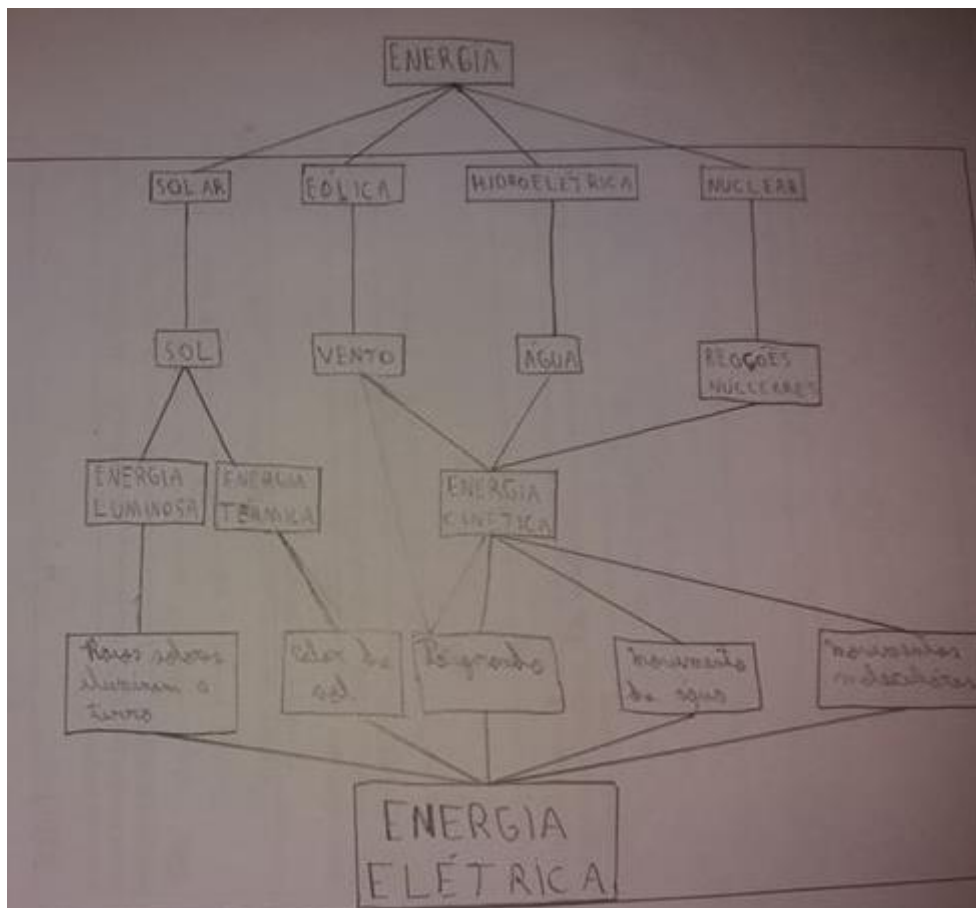
A organização das ideias permaneceu de maneira vertical entre os primeiros argumentos na ordem hierárquica, deixando transparecer que estes

conceitos não são capazes de dialogar, entretanto o número de informações contidas e as interligações entre elas revelam uma associação do aluno às múltiplas formas de percepção dessa energia. Ainda que segmentada em três temas principais, nesse momento o aluno já é capaz de correlacionar horizontalmente os conceitos secundários, dentro desse segmento, descrevendo uma melhor especificação das justificativas de ligação entre eles.

Um fator que também merece destaque é que, nesse mapa conceitual, o aluno externou grande parte do que foi discutido durante o debate da etapa anterior, com elementos de justificativas entre as setas de ligação que remetem às atividades propiciadas na sequência didática. Em alguns momentos nota-se em uma ordem hierárquica um pouco equivocada, a presença do processo de reconciliação integradora, tanto na usina eólica quanto na hidrelétrica.

Assim como foi analisado o mapa do aluno 05, vamos tomar a análise do mapa conceitual do aluno 01 e avaliar se houve de aprendizagem significativa.

Figura 13: Mapa Conceitual da Avaliação de aprendizado do aluno 01



Fonte: Acervo do autor

Executando um paralelo entre o mapa da avaliação diagnóstica e o apresentado nessa etapa, notamos um refinamento nos subsunçores iniciais. A ancoragem de novos conceitos fez com que o aluno passasse por um processo de evolução e agregação dessas novas informações.

Outro fator foi o número de conceitos e interligações entre eles, apresentado acima, são evidências dos processos de reconciliação integradora, pois enfatizam que o presente mapa demonstra traços de que ocorreu aprendizagem significativa.

O autor do mapa cometeu alguns erros no caráter hierárquico durante a sua organização estrutural, em algumas de suas escolhas de posição entre os conceitos apresentados. A falta de justificativas e setas entre as interligações feitas contribuíram para analisar essas falhas dentro do quesito estrutural.

Semelhante ao aluno 01 e 05, a mudança dos mapas dos alunos foi satisfatória. Apesar de erros estruturais na construção desses mapas, os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integradora passam a fazer parte da análise de muitos deles, em determinados momentos juntos e outros momentos aparecendo apenas um dos dois. A comparação feita entre os mapas avaliativos entre a primeira e última etapa resultou em uma efetividade na aprendizagem significativa em um percentual grande de alunos.

Capítulo 7

Considerações Finais

A complexidade do processo educacional traz consigo a responsabilidade de cada professor em buscar métodos e formas para produzir melhorias no ensino. Essas dificuldades têm surgido como fator motivador para o desenvolvimento de muitas metodologias e inserções de técnicas e tecnologia no âmbito escolar. Dentre eles, muitos trabalhos têm apontado para a compreensão sobre os saberes propostos para o aluno e como este lança seu olhar sobre cada fenômeno físico.

As atividades que foram propostas, durante o desenvolvimento da sequência didática, objetivaram um rompimento com o sistema tradicional de ensino em que o professor é detentor das informações e os alunos são taxados como seres sem conhecimentos, ávidos pelo compartilhamento desse conhecimento.

Ao fim dessa sequência, notou-se que, dentro das propostas iniciais de inserir elementos tecnológicos em sala de aula, diversificar os formatos das aulas e como são ministrados os conteúdos do tema energia, alcançou uma parcela significativa de seus objetivos. A busca por uma maior parcela de aprendizagem significativa e em menor quantidade por uma aprendizagem mecânica, por memorização, foram elementos que fizeram parte desse trabalho.

Este trabalho também contou com uma análise qualitativa dos mapas gerados. A partir dessa produção, fomos capazes de achar, a partir de um material potencialmente significativo, ocorrência dos processos de diferenciação progressiva e reconciliação integradora. Estes por sua vez são o principal indício que a atividade atingiu o objetivo de ser potencialmente significativa.

As atividades descritas dentro dessa dissertação foram resultadas de vivências e aprendizado devido às disciplinas ofertadas pelo “mestrado profissional em ensino de física”. Todas as atividades realizadas dentro de sala de aula foram pensadas em promover aprendizagem significativa e ofertaram ao professor a possibilidade de entender que o método avaliativo que se usa pode não conseguir avaliar o real conhecimento que os alunos acumularam durante um período de ensino.

A sequência didática obteve bons resultados em decorrência de uma prévia preparação, baseados nos resultados preliminares da avaliação diagnóstica. Isso se deu, em grande parte, pela organização das etapas escolhidas para

aplicação da sequência. Ela foi aplicada em sete ocasiões em um período de tempo de 10 semanas. O uso de aulas de sexto horário só foi interrompido na aplicação da etapa do debate. A rigidez da escola, quanto aos métodos de ensino, apresentou essa dificuldade que só pode ser superada com a alternativa dita de aplicação em horário extra.

Os roteiros que compuseram as etapas dessa sequência didática contaram com uma elaboração que levou em consideração as especificações de um material questionador e, conseqüentemente, potencialmente significativo. Como exemplo dessa citação, podemos explicitar o experimento de baixo custo proposto dentro da segunda etapa. Inicialmente ele veio como uma alternativa para a falta de um simulador computacional que se adequasse às situações-problemas dos roteiros propostos. Contudo, a riqueza dos dados adquiridos durante a apresentação, somadas aos questionamentos feitos durante o preenchimento das questões, demonstrou que essa etapa se comportou como uma excelente alternativa de uso, que não necessariamente precisaria de uma substituição.

As etapas 02, 03 e 04 seguintes fizeram uso de simuladores residentes da plataforma computacional PHET. O uso desse recurso demonstrou ser uma ferramenta bastante eficaz no processo de inserção de recursos tecnológicos em sala de aula. Os roteiros foram voltados para a exploração das potenciais atividades que esse recurso poderia promover no processo do ensino de energia.

A etapa 05 contou com o uso de um simulador diferenciado dos demais e foi tratada como uma etapa de transição. Os dados adquiridos durante essa etapa ajudaram a compor na resolução da situação-problema proposta na etapa seguinte. Os valores de energia média consumida por uma casa apontados nessa etapa foram cruciais para que os alunos conseguissem desenvolver as argumentações da etapa seguinte. Todas essas etapas foram desenvolvidas no intervalo de tempo de uma hora aula cada uma de 50 minutos.

A etapa 06 contou com o uso da plataforma computacional desenvolvida previamente durante o mestrado profissional e teve uma abordagem que ocupou um tempo além das outras etapas. Ela foi usada no intuito de promover o debate que envolveu o uso de energia elétrica para a resolução do problema de abastecimento de uma cidade. A atividade ocorreu em um período de tempo igual a duas horas aulas com 50 minutos cada. As horas de pesquisa em casa dos alunos e as discussões posteriores ao debate não foram contabilizadas por este trabalho. A

eficácia da aplicação acabou aparecendo nas respostas dadas dentro da avaliação de aprendizagem, nas quais se verificou indícios de aprendizagem significativa.

A sequência didática, ao começo do trabalho, havia sido pensada para ser trabalhada com turma do 3º ano do ensino médio. Durante o prosseguimento do mestrado profissional e o surgimento da oportunidade de aplicação em uma turma do 9º ano do ensino fundamental, o desenvolvimento da atividade acabou tomando outro foco e se adequando a fatores como linguagem, apresentação de figuras e material didático.

Com isso, abrimos a possibilidade de aplicação do produto em turmas do ensino médio, preferencialmente no 3º ano. As formas de avaliação em larga escala (ENEM), verificadoras da qualidade do ensino médio tem se tornado desde o ano de 2009 um exame 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, entre outras, acrescentando ao simulador novas formas de produção de energia elétrica.

Um possível uso do produto poderia ser com o acompanhamento da pesquisa, feita pelos alunos em casa, dentro do horário de aula. Isso daria a possibilidade de um acompanhamento pelo professor das possíveis argumentações que seriam usadas no debate, dando ao educador a possibilidade de preparar intervenções que incentivem o debate de ideias, de uma maneira sempre imparcial.

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.

