



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
FLUMINENSE



Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
Sociedade Brasileira de Física
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense

Leomir Toledo de Barros

**UMA PROPOSTA DIFERENCIADA PARA A APRENDIZAGEM DE
ENERGIA COM ÊNFASE EM JOGOS**

Campos dos Goytacazes/RJ
2019



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
FLUMINENSE



Leomir Toledo de Barros

UMA PROPOSTA DIFERENCIADA PARA A APRENDIZAGEM DE ENERGIA COM ÊNFASE EM JOGOS

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Maria Priscila Pessanha de Castro

FICHA CATALOGRÁFICA

Biblioteca Anton Dakitsch CIP - Catalogação na Publicação

B578p Barros, Leomir Toledo de
 Uma proposta diferenciada para a aprendizagem de energia com
 ênfase em jogos / Leomir Toledo de Barros - 2019.
 192 f.: il. color.

 Orientador: Maria Priscila Pessanha de Castro

 Dissertação (mestrado) -- Instituto Federal de Educação, Ciência e
 Tecnologia Fluminense, Campus Campos Centro, Curso de Mestrado
 Nacional Profissional em Ensino de Física, Campos dos Goytacazes, RJ,
 2019.
 Referências: f. 86 a 89.

 1. Ensino de Física. 2. Jogo de Tabuleiro. 3. Lúdico. 4. Interação. I.
 Priscila Pessanha de Castro, Maria, orient. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da Biblioteca Anton Dakitsch do IFF
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

UMA PROPOSTA DIFERENCIADA PARA A APRENDIZAGEM DE ENERGIA COM
ÊNFASE EM JOGOS

Leomir Toledo de Barros

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 22 de março de 2019.

Dr.^a Maria Priscila Pessanha de Castro
Orientadora e Presidente da Banca Examinadora
Doutora em Ciências Naturais – UNICAMP

Dr.^a Cassiana Barreto Hygino Machado
Doutora em Ciências Naturais – UENF

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – *Campus Campos - Centro*

Dr. Pierre Schwartz Augé
Doutora em Educação – UFF

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – *Campus Campos - Centro*

Dr. Rosana Bulos Santiago
Doutor em Física – CBPF
Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade de fazer o mestrado em ensino de Física. No princípio nem era um objetivo meu, mas com o tempo tornou-se uma necessidade e aproveitei o momento. Foi bem complicado conciliar trabalho e estudos, mas graças a Deus foi possível chegar até o final.

Sou grato à minha orientadora Priscila, por acreditar em mim e me apoiar na elaboração desta. Apesar das dificuldades por não estarmos na mesma instituição, sempre estava disposta a me ajudar.

Sou grato também aos professores do IFF *Campus* Campos – Centro, que participaram ativamente desta etapa da minha vida acadêmica: Renata, Wander, Pierre, Cristine, Marília e Cassiana. Foram muito mais que apenas professores e se tornaram grandes amigos.

Agradeço ainda aos amigos que fiz durante este tempo e que guardarei para toda a vida: Adriana, Elisa, Janaína, Priscila, Rafaella, Davson, Gedmar, Jackson e Thiago. Com certeza a união da turma 2017.1 foi fundamental para que eu chegasse até aqui e não desistisse em nenhum momento.

Agradeço também à minha família, em especial à Stéfanny, pela paciência e compreensão da importância que o mestrado tem em minha vida profissional e por todo o apoio e incentivo recebido.

E por último, agradeço aos alunos das turmas 1001CN e 1002CN, do ano de 2018, do Instituto de Educação Éber Teixeira de Figueiredo, em Bom Jesus do Itabapoana – RJ, que foram fundamentais para esta pesquisa, participando com seriedade em todos os momentos da sequência didática aplicada.