Referências

- ASTOLFI, J. P.; PETERFALVI, B.; VÉRIN, A. *Como as crianças aprendem ciências*. Lisboa: Instituto Piaget, 1998.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D. e HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Educational psychology: a cognitive view*. 2. ed. New York: Holt Rinehart and Winston, 1978.
- BARBOSA, J. P. V.; BORGES, A. T. O Entendimento dos estudantes sobre energia no início do ensino médio. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 23, n.2, setembro 2006. p. 182-217.
- BEHERENS, Marilda Aparecida, "Projetos de aprendizagem colaborativa num paradigma emergente", em MORAN, José Manuel. *Novas tecnologias e mediação pedagógica*, Campinas: Papirus, 2000.
- BEHERENS, M.A. in *Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica*, editado por J.M. Moran, Papirus, Campinas, 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.
- BRACIANNI, Urian. *Estrutura de Custos para Implementação das Usinas de Geração de Energia Elétrica no Brasil* – Departamento de Ciências Econômicas – UFSC – 2011.
- BRASIL. Parâmetros curriculares para o ensino médio Ciências da Natureza, Ciência & Natureza - Forças Físicas - Abril Coleções - Time Life - Abril Coleções Ltda - Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 1999.
- CORRADI, Wagner at. al. *Fundamentos de Física I* – Belo Horizonte: Editora UFMG, 2010514 p. Unid. 6 e 7. pag 255 – 305, 2010
- CORRÊA, R. W. Implementação de uma sequência de ensino e aprendizagem sobre tópicos de astrofísica de partículas para o ensino médio. *Dissertação* (Mestrado em Ensino de Física). - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, Pág. 67-68, 2015.
- FALCÃO, Rejane Maria de Araújo Lira. Mapas conceituais e aprendizagem de conteúdo escolar no ensino fundamental I. 2012. 2016 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012.
- FEYNMAN, P., Richard. *Física em Seis Lições; tradução Ivo Korytowiski* – Rio de Janeiro: Ediouro, págs. 115 – 118, 1999.
- GUTH, Alan *The Inflationary Universe: The Quest for a New Theory of Cosmic Origins* APPfHDIH A pag. 290 – 293, 1997.
- HALLIDAY, RESNICK & WALKER. *Fundamentos da Física*, LTC, 8a ed. 2009, 9a ed. Vol.2 - Cap 18. pag. 191 – 200, 2012.
- 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.

LOPES, R.; FEITOSA, E. Applets como Recursos Pedagógicos no Ensino de Física – Aplicação em Cinemática. In: *SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*, 18, 2009, Vitória. Anais. São Paulo: SBF, p. 1-12, 2009.

M.A. BEHERENS, in *Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica*, editado por J.M. Moran (Papirus, Campinas, 2000).

MARTINS, ALISSON ANTONIO; DIAS, NILSON MARCOS GARCIA, Ensino de Física e Novas Tecnologias de Informação e Comunicação: Uma Análise da Produção Recente; *VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Universidade Estadual de Campinas 2011.

MARTINS, Carmen Maria De Caro; FIGUEIREDO E PAULA, et al. *CBC de Ciências*, SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO DE MINAS GERAIS, Universidade Federal de Minas Gerais - MG, p.63 – 2017 (https://www.ufmg.br/copeve/Arquivos/2017/coltec_programa_ufmg2018.pdf) Acesso em 14/07/2018.

MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz - *Física, Volume Único* - Curso completo - Editado Scipione - 1ª Edição, São Paulo 2006. pag. 284-315.

MONTAI, Vinicius; LABURÚ, Carlos Eduardo. Experimentos de física: Critérios de escolha utilizados pelos professores do Ensino Médio. In: *SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*, 16, 2005, Rio de Janeiro, 2005.

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

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2001.

MOREIRA, M. A. *Mapas conceituais e aprendizagem significativa*. São Paulo: Centauro Editora, 2010.

MOREIRA, M.A. e Buchweitz, B. *Novas estratégias de ensino e aprendizagem: os mapas conceituais e o Vê epistemológico*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1993.

MOREIRA, M.A.; *Aprendizagem significativa crítica*, Instituto de Física da UFRGS–UFRGS - setembro de 2000.

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.

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

MOREIRA, Marco Antônio; MASSONI, Neusa Teresinha; Interfaces entre teorias de aprendizagem e ensino de ciências/física; *Textos de Apoio ao Professor de Física*, v.26 n.6, 2015. Instituto de Física – UFRGS.

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.

OLIVEIRA, M.M.; FROTA, P.R.; MARTINS, M.C. Mapas conceituais como estratégias para o ensino de educação ambiental. *Revista Electrónica de Investigación y Docencia (REID)*, pag.9, Enero, 2013.

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, pag. 1 – 13, Jan./Jun. 2009.

PETITTO, S. *Projetos de Trabalho em Informática: Desenvolvendo Competências*, Papirus, Campinas, 2003.

PIAGET, J. *Psicologia e Pedagogia*. Rio de Janeiro: Forense Universitária. Editora: Gen / Forense, 2013.

PIAGET, J.(1994) *O juízo moral na criança*. São Paulo: Martins Fontes, [1932]

PORTO, Jaime E. Villate; *Dinâmica e Sistemas Dinâmicos, Livro*, Pág. 77-86, 2013

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.

RICARDO, Elói C. e 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.

SANTOS, Marco Aurélio da Silva. "Energia Potencial"; *Brasil Escola*. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/energia-potencial.htm>>. Acesso em 10 de julho de 2018.

SCHAFF, A. A Sociedade Informática (as consequências sociais da segunda Revolução Industrial). *Livro*, 4. ed. São Paulo: Universidade Estadual Paulista - Brasiliense, 1990.

SOUZA, Geraldo Felipe de Souza Filho. Simuladores computacionais para o ensino de física básica: uma discussão sobre produção e uso. Universidade Federal do Rio de Janeiro - Rio de Janeiro, 2010.

STENSVOLD, M. S.; WILSON, J. T. The interaction of verbal ability with concept mapping in learning from a chemistry laboratory activity. *Science Education*, Hoboken, New Jersey, v. 74, n. 4, p. 473-489, 1990.

STRUCHINER, M; VIEIRA, A. R.; RICCIARDI, R. M. V. Análise do conhecimento e das concepções sobre saúde oral de alunos de odontologia: avaliação por meio de mapas conceituais. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 15, supl. 2, p. 55-68, 1999.

VALENTE, M. J. P. A pedagogia do conceito de energia: contributo para a utilização formativa do conceito de energia. *Dissertação* (Mestrado em Ciências da Educação) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Secção de Ciências da Educação, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, pag. 289, 1993.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. *Física III: Eletromagnetismo*. 12 ed. São Paulo: Addison Wesley, pag 71 - 90 , 2009.

ZARATINI, Paulo Fernando de Oliveira e Silva; NEVES, Marcos Cesar Danhoni e RUTZ, Sani de Carvalho da Silva. Análise de mapas conceituais: uma perspectiva

fenomenológica, *Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review* – V4(3), pp. 1-10, 2014.

Apêndice A

Produto Educacional

O produto educacional apresentado a seguir é parte integrante deste trabalho e destina-se a professores da Educação Básica que queiram utilizar a sequência didática aqui desenvolvida em suas aulas.

Ele traz uma sequência de sete aulas sobre o tema energia e é direcionado especificamente ao nono ano do Ensino Fundamental, podendo sofrer variações e adaptações para uso em qualquer uma das etapas do Ensino Médio.

Alex Arouca Carvalho

Produto da dissertação do MNPEF:

**USO DE SIMULADORES COMPUTACIONAIS E EXPERIMENTOS DE
BAIXO CUSTO NO ENSINO DE ENERGIA E TRANSFORMAÇÕES
ENERGÉTICAS PARA O 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL**

Juiz de Fora
2018

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, mais tarde aparece dentro das disciplinas de biologia e especificamente durante o nono ano dentro das disciplinas de Química e Física. Sua contextualização é normalmente um desafio que se mostra bastante difícil no sentido de proporcionar um entendimento real do tema aos alunos.

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 proposta desse trabalho é o desenvolvimento de uma plataforma computacional e a construção de uma sequência didática que auxiliem no processo ensino-aprendizagem dos alunos de física, lançando mão de experimentos de baixo custo e ferramentas computacionais que abrangem o conteúdo de energia e suas transformações (BORGES, 1997; HECKLER, 2007; REIS e SERRANO, 2004).

O estudo de diferentes formas de produção e uso de energia em física é um tema de grande importância, que é ensinado de maneira aparentemente segregada pelas disciplinas de Física, Química e Biologia (PANSERA e NONENMACHER, 2009). Este formato faz com que alguns alunos percam a capacidade de correlacionar suas existências múltiplas e acabem por traduzir energia como uma única definição para cada disciplina, sendo incapazes de promover interpelações entre elas. A sequência tem entre seus objetivos minimizar essa forma de absorção de conhecimento feita de maneira segmentada, na qual o aluno quase sempre não consegue correlacionar seu conhecimento aprendido em etapas diferentes de sua trajetória escolar.

Durante o 9º ano do ensino fundamental, o tema “Energia” aparece na Física para ser estudado manifestando-se como os diferentes tipos de energia mecânica e sua relação com o trabalho de uma força. Mas ao fim do ano letivo, as componentes térmicas e elétricas são apresentadas, diluídas de maneira quase imperceptível dentro do conteúdo ministrado em sala de aula.

Para 9º ano do ensino fundamental, as propostas do Currículo Base Comum (CBC) de 2017, apresentam dentro de seus tópicos uma proposta de ensino sobre a “Produção de energia elétrica: custos ambientais e alternativas”. Com isso, surge a necessidade de se fomentar o tema em sala de aula, embora os materiais didáticos das escolas continuem desatualizados.

Com o intuito de otimizar o aprendizado sobre o tema energia e suas transformações, esse trabalho apresenta uma sequência didática de sete etapas e pretende apresentar, aos alunos, uma visão simplificada e diferenciada sobre as múltiplas faces presentes no tema energia.

Este projeto pretende contribuir com experimentos de baixo custo, textos informativos, simuladores computacionais e o desenvolvimento de uma nova plataforma computacional comparativa entre diversos tipos de matrizes energéticas e suas aplicações na produção de energia elétrica. Além desses elementos, a sequência está fundamentada na aprendizagem significativa de David Ausubel e com uso de mapas conceituais (AUSUBEL e NOVAK, 1988 e MOREIRA, 2012).

A proposta de usar recursos tecnológicos, aliados a técnicas e metodologias de ensino de aprendizagem significativa, foi motivada por uma necessidade de se romper com um sistema vigente que valoriza uma aprendizagem mecânica, com padrões de processos que enfatizam a reprodução e repetição de procedimentos de memorização de conteúdo.

Na grande maioria das escolas brasileiras, esse método é copiado e perpetuado durante o ensino básico, particularmente no 9º ano do ensino fundamental e nos três anos de ensino médio, e acaba tornando o ensino de Física um exercício de memorizar e usar fórmulas matemáticas, sem na maioria das vezes entender o fenômeno agregado àquele formalismo.

Os escritos presentes nos CBC de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, revelam que tal repetição é vista como sem sentido:

Muitas vezes o ensino de Física inclui a resolução de inúmeros problemas, onde o desafio central para o aluno consiste em identificar qual fórmula deve ser utilizada. Esse tipo de questão, que exige, sobretudo, memorização, perde sentido se desejamos desenvolver outras competências. (CBC de Ciências, 2006 – Pag63-65)

Os parâmetros citados acima propõem que os alunos sejam capazes de lidar com situações do dia a dia social, tais como crises energéticas e ambientais, contribuição por matrizes energéticas e suas representantes e outras situações em

que se necessite de uma opinião crítica sobre o assunto. *“Trata-se de construir uma visão da Física que esteja voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade.”* (CBC de Ciências, 2006 Pag. 63 - 65)

Outra proposta dessa sequência é iniciar essa visão crítica sobre o tema a partir do 9º ano do ensino fundamental. Para isto o produto conta com uma plataforma computacional, desenvolvida para com o intuito de informar e caracterizar as múltiplas formas de energia. Esta plataforma conta com algumas informações sobre matrizes energéticas e suas características, mais especificamente que produzem energia elétrica.

1.1 Organização Estrutural

A proposta visa uma maneira de ensinar o tema “Energia” usando recursos computacionais e experimentos de baixo custo, objetivando fugir das metodologias tradicionais de ensino. Segue abaixo a organização dessa sequência didática, seus objetivos e seus resumos de aplicação.

Tabela 1. Passo a Passo da Sequência Didática

Etapas	Objetivo	Procedimento
1ª) Avaliação Diagnóstica	Levantamento das concepções prévias.	Deixar que o aluno, a partir das imagens propostas, 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.
2ª) Trabalho de Uma Força	Usar 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 aprendida durante os primeiros bimestres e as ideias de leis de Newton.
3ª) Energia Potencial Gravitacional e Cinética	Usar um simulador computacional da plataforma PHET no intuito de promover aprendizagem significativa	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

	sobre o tema energia cinética e potencial gravitacional.	aparente simulação. Consequentemente, desenvolver melhor as ideias sobre o que é, e como a energia cinética e potencial gravitacional podem ser observadas na natureza que nos cerca.
4ª) Energia Térmica	Usar 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 é mostrar sutilmente os processos de transformação energética durante a simulação.
5ª) Energia Elétrica	Usar um simulador computacional no intuito de promover aprendizagem significativa no processo o 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	Usar 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 seria explorada a produção de energia elétrica de diferentes matrizes energética, que poderia abastecer uma determinada demanda de casas em uma cidade fictícia, criada como situação-problema dentro dessa atividade. Para desenvolver as argumentações, os alunos poderão usar recursos tecnológicos oferecidos pelo professor além de uma plataforma computacional direcionada ao tema.
7ª) Pós-Teste	Levantamento do aprendizado	Avaliar o aprendizado dos alunos de

	sobre o tema "Energia"	uma forma qualitativa, através da comparação entre dados obtidos no pré-teste e resultado apontado no pós-teste.
--	------------------------	--

2. Sequência didática

2.1 Avaliação Diagnóstica e Verificação de Aprendizagem

O objetivo do primeiro e último ato da sequência didática é a construção de alguns mapas conceituais, com a interpretação dos diferentes tipos de imagens sobre o tema energia.

Para avaliar as concepções prévias dos alunos foi elaborada a avaliação diagnóstica abaixo de acordo com o passo a passo a seguir:

1º Passo: O aluno deverá preencher o questionário abaixo, baseando-se nas imagens fornecidas representadas no Apêndice B deste trabalho. Recomenda-se que se use aparelhos de tecnologia móveis de boa resolução, para que o aluno possa interagir de maneira mais interativa com o processo. Caso não seja possível, a impressão colorida em folha A4 é outra opção viável.

Figura 1. Reconhecimento de energias nas imagens

Questionário:

Número da Imagem: _____

Tipo(s) de Energia: _____

Justificativa da Resposta:

Fonte: Acervo do Autor

Repetimos esse mesmo procedimento cinco vezes (Apêndice B – Aula 01) com a análise de diferentes imagens. Recomenda-se que essa parte seja feita em duplas e que o professor regente fomente a discussões durante o preenchimento dos questionários iniciais entre os integrantes das duplas. Uma sugestão de aplicação, caso a turma tenha uma quantidade de alunos grande é a de formar trios para esse primeiro momento.


2º Passo: Após essa etapa, os alunos partirão para o desenvolvimento de seus mapas conceituais, conforme a orientação da figura abaixo.

Figura 2. Roteiro para a construção do mapa conceitual

Mapa Conceitual

Tema: Energia

Palavras Chaves:



Fonte: Acervo do Autor

Nas palavras-chave, o aluno deve preencher de forma hierárquica e decrescente os tipos de energia listados no passo anterior e algum outro tipo que ele se recorde e não tenha sido listado anteriormente.

Para que essa atividade atinja um bom objetivo, é aconselhável que os alunos já tenham alguns conhecimentos sobre a construção dos mapas conceituais. Para isso, recomenda-se que o professor gaste uma aula ou mais aulas, anteriores a aplicação, e faça alguns mapas conceituais de teste, no intuito de ir habituando seus alunos a essa ferramenta.

A avaliação dos mapas pode ser fundamentada na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. Recomenda-se uma avaliação/análise do tipo qualitativa, com elementos, quando necessários, quantitativos.

É recomendado um gasto de tempo na atividade, numa média de 20 minutos para a identificação de imagens e 30 minutos de construção do mapa conceitual. Aula pode ser ministrada em períodos mais longos que 50 minutos. Isso

necessitaria uma adaptação dessa divisão de tempo por parte do usuário dessa sequência.

2.2 Trabalho de Uma Força

Recomenda-se que a aula comece com o conteúdo formal, descrevendo passo a passo os elementos que descrevem o trabalho de uma força e sua relação com a energia, focando a visão nos conceitos da mecânica clássica newtoniana. Esse conteúdo pode ser dado de maneira usual, com quadro e giz ou durante a aplicação dessa sequência, caso professor não disponha de uma aula a mais para aplicação desse material.

Recomenda-se que se gaste um intervalo de tempo de uma hora aula para aplicação da sequência. Os resultados apontados na avaliação diagnóstica sobre as concepções prévias dos alunos deverão ser o norteador das adaptações futuras que deverão ocorrer nessa etapa, na busca por aprendizagens significativas.

A aplicação da atividade pode ocorrer em um horário extra, sendo assim possível não comprometer o comprimento do conteúdo, caso a escola faça essa exigência em suas competências.

Essa etapa conta com um experimento de baixo custo e um roteiro experimental de fácil uso. O experimento conta com a seguinte lista de materiais:

1 polia de plástico fixa (Pode ser feita de Tampinha de Garrafa Pet e palitos de churrasco)

1 tubo de cola universal

1 carrinho de brinquedo (rodas travadas) ou 1 bloquinho de madeira

1 fita adesiva

1 régua ou trena

1 tesoura

1m (+ ou -) de barbante

1 clipe de papel

1 massinha (preferencialmente de chumbo)

1 cronometro

1 pequena morsa (Opcional)

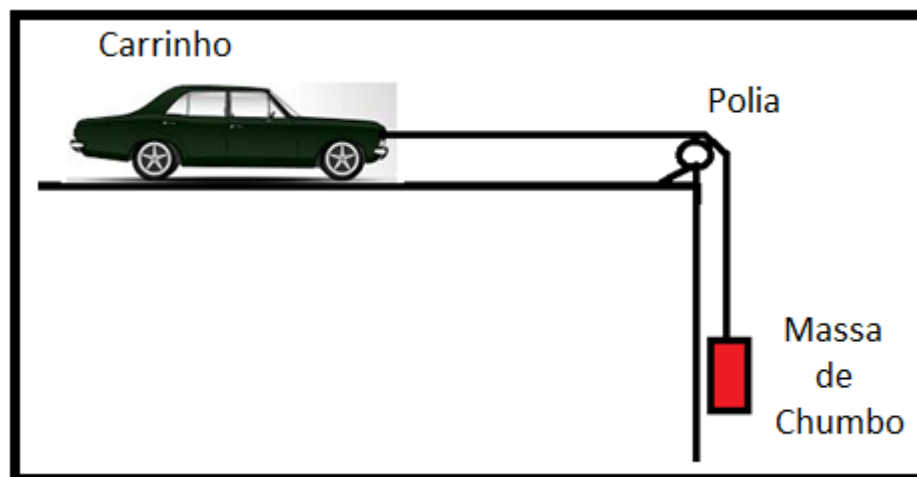
Alguns dos materiais mencionados acima como cronômetros podem ser encontrados nos aparelhos celulares dos alunos e não necessitam da aquisição de aparatos específicos para a marcação dos intervalos de tempo. Vale a pena

ressaltar que o uso de celulares em sala de aula é restrito em algumas escolas e é sempre bom ter autorização prévia da direção, antes de executar a atividade.

O experimento foi feito de forma expositiva, onde os alunos observavam os fenômenos, mediam os tempos e anotavam os dados em seus roteiros. Não houve a possibilidade de manuseio do experimento por parte dos alunos, devido problemas estruturais da própria aplicação.

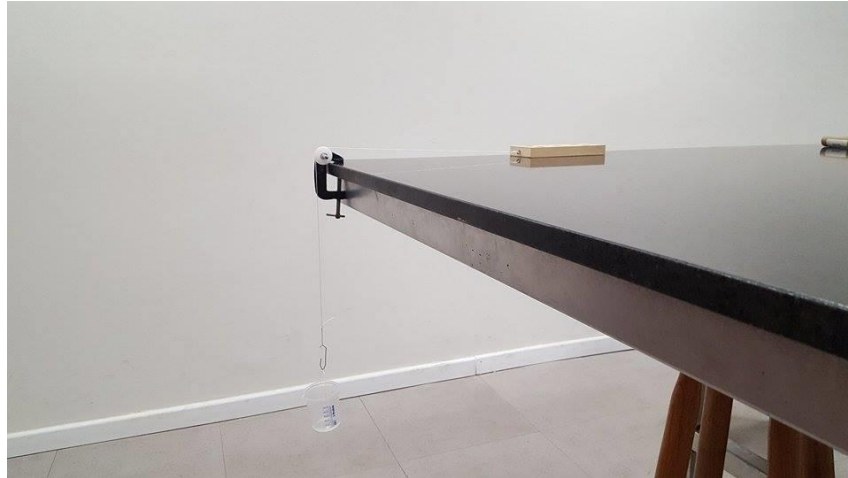
Amarra-se o barbante em uma de suas pontas no bloquinho (ou carrinho) e outra ponta na massa de chumbo de aproximadamente de 50g a 100g. Com o auxílio uma da régua ou trena, cola a fita adesiva sobre à mesa (preferencialmente com sua superfície polida) com algumas marcações significativas de posições. Um valor que experimentalmente se demonstrou bem confortável aos cálculos foi o intervalo entre duas medidas de espaço com o total de 45 cm. Para finalizar, fixe a polia, usando a cola universal, sobre a mesa. Após esse processo, faremos uma montagem do tipo:

Figura 3: Esquema do procedimento de montagem do experimento



Fonte: Acervo do autor

Figura 4. Foto do experimento (adaptado) montado para uso



Fonte: Acervo do Autor

A imagem acima mostra uma outra opção de montagem. Esta por sua vez foi usada nesse trabalho com material, já que a escola possuía um suporte fixador (pequena morsa) e polias de plástico, que puderam ser aproveitadas na realização do experimento.

Para melhor organização experimental e ganho de tempo durante a atividade, o professor regente deve ajudar os alunos no preenchimento da tabela de dados fixos, como representada na figura abaixo.

Figura 5. Fragmento do Roteiro – Tabela de valores fixos dentro do experimento

$S_0 =$ _____	m
$S =$ _____	m
$\Delta S =$ _____	m
$V_0 =$ _____	m/s

Fonte: Acervo do Autor

Após a etapa de marcação de valores, solte o carrinho do ponto delimitado para ser S_0 (espaço inicial) e marque, com a ajuda dos cronômetros, o tempo necessário para o corpo atingir o ponto S_f (*espaço final*). O experimento consiste nessas marcações de tempos entre dois intervalos de espaço. Para se calcular um valor médio entre os tempos, repita as marcações 3 vezes e com os dados obtidos preencher a tabela representada na figura abaixo:

Figura 6. Fragmento do Roteiro – Tabela de Cálculo do tempo médio de percurso

Intervalo 01	Intervalo 02	Intervalo 03	Intervalo Médio

Fonte: Acervo do Autor

Para o cálculo das grandezas representada na figura abaixo, os alunos devem usar seus conhecimentos de Cinemática (funções horárias), Leis de Newton (aplicação da 2ª Lei de Newton) e Trabalho de uma Força. Para isso, deve-se considerar o movimento do carrinho sobre a mesa com aceleração constante.

Figura 7. Fragmento do Roteiro – Tabela de Cálculo do tempo médio de percurso

$V_f =$ _____ m/s	$a =$ _____ m/s ²
$W =$ _____ J	$Fr =$ _____ N

Fonte: Acervo do Autor

A preocupação em se realizar o experimento sobre uma superfície bem polida tem o objetivo de fazer com que nesse sistema carrinho-barbante-massa, as variações sofridas pela força resultante sejam mínimas e possamos ter uma boa aproximação de uma aceleração média do corpo. Outra preocupação a ser tomada é manter o barbante sempre paralelo à mesa, aproximando o ângulo entre a força resultante e deslocamento do corpo sendo iguais a zero.

Para que a atividade ocorra bem no intervalo de tempo já destinado, é aconselhável ao professor já medir anteriormente e doar os valores das massas, em quilogramas, que serão utilizadas no experimento, aos alunos. No caso desse relato, o corpo utilizado foi uma caixinha de madeira com furos em que se colocavam as massinhas de chumbo e foram medidas em uma balança de precisão, também fornecida pela escola.

Ao fim dos cálculos, eles devem responder à pergunta proposta ao fim do roteiro: “Em sua opinião, qual é a relação entre o movimento do bloquinho e o trabalho realizado pela força resultante?”.

Após essa etapa, é aconselhado se trabalhar um texto sobre energia, adaptado do livro Física em seis lições do físico do Richard Feynman, presente na

plataforma computacional sobre energia, desenvolvida pelo autor desse manual, durante o mestrado profissional de ensino de Física.

É recomendado que a experiência seja feita de modo expositivo, na qual os alunos apenas marquem seus próprios intervalos de tempo, enquanto o professor realiza o experimento caso haja limitações de espaço ou com autorizações da coordenação escolar.

Um local adequado para a aplicação desse experimento seria um laboratório com bancadas longas para realização dessa experimentação. Em uma adaptação em sala de aula, para o modo expositivo é o uso da mesa do professor que substitui a bancada, no entanto as carteiras utilizadas pelos alunos não seriam adequadas a tal substituição.

2.3. Energia Cinética, Potencial Gravitacional e Conservação de Energia

Recomenda-se que a aula comece com o conteúdo formal, descrevendo passo a passo os elementos que descrevem os conceitos de Energia Cinética e Potencial Gravitacional e Conservação da Energia. Essa etapa da sequência tem o objetivo de introduzir elementos tecnológicos em sala de aula, pela primeira vez dentro desta sequência didática, de maneira a contribuir com a aprendizagem dos conceitos como energia cinética, potencial gravitacional e conservação da energia, especificamente nessa atividade, conservação da energia mecânica.

A busca por elementos que tornassem o modo de ensino mais significativo foi um dos motivadores dessa atividade. O uso do simulador computacional: https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park-basics/latest/energy-skate-park-basics_pt_BR.html, e um roteiro experimental com situações-problemas que envolvem a conservação da energia mecânica aos alunos é a grande atração dessa etapa. Essa aplicação se desenvolve em um período de uma hora aula de mínimo 40 minutos e máximo de 60 minutos.

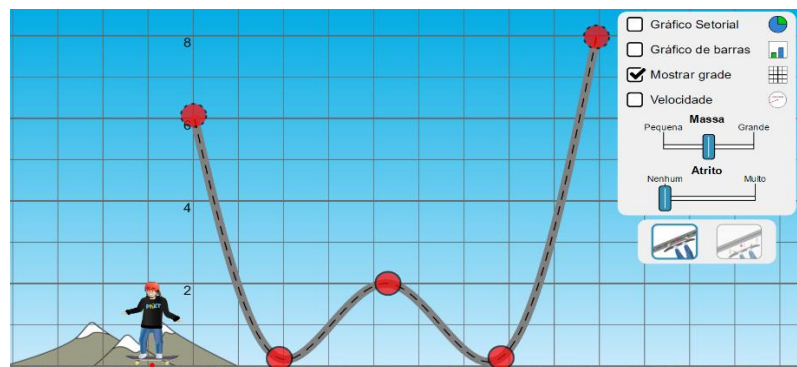
Os alunos devem receber o roteiro experimental (Apêndice B – Aula 03) e acessar o simulador. Essa simulação específica pode ser feita de modo expositivo ou por interação direta com o simulador. Recomenda-se que os alunos possam mexer usando seus próprios *smartphones* no acesso ao simulador e dessa maneira preencher as etapas pedida pelo roteiro. Outra possibilidade é realizar o trabalho em duplas, no qual os alunos podem promover discussões sobre suas respostas. A

forma mais tradicional de aplicação é a expositiva, em que o aluno visualiza a simulação sendo feita e preenche os dados requeridos dentro do simulador.

O roteiro tem a característica de pergunta hipótese, no qual o estudante elabora uma possível resposta para o questionamento proposto. Após essa etapa, ele executa o simulador e relata o acontecido. Por fim, se verifica a validade da hipótese inicial comparando o ocorrido na simulação com suas previsões iniciais, formulando, a partir daí, uma teorização mais geral sobre o tema.

A roteirização dessa etapa foi dividida em três partes. A primeira, orienta o aluno a montar uma pista de “skate vertical” livre de forças dissipativas, com mostrado na figura abaixo.

Figura 8. Simulação de Pista de Skate Vertical



Fonte: Plataforma Computacional PhET

A orientação presente no primeiro item dessa etapa pede ao aluno que clique na opção *pause*, eleve o skatista até a altura de aproximadamente seis metros em relação ao chão no lado esquerdo da rampa, como mostrado na figura. Em seguida, pede-se ao aluno que diga o que ele imagina que vai acontecer. Sua resposta vai conter a formulação da hipótese de resolução para essa situação problema. Na opção seguinte, o aluno confronta sua proposta com a realidade da simulação e formula os possíveis motivos para sua hipótese estar verdadeira ou não (Apêndice B – Aula03).

A segunda parte apresenta uma repetição das ideias anteriores. As diferenças se dão pela alteração nos valores da massa do skatista nessa nova situação. Essa parte conta com perguntas questionadoras sobre se na opinião do aluno, as mudanças de massa influenciariam a trajetória do skatista e se o valor final da energia total mudaria ao fim do processo.

A terceira e última parte inclui na simulação a ação de forças dissipativas durante a simulação. Nessa etapa o aluno executa a simulação e observa o resultado encontrado. A primeira pergunta dessa parte o questiona sobre a altura alcançada pelo skatista, em comparação as etapas anteriores e o porquê deste ser diferente. Mais uma vez a questão pede ao aluno que formule uma hipótese para explicar o acontecido. No próximo item, o roteiro promove um link com a próxima atividade da sequência, perguntando sobre uma situação real, em que o skatista resolve medir a temperatura da roda de seu skate.

2.4 Energia Interna Térmica e Calor

Recomenda-se que a aula comece com o conteúdo formal, descrevendo passo a passo os elementos que descrevem os conceitos de Calor e Energia Interna. A energia térmica não é um tema muito explorado durante o último ano do ensino fundamental (nono ano) e durante os três seguintes do ensino médio. Os estudantes costumam interagir com o tema de maneira imperceptível. Durante o período da matéria em que se ministra a termodinâmica, normalmente, atravessam essa etapa apresentando dificuldades de conectar os conhecimentos adquiridos com a natureza ao seu redor. Essa análise demonstra que existe uma falta de conexão entre as concepções espontâneas, o universo ao qual o aluno está inserido e a teoria dada em sala de aula (MONTAI; LABURÚ, 2005). Para isso, algumas inovações no ensino de termodinâmica se fazem necessárias.

O objetivo dessa atividade, além de explicar para o aluno como funciona a energia térmica e onde podemos encontrá-la na natureza, também mira numa explicação de alguns processos de transformações energéticas, não apenas se delimite a energia sendo cinética e potencial gravitacional. Essa etapa da sequência foi preparada para lidar com os conceitos de modo a atenderem as especificações do ensino de física para o nono ano do ensino fundamental.

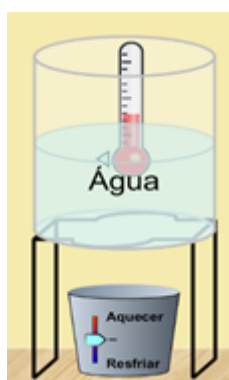
Também serão trabalhados conceitos como instrumentos de medida de temperatura e as diferenças conceituais entre as definições de temperatura e calor. Essa aplicação pode ocorrer em um prazo de duração de uma hora aula, podendo variar entre 40 a 60 minutos.

Semelhante à atividade anterior, essa etapa foi dividida em duas partes. O simulador usado foi https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/energy-forms-and-changes. Este simulador apresenta algumas limitações quanto a não

conseguir ser processado em alguns computadores, sem que estes baixem um programa específico, ou seja, que tenham o programa correto para executá-lo. Os aparelhos de tecnologia móvel não suportam esse tipo executor, reduzindo assim as formas de aplicação dessa atividade.

A primeira parte da atividade e conta com um roteiro de simulação que busca a diferenciação entre os conceitos de temperatura e calor. Os questionamentos dessa etapa seguem a formulação de hipóteses, execução da simulação e perguntas questionadoras. Nessa primeira parte, a simulação apresenta um recipiente cheio de um fluido que pode aquecer ou resfriar, assim como indicado na figura abaixo:

Figura 9. Ilustração do simulador de energia térmica



Fonte: Plataforma Computacional PhET

A pergunta inicial incita o aluno a elaborar uma resposta sobre as possíveis justificativas do termômetro, representado na figura, aumentar ou diminuir seus valores dentro de sua escala termométrica quando o aquecermos ou resfriarmos o fluido. Após a fase de hipótese, o aluno é convidado a acionar o botão “símbolo de energia” e executar a simulação. Ao aquecer ou resfriar o corpo, o aluno é questionado quanto ao resultado da simulação e ao fim desse processo, acaba tendo que justificar comparando o resultado obtido, com sua hipótese inicial.

A segunda parte dessa atividade tem a finalidade de simular processos de transformações energéticas e conservação da energia total de um sistema. (Apêndice B – Aula 04). A situação-problema envolve uma menina pedalando uma bicicleta e através de diversos mecanismos de transformação energética, ela é capaz de expor modos de conservação de energia. As questões propostas no roteiro, seguindo a linha proposta vigente até aqui, questionam em seu primeiro item

a formulação da hipótese sobre as transformações de energias. Em seu segundo item a simulação e o registro do ocorrido, além do confronto entre hipótese anterior e o resultado observado. Por fim, os itens três e quatro do roteiro tem a função de promover uma ligação entre a atividade atual e as futuras etapas dessa sequência.

2.5 Energia Elétrica.

Essa etapa conta com o uso do simulador <http://www.furnas.com.br/simulador/simulador.htm>. A proposta desse roteiro é dar aos alunos uma primeira visão sobre o gasto de energia elétrica de uma casa, além de processos de transformação energéticas do dia a dia. Essa atividade irá servir como elemento de transição para o debate da aula seguinte, sendo um de seus objetivos o de se obter o gasto médio de energia elétrica de uma residência. A partir desse dado, os estudantes conseguirão construir uma estimativa do gasto de uma população fictícia. (Apêndice B – Aula05).

A estimativa de tempo usado nessa atividade é de duas aulas de cinquenta minutos cada (duas horas aulas). A atividade deve ser feita individualmente, ou em grupos pequenos de dois alunos em sua primeira parte. Após os resultados serem obtidos, o professor deve iniciar uma discussão sobre os resultados obtidos e analisar possíveis propostas de melhorias. Outra possibilidade de aplicação seria em turmas com poucos alunos, juntar todos num único trabalho, resolvendo o valor final por acordo comum entre os alunos da turma também seria uma maneira de aplicação.

O roteiro dessa etapa é bem diferente das etapas anteriores, sendo este bem mais detalhado quanto ao modo de uso do simulador e bem mais preso em relação as possibilidades de discussão e questionamentos em sala de aula. Sua grande finalidade é fazer com que os alunos cheguem a pergunta 11, na qual preencherão a tabela representada na figura abaixo.

Figura 10. Trecho do Roteiro 05 – Consumo de Energia Elétrica

Energia Total Consumida (em kWh)	
Energia Consumida Média (em kWh)	

Fonte: Acervo do Autor

Após a coleta desses dados, estes servirão no processo de argumentação da próxima etapa dessa sequência. Essa atividade inicialmente foi pensada para ajudar na pesquisa dos alunos, na preparação para o debate de opiniões. No entanto, seu potencial significativo de esclarecimento e reflexão do gasto de energia elétrica de uma residência nos levou a considerar a presença deste roteiro dentro desta sequência didática.

2.6 Debate

Após o período de se obter o gasto médio de energia elétrica da sala, vamos inserir a situação-problema: Uma cidade localizada no mapa precisa da construção de uma matriz energética para abastecimento de sua população. O valor da população e o número de casas que serão afetadas são dados inseridos doados aos alunos pelo professor. Para auxiliá-los nessa empreitada, os alunos contaram com a ajuda da plataforma computacional desenvolvida para execução desse trabalho.

Os alunos serão divididos entre grupos e terão o prazo (tempo a ser determinado pelo professor) para pesquisa em casa e preparação dos argumentos que poderão ser usados no “debate” de escolha da melhor matriz energética que atenda a demanda imposta pela cidade. Com a ajuda de uma plataforma computacional, eles deverão preencher o roteiro de atividades (Apêndice B – Aula 06) e entregar ao fim do debate ao professor. O roteiro deverá conter todos os elementos de argumentação que os alunos usaram durante a defesa de suas opiniões.

O debate será dividido em algumas partes. Uma parte inicial em que os alunos deverão defender suas matrizes e apontar as razões que os levaram a escolhê-las. Além disso, nessa parte os outros grupos poderão interagir formulando perguntas que serão feitas ao fim da apresentação. Após essa primeira etapa, os

alunos passarão por um segundo momento. Nessa parte eles apontarão as desvantagens em relação ao uso de outras matrizes energéticas, com direito a réplica e tréplica. Toda discussão deve ser mediada pelo professor.

A participação de outros professores, não apenas de Física, mas também de outras áreas de ensino, dentro da sala de aula nos momentos de apresentação, é um fator positivo para a melhoria da discussão. Estes representariam a população que poderá ou não escolher dentre as matrizes apresentadas pelos alunos, a que melhor abasteceria o local.

Essa atividade duraria um total de duas aulas de cinquenta minutos cada (duas horas/aulas). Cada etapa precisará ter um tempo bem estipulado. Para isso o professor deve respeitar seu cronograma feito anteriormente ao debate, com as divisões de tempo bem organizadas na realização da atividade.

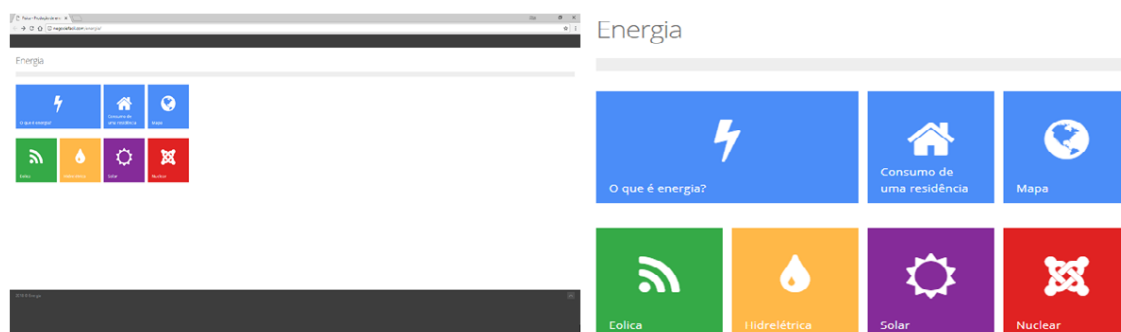
2.6.1 Plataforma Computacional Energia

Em paralelo à sequência didática proposta neste capítulo, apresentamos uma plataforma computacional desenvolvida durante o primeiro ano do mestrado profissional de ensino de física. Esta plataforma consiste em uma reunião de dados sobre o tema energia, modelos de transformação energética e suas aplicabilidades. Mais especificamente, a energia elétrica, suas matrizes energéticas e suas principais informações de aplicação.

A plataforma também conta com uma adaptação do texto retirado do livro “Física em Seis Lições” do físico norte americano Richard Feynman, um mapa desenhado para uso em debate, com diversos recursos naturais e possibilidades para implementação de matrizes energéticas. Por fim, a plataforma computacional conta com informações e *links* computacionais facilitadores de pesquisas que poderão ser realizadas pelos alunos durante o debate de opiniões.

Seu uso pode ser feito através de computadores, *laptops*, *tablets* e *smartphones*, que tenham acesso à *internet*. Nas imagens abaixo representamos a tela de início dessa plataforma, vistas de um computador de mesa tradicional.

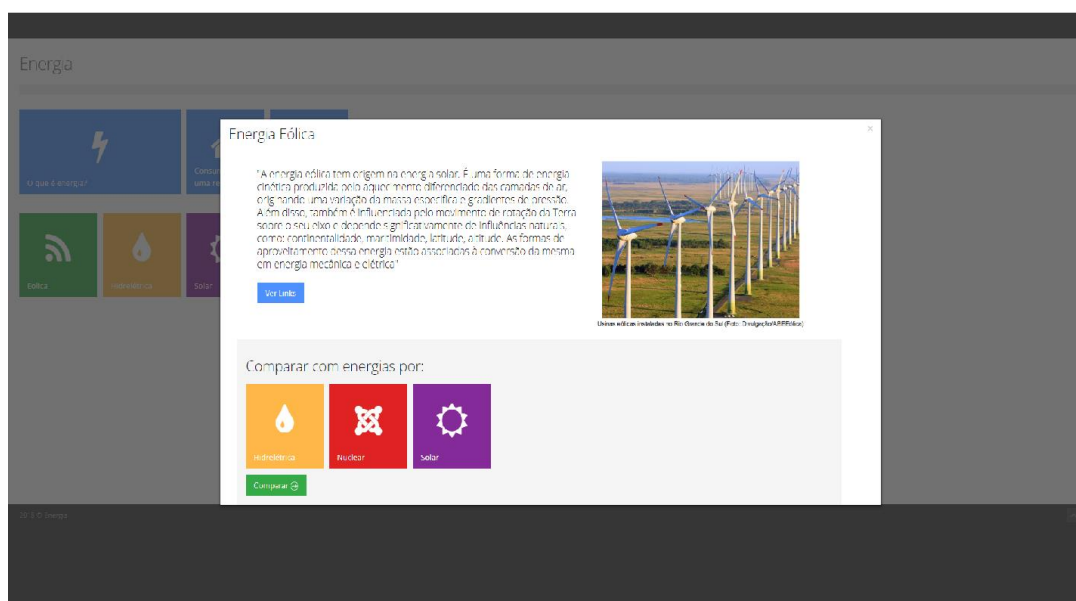
Figura 11. Tela da Plataforma Computacional Exposta por um Computador de Mesa



Fonte: Acervo do Autor

A plataforma pode ser encontrada no seguinte endereço computacional: <http://negociefacil.com/energia/>. Entre suas principais funções, o comparativo ente os diferentes tipos de matrizes energéticas dão a possibilidade de desenvolvimento de muitos métodos de trabalho e discussão sobre o tema energia.

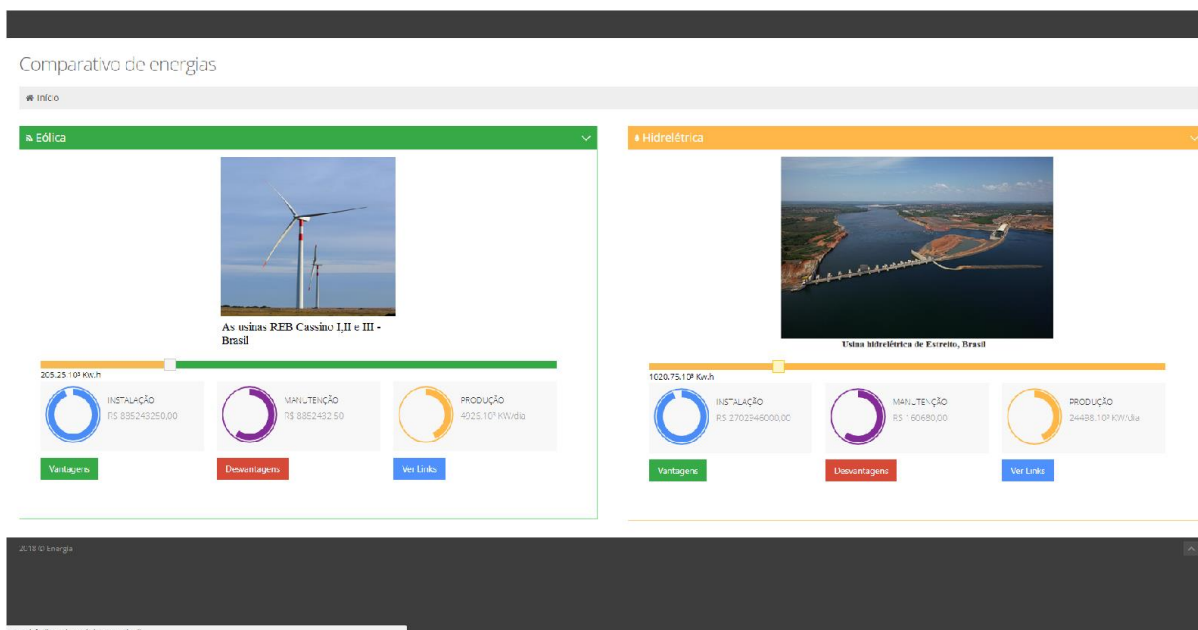
Figura 12. Amostra da Tela de Apresentação da Energia Eólica



Fonte: Acervo do Autor

Como representado na figura acima, a plataforma oferece orientações sobre as 4 matrizes geradoras de energia elétrica. Na figura12, podemos notar a aparição de um breve resumo sobre a matriz energética eólica, com uma sucinta explicação do que ela representa e um direcionamento através de *links* para pesquisas mais aprofundadas. Além disso, a plataforma agrega a opção de comparar os diferentes tipos de produção energética.

Figura 13. Tela de Comparação entre Duas Matrizes Energéticas



Fonte: Acervo do Autor

Nessa tela, os alunos são capazes de executar um comparativo entre os diferentes tipos de energia. Nelas os alunos podem comparar quantidade de energia produzida, valor de instalação e manutenção de cada umas das matrizes. Além disso, os quadros de vantagens e desvantagens listam uma grande quantidade de características que podem ser usadas em uma argumentação de defesa ou ataque.

2.6 Avaliação Diagnóstica

Por fim, a avaliação de aprendizado trata-se de uma verificação da ocorrência ou não de aprendizagem significativa no processo.

Nessa fase, os alunos deverão construir um mapa conceitual, repetindo os mesmos processos feitos durante a avaliação diagnóstica. A partir dos resultados encontrados da análise desses mapas, será realizada uma classificação de elementos que caracterizam os tipos de aprendizagem significativa e comparados mapas de avaliação diagnóstica e de avaliação de aprendizagem.

O intuito ao se comparar os mapas é de obter a informação se houve ou não aprendizagem significativa. O uso dessa ferramenta educacional torna-se possível ao educador verificar se determinado subssunçor sofreu um aprimoramento e alcançou uma aprendizagem do tipo subordinada, proporcionando ao avaliador a verificação do processo de diferenciação progressiva. Se essas mudanças permitem

uma reorganização de significados de subssuções dentro da estrutura cognitiva seguindo os tipos de aprendizagem superordenada e/ou combinatória, revela-se a presença de um processo de reconciliação integradora (CORRÊA, 2015).

Os indícios da reconciliação integradora são verificados quanto ao número de inter-relações entre diferentes conceitos. Dessa maneira, os conceitos mais inclusivos, dentro do mapa evidenciaram a presença de diferenciação progressiva (CORRÊA, 2015).

A partir das discussões feitas anteriormente, podemos propor que para a avaliação de um mapa, envolvendo os processos de aprendizagem significativa, podem ser resumidas em um caráter de análise que resultará em três parâmetros: Os conceitos envolvidos na construção do mapa, a estrutura interna de organização hierárquica e as interligações entre os conceitos que povoam o mapa conceitual.

Apêndice B

Roteiros da Sequência Didática

Aula 01 e 07- Mapas Conceituais para Avaliação Diagnóstica e Verificação de Aprendizagem

Questionário:

Número da Imagem: _____

Tipo (s) de Energia: _____

Justificativa da Resposta:

Número da Imagem: _____

Tipo (s) de Energia: _____

Justificativa da Resposta:

Número da Imagem: _____

Tipo (s) de Energia: _____

Justificativa da Resposta:

Número da Imagem: _____

Tipo (s) de Energia: _____

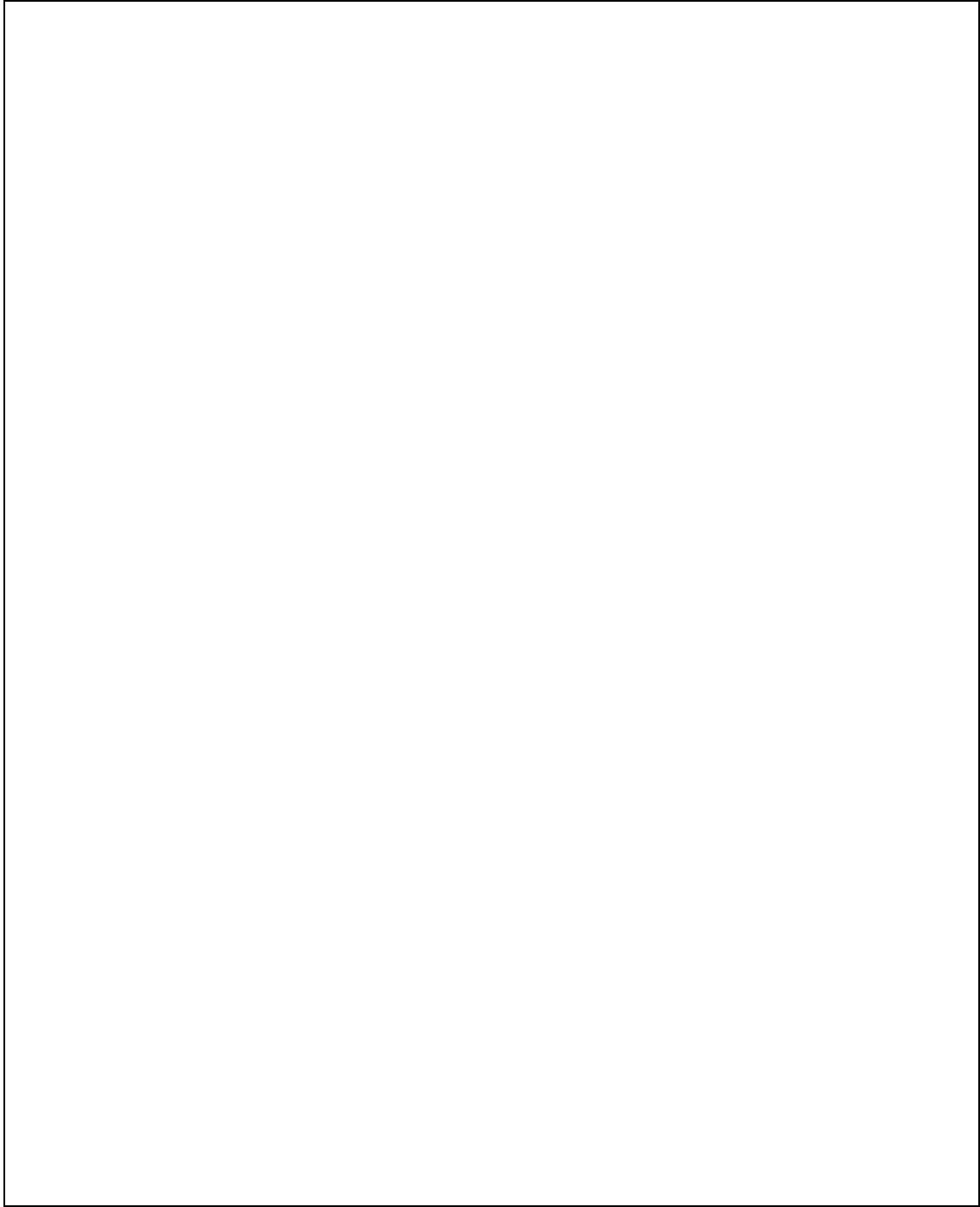
Justificativa da Resposta:

Número da Imagem: _____

Tipo (s) de Energia: _____

Justificativa da Resposta:

Mapa Conceitual
Tema: Energia
Palavras Chaves:



Aula 02 - Trabalho de uma Força

Roteiro Utilizado Pelo Aluno:

Faça as marcações conforme indicado pelo professor:

S_0	=	_____	m
S	=	_____	m
ΔS	=	_____	m
V_0	=	_____	m/s

Usando um cronômetro, marque os tempos de deslocamento do corpo:

Intervalo 01	Intervalo 02	Intervalo 03	Intervalo Médio

Agora, fazendo uso dos seus conhecimentos em cinemática, Leis de Newton e trabalho de uma força, preencha a tabela abaixo. Se possível, use o espaço abaixo para fazer os cálculos necessários.

$v =$ _____	m/s	$a =$ _____	m/s ²
$W =$ _____	J	$Fr =$ _____	N

O valor das massas serão:

$$m_c = \text{_____ kg e } m_m = \text{_____ kg}$$

Espaço para Cálculos:

$S = S_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$	$v = v_0 + at$	$Fr = m.a$	$W = Fr.\Delta S$
------------------------------------	----------------	------------	-------------------

Em sua opinião, qual é a relação entre o movimento do bloquinho e o trabalho realizado pela força resultante?

Aula 03 - Energia Cinética, Potencial Gravitacional e Conservação de Energia

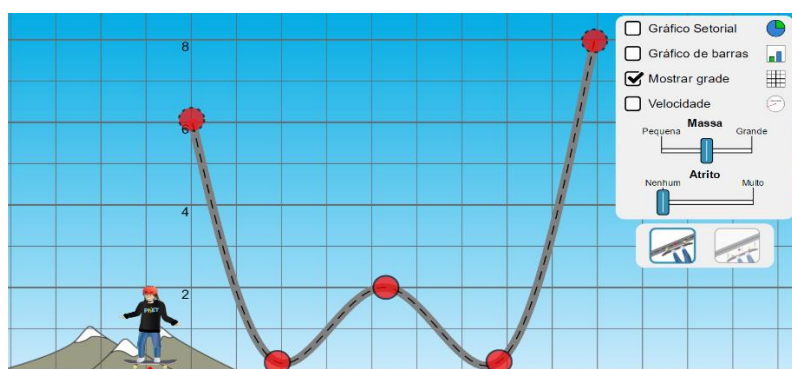
Para a aula de hoje, vamos usar o simulador:

https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park-basics/latest/energy-skate-park-basics_pt_BR.html

1ª Parte:


1) Acesse a opção parque e monte a pista abaixo: (Dica: Marque a opção “Mostrar Grade” e “Gráfico de Barras” para ajudar na construção)

Figura 01:




Fonte: PhET

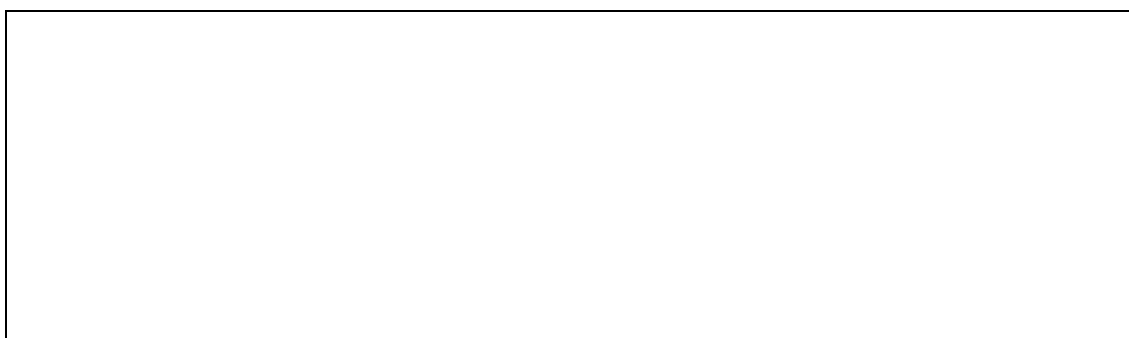
2) Inicialmente, para esse primeiro exercício, vamos excluir a presença do atrito no sistema. Clique na opção “pause” e eleve o skatista até a altura de aproximadamente seis metros em relação ao chão no lado esquerdo da rampa. Em seguida diga o que você imagina que vai acontecer?


3) Clique em “play”  e descreva o que aconteceu. O Skatista agiu como você esperava? Descreva os motivos para isso ter acontecido:



2ª Parte:

1) Usando o mesmo procedimento da etapa 1, altere o valor da massa do *skatista* (aumente ou diminua) e marque a opção gráfico de barras. Clique na opção “pause” . Eleve o *skatista* até a altura de aproximadamente seis metros em relação ao chão no lado esquerdo da rampa. Em seguida diga o que você imagina que vai acontecer?





2) Clique em “play”  e descreva o que aconteceu. O *skatista* agiu como você esperava?



3) Na sua opinião, a mudança de massa influencia a trajetória do *skatista*? E no valor final da energia?

3ª Parte:

Usando a pista anterior, vamos incluir uma quantidade de atrito no sistema. Vamos manter a opção “gráfico de barras” acionada e acionar a opção “velocidade”. Clique na opção “pause” . Eleve o *skatista* até a altura de aproximadamente seis metros em relação ao chão no lado esquerdo da rampa. Em seguida, clique em “play”  e descreva o que aconteceu.

1) A altura alcançada pelo *skatista* foi a mesma da primeira e da segunda parte? Porque você imagina que isso aconteceu?

2) Em uma situação real de descida de uma rampa, o um *físico-skatista* resolve medir a temperatura antes e depois. Em sua opinião, ele achará resultados diferentes entre as duas medidas? Justifique sua resposta.

Aula 04 – Energia Interna Térmica e Calor

Para essa atividade, vamos usar o simulador:

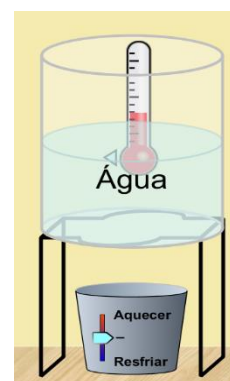
https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/energy-forms-and-changes

1ª Parte:

Faça a montagem no simulador como mostra a figura ao lado:

Figura 02

1) Se resolvermos “aquecer” ou “resfriar” o recipiente com água, o que você acha que vai acontecer com as medidas do termômetro? Justifique sua resposta.



Fonte: PEhT

2) Selecione a opção Símbolos de Energia **E** e aqueça ou resfrie a água. O resultado foi o esperado o que você esperava no exercício 1? O que você imagina serem os símbolos de “E” entrando ou saindo do recipiente com água?

2ª Parte:

Vamos agora passar a opção Sistemas de Energia, no canto superior esquerdo do simulador. Marque também a opção Símbolos de Energia e responda as perguntas abaixo:


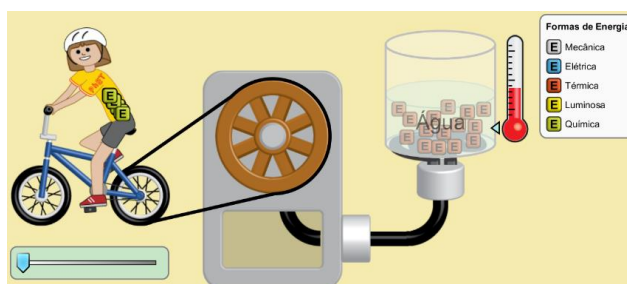
Escolha um dos mecanismos  para montagem de sua simulação. Explore um pouco do simulador. Preferencialmente, escolheremos para esse experimento a bicicleta, como mostra a figura abaixo:

Figura 03



Fonte: PhET

1) Quando a menina começar a pedalar, o que você imagina que acontecerá com o recipiente com água? Justifique sua resposta.

2) Inicie a simulação e diga o que você observou. Foi o que você havia imaginado no item anterior? Justifique sua resposta.

3) Nesse processo, podemos observar várias formas de energias diferentes. Se trocarmos o recipiente com água por uma das lâmpadas, observaremos resultados diferentes? Justifique sua resposta:

4) Os tipos de energia que são usados no simulador se modificam de acordo com que modificamos sua estrutura. Com base nas suas vivências do dia a dia, você consegue perceber essas transformações energéticas? Cite alguns exemplos:

Aula 05 - Energia Elétrica

Roteiro de uso do simulador: <http://www.furnas.com.br/simulador/simulador.htm>

Preencha seu nome e escolha um dos personagens abaixo e clique em continuar:

Figura 04

FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS SA Simulador de Consumo de Energia Elétrica

Digite seu nome e selecione um personagem

Nome: Alexandre

Profissional experiente e preocupado com a conservação dos recursos hídricos e elétricos de nosso planeta, realiza trabalhos voluntários de conscientização da comunidade sobre o bom uso da energia elétrica, a começar por sua própria família. Casado com Helena há 19 anos, com quem tem três filhos - Zeca, Rosa e Dudu -, Alexandre estimula toda a família a conhecer e praticar as principais formas de evitar o desperdício de energia elétrica.

Alexandre Reis
40 anos

Sair Continuar

Fonte: Furnas

Escolha um valor de tarifa e preencha no campo indicado (preferencialmente leve para a sala de aula uma conta de luz para identificar esses valores com maior precisão) ou escolha a região onde será feita a análise.

Figura 05

Tarifa (R\$/kWh) 0,30 Não use vírgulas! Ex: 0.30

Região Sudeste

Fonte: Furnas

Escolha entre a lista de cômodos, os que mais se aproximam da composição da sua casa e clique em continuar.

Escolha o cômodo em que você pretende equipar.

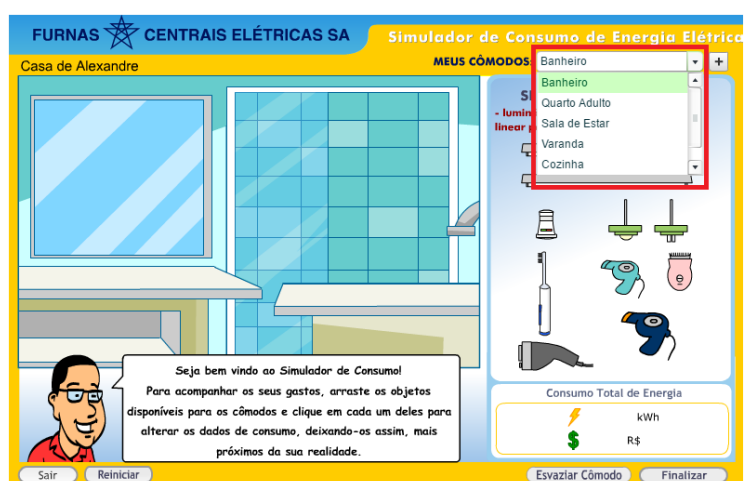
Figura 06



Fonte: Furnas

Escolha um dos cômodos para começar a equipá-lo.

Figura 07



Fonte: Furnas

Dentre os objetos à direita, escolha os que mais se adequam ao seu dia a dia e leia com atenção as mensagens.

Figura 08

lustre com lâmpada fluorescente

Quantidade: Potência(W): Dias: Horas: Minutos:

Tarifa Média: Capacidade: 11w

Tipo de potência: Padrão Eficiente

Consumo mensal: **0.33** (em kWh) Gasto mensal: **0** (em R\$)

Clique no botão **ALTERAR** para modificar os dados deste objeto.

SELECIONE OS OBJETOS
- lustre com lâmpada fluorescente

Consumo Total de Energia

18.81 kWh
R\$ 0

Uma lâmpada fluorescente de 20 watts ilumina mais do que uma incandescente de 150 watts, além de durar cerca de dez vezes mais.

Fonte: Furnas

Observação: Verifique se os valores de horas e o numero de dias, utilizadas pelos aparelhos eletrodomésticos está correto antes de confirmar. Cuidado para não acionar a função finalizar antes de preencher todos os cômodos com seus devidos eletrodomésticos.

Observe que durante suas escolhas, os objetos escolhidos alteram o valor do consumo mensal de energia dentro da casa. Clique em fechar e escolha outros objetos, completando o lugar o mais próximo do seu dia a dia.

Troque de cômodo e repita o procedimento, até preencher todos os cômodos. Ao final clique em finalizar.

Nessa parte você terá uma ideia de um valor médio do gasto de energia na sua casa. Será emitida uma simulação de sua conta de luz. Anote na tabela abaixo o valor de energia consumida no mês pela sua casa.

Energia Consumida (em kWh)	
----------------------------	--

Após esse processo, construa uma pequena tabela com os resultados obtidos por seus amigos.

Energia Consumida (em kWh) 1	
Energia Consumida (em kWh) 2	
Energia Consumida (em kWh) 3	

Faça a média entre as 5 medidas e preencha a tabela abaixo:

Energia Consumida Média (em kWh)	
----------------------------------	--

Soma total de toda a energia elétrica consumida pelo percentual total da sala e a energia média por aluno. (Dados oferecidos pelo professor)

Energia Total Consumida (em kWh)	
Energia Consumida Média (em kWh)	

Baseado em seus conhecimentos de consumo de energia elétrica, você poderia afirmar que o simulador representa bem o gasto de energia de uma casa? Você poderia citar novos exemplos de aparelhos que poderiam agregar ou reduzir o valor encontrado acima?

Legenda do Mapa:

Área 01

Incidência de Raios Solares: **Bom**
Incidência de Rajadas de Vento: **Ruim**
Incidência de Chuvas: **Bom**
Incidência de Mata Nativa: **Muito Grande**
Incidência de Rios: **Bom**

Área 02

Incidência de Raios Solares: **Médio**
Incidência de Rajadas de Vento: **Muito Ruim**
Incidência de Chuvas: **Muito Bom**
Incidência de Mata Nativa: **Médio**
Incidência de Rios: **Muito Bom**

Área 03

Incidência de Raios Solares: **Bom**
Incidência de Rajadas de Vento: **Bom**
Incidência de Chuvas: **Médio**
Incidência de Mata Nativa: **Médio**
Incidência de Rios: **Muito Ruim**

Área 04

Incidência de Raios Solares: **Bom**
Incidência de Rajadas de Vento: **Bom**
Incidência de Chuvas: **Médio**
Incidência de Mata Nativa: **Médio**
Incidência de Rios: **Médio**

Área 05

Incidência de Raios Solares: **Médio**
Incidência de Rajadas de Vento: **Muito Ruim**

Incidência de Chuvas: **Muito Bom**
Incidência de Mata Nativa: **Médio**
Incidência de Rios: **Muito Bom**

Área 06

Incidência de Raios Solares: **Muito Bom**
Incidência de Rajadas de Vento: **Muito Bom**
Incidência de Chuvas: **Muito Ruim**
Incidência de Mata Nativa: **Muito Pequena**
Incidência de Rios: **Ruim**

Área 07

Incidência de Raios Solares: **Muito Bom**
Incidência de Rajadas de Vento: **Muito Bom**
Incidência de Chuvas: **Ruim**
Incidência de Mata Nativa: **Pequena**
Incidência de Rios: **Muito Ruim**

Área 08

Incidência de Raios Solares: **Muito Bom**
Incidência de Rajadas de Vento: **Bom**
Incidência de Chuvas: **Médio**
Incidência de Mata Nativa: **Pequena**
Incidência de Rios: **Muito Ruim**

Área 09

Incidência de Raios Solares: **Muito Bom**
Incidência de Rajadas de Vento: **Muito bom**
Incidência de Chuvas: **Médio**
Incidência de Mata Nativa: **Muito Pequena**
Incidência de Rios: **Muito Ruim**

Legenda Para os mapas de Incidência de Raios Solares na Região:

Muito Bom: Incidência regular de raios solares de maior intensidade durante todo o ano.

Bom: Incidência regular de raios solares de maior intensidade durante 6 meses do ano.

Médio: Incidência regular de raios solares de maior intensidade durante 3 meses do ano.

Ruim: Incidência regular de raios solares de maior intensidade durante 1 mês no ano.

Muito Ruim: Incidência regular de raios solares de maior intensidade durante 2 semanas.

Legenda Para os mapas de Incidência de Rajadas de Vento na Região:

Muito Bom: Incidência regular de ventos de maior intensidade durante todo o ano.

Bom: Incidência regular de ventos de maior intensidade durante 6 meses do ano.

Médio: Incidência regular de ventos de maior intensidade durante 3 meses do ano.

Ruim: Incidência regular de ventos de maior intensidade durante 1 mês no ano.

Muito Ruim: Incidência regular de ventos de maior intensidade durante 2 semanas.

Legenda Para os mapas de Incidência de Chuvas na Região:

Muito Bom: Incidência regular de chuvas de maior intensidade durante todo o ano.

Bom: Incidência regular de chuvas de maior intensidade durante 6 meses do ano.

Médio: Incidência regular de chuvas de maior intensidade durante 3 meses do ano.

Ruim: Incidência regular de chuvas de maior intensidade durante 1 mês no ano.

Muito Ruim: Incidência regular de chuvas de maior intensidade durante 2 semanas.

Legenda Para os mapas de Incidência de Mata Nativa na Região:

Muito Grande: Ocupação de todo o território demarcado com mata nativa.

Grande: Ocupação de 60% - 80% do território demarcado com mata nativa.

Médio: Ocupação de 40% – 60% do território demarcado com mata nativa.

Pequena: Ocupação de 15% – 40% do território demarcado com mata nativa.

Muito Pequena: menos de 15% do território demarcado com mata nativa.

Legenda Para os mapas de Incidência de Rios na Região:

Muito Bom: Território demarcado com potencial hídrico muito avantajado.

Bom: Território demarcado com potencial hídrico avantajado.

Médio: Território demarcado com potencial hídrico.

Ruim: Território demarcado com potencial pequeno hídrico.

Muito Ruim: Território demarcado com quase nenhum potencia.

Apêndice C..

Imagens Usadas nas Avaliações

Grupo 1

Imagem 01



Fonte: ¹TudoEstudo

Imagem 02



Fonte: ²Secretaria de Energia e Mineração

Imagem 03



Fonte: ³Lapis.blogspot

Imagem 04



Fonte: ⁴Canaloff

Imagem 05



Fonte: ⁵Estadão

Grupo 2:

Imagem 06



Fonte: ⁶Intellitix

Imagem 07



Fonte: ⁷Portalrb

Imagem 08



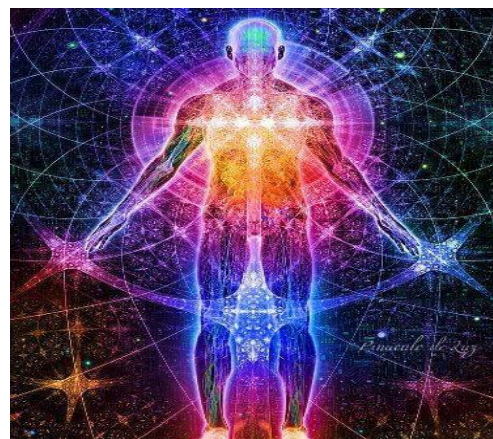
Fonte: ⁸Dica de Las Vegas

Imagem 09



Fonte: ⁹Unidos pela astronomia

Imagem 10



Fonte: cosmichealing

Grupo 3:

Imagem 11



Fonte:¹¹elblogalternativo

Imagem 12



Fonte:¹²PINIWEB

Imagem 13



Fonte: ¹³Poracaso

Imagem 14



Fonte: papeldeparede.etc.br

Imagem 15



Fonte:¹⁵Diário do grande abc

Grupo 4

Imagem 16



Fonte: AECweb

Imagem 17



Fonte:¹⁷ Exame

Imagem 18



Fonte: ¹⁸REGNUM

Imagem 19



Fonte: ¹⁹Secretaria de energia e mineração

Imagem 20



Fonte:ATPSolar

Referências das imagens utilizadas nas avaliações

Grupo 01

¹Disponível em: <https://www.todoestudo.com.br/geografia/combustiveis-fosseis>

²Disponível em: < <http://www.energia.sp.gov.br/2018/01/brasil-vai-ingressar-na-agencia-internacional-de-energia-renovavel/>>

³ Disponível em: <http://lappiss.blogspot.com/2010/09/victoria-falls-maior-queda-d-do-mundo.html>

⁴ Disponível em:< <http://canaloff.globo.com/surf/materias/descubra-como-se-medem-ondas-para-o-surfe.htm>>

⁵ Disponível em:< <https://emails.estadao.com.br/noticias/comportamento,homem-tenta-espantar-cobra-e-acaba-colocando-fogo-na-propria-casa,70002357832>>

Grupo 02

⁶Disponível em:< <https://intellitix.com/hub/best-comic-con-north-america>>

⁷Disponível em:< <http://www.rb.am.br/mundo/incendios-de-grande-proporcao-fazem-california-decretar-estado-de-emergencia/>>

⁸Disponível em:< <https://www.dicasdelasvegas.com.br/2013/05/viagem-carro-las-vegas-grand-canyon.html>>

⁹Disponível em:<<https://unidospelaastronomia.wordpress.com/2015/11/04/movimento-sociedade-terra-plana-stp-e-serio/>>

¹⁰Disponível em:< <http://cosmichealingterap.wixsite.com/waleskamanik/single-post/2017/02/16/Cuidado-Suas-attitudes-podem-sugar-sua-Energia-Vital>>

Grupo 03

¹¹Disponível em:< <https://www.elblogalternativo.com/2018/02/09/importante-reciclar-casa-empresa/reciclar-para-conservar-el-planeta/>>

¹³Disponível em: < <http://piniweb17.pini.com.br/construcao/infra-estrutura/brasil-vai-construir-71-parques-eolicos-159913-1.aspx> >

¹³Disponível em:< <https://poracaso.com/jaraqua-do-sul-e-a-quarta-melhor-cidade-de-medio-porte-do-brasil/>>

¹⁴Disponível em:< https://www.papeldeparede.etc.br/fotos/papel-de-parede_rio-de-sol-na-floresta/ >

¹⁵Disponível em:<[https://www.dgabc.com.br/\(X\(1\)S\(0lr2ook2qm4mymwhysnvdyvn\)\)/Noticia/2875229/os-melhores-destinos-para-ver-a-aurora-boreal](https://www.dgabc.com.br/(X(1)S(0lr2ook2qm4mymwhysnvdyvn))/Noticia/2875229/os-melhores-destinos-para-ver-a-aurora-boreal)>

Grupo 04

¹⁶Disponível em:< <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/a-logistica-reversa-das-lampadas-7219-10-0> >

¹⁷Disponível em:< <https://exame.abril.com.br/economia/geracao-de-energia-eolica-cresce-25-no-brasil-em-2017/> >

¹⁸Disponível em:< <https://regnum.ru/pictures/2425785/1.html>>

¹⁹Disponível em:<<http://www.energia.sp.gov.br/2018/02/liminar-favorece-hidretricas-em-imbroglio-judicial/> >

²⁰Disponível em:< <http://www.atpsolar.com.br/placa-de-energia-solar/> >

Referências citadas no Produto Educacional

- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D. e HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Educational psychology: a cognitive view*. 2. ed. New York: Holt Rinehart and Winston, 1978.
- BARBOSA, J. P. V.; BORGES, A. T. O Entendimento dos estudantes sobre energia no início do ensino médio. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 23, n.2, setembro 2006. p. 182-217.
- 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.
- BRACIANNI, Urian. *Estrutura de Custos para Implementação das Usinas de Geração de Energia Elétrica no Brasil* – Departamento de Ciências Econômicas – UFSC – 2011.
- BRASIL. Parâmetros curriculares para o ensino médio Ciências da Natureza, Ciência & Natureza - *Forças Físicas* - Abril Coleções - Time Life - Abril Coleções Ltda - Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 1999.
- 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.
- BEHERENS, M.A. in *Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica*, editado por J.M. Moran, Papirus, Campinas, 2000.
- MARTINS, Carmen Maria De Caro; FIGUEIREDO E PAULA, at.al. *CBC de Ciências*, SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO DE MINAS GERAIS, Universidade Federal de Minas Gerais - MG, p.63 – 2017
(https://www.ufmg.br/copeve/Arquivos/2017/coltec_programa_ufmg2018.pdf) Acesso em 14/07/2018.
- MOREIRA, M. A. *Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências - A teoria da Aprendizagem Significativa*. Porto Alegre, 2009.
- 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.