RESUMO

UMA PROPOSTA DIFERENCIADA PARA A APRENDIZAGEM DE ENERGIA COM ÊNFASE EM JOGOS

Leomir Toledo de Barros

Orientadora: Maria Priscila Pessanha de Castro

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

O presente trabalho baseia-se nos referenciais teóricos da linha construtivista, apoiando-se especialmente na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e na Interação Social, segundo Vygotsky. Desta forma pretende-se discutir e apresentar em que medida uma intervenção didática com ênfase em jogos é relevante para aprendizagem de Física. Diante disso foi realizada uma pesquisa qualitativa, abrangendo questionários e técnicas que se aproximam da observação participante, com o intuito de verificar indícios de aprendizagem. Como produto da pesquisa foi desenvolvida uma sequência didática que envolveu, entre outras atividades, a elaboração e utilização de dois jogos, sendo um jogo de tabuleiro denominado “Monopólio de Energia” e um jogo de perguntas e respostas denominado “Cadeira da Inteligência”, ambos relacionados ao estudo de energia, em nível médio. O material desenvolvido será disponibilizado para que outros professores possam reproduzi-lo e/ou adaptá-lo para utilizar durante suas aulas. A sequência didática desenvolvida foi aplicada em duas turmas de ensino médio, na modalidade curso normal, em uma escola da rede pública. Os resultados da aplicação, que incluem a análise dos questionários e a interação entre os alunos durante os jogos, mostraram que a pesquisa obteve êxito e o produto educacional desenvolvido foi aprovado pelos alunos, que demonstraram grande interesse durante as aulas e alcançaram bons resultados na avaliação da aprendizagem.

Palavras-chave: Ensino de Física, Jogo de Tabuleiro, Lúdico, Interação.

ABSTRACT

A DIFFERENTIAL PROPOSAL FOR ENERGY LEARNING WITH GAME EMPHASIS

Leomir Toledo de Barros

Advisor: Maria Priscila Pessanha de Castro

Master's dissertation presented to the Program of Graduate Studies at the Federal Institute of Education, Science and Technology Fluminense, in the Course of Professional Master of Physical Education (MNPEF) as part of the requirements for obtaining the Master's degree in Physical Education.

The present work is based on the theoretical references of the constructivist line, relying especially on David Ausubel's Theory of Significant Learning and Social Interaction, according to Vygotsky. In this way we intend to discuss and present the extent to which a didactic intervention with an emphasis on games is relevant to learning physics. A qualitative research was carried out, including questionnaires and techniques that approached the participant observation, in order to verify evidence of learning. As a product of the research a didactic sequence was developed that involved, among other activities, the elaboration and use of two games, being a board game called "Monopoly of Energy" and a question and answer game denominated "Chair of the Intelligence", both related to the study of energy, at medium level. The developed material will be made available so that other teachers can reproduce it and / or adapt it to use during their classes. The didactic sequence developed was applied in two high school classes, in the normal course modality, in a public school. The results of the application, including the analysis of the questionnaires and the interaction between the students during the games, showed that the research was successful and the educational product developed was approved by the students, who showed great interest during the classes and reached good results in the evaluation learning.

Keywords: Physics Teaching, Board Game, Playful, Interaction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa Conceitual elaborado pelo próprio autor exemplificando as ideias de Vygotsky (Moreira, 2009, p.22).	16
Figura 2: Formação dos grupos base.....	22
Figura 3: Formação dos grupos especialistas	23
Figura 4: Um corpo que possui energia cinética é capaz de realizar trabalho	25
Figura 5: Um corpo, situado a certa altura, possui energia potencial gravitacional	27
Figura 6: Gráfico da força elástica em relação à deformação	28
Figura 7 - Exemplo de Energia Potencial Elástica.....	28
Figura 8: Fabiana Murer e o salto com vara.....	29
Figura 9: Energia potencial em uma queda de água	31
Figura 10: Caldeira de uma usina termelétrica	31
Figura 11: Parque eólico em Osório-RS	32
Figura 12: Casas com energia solar	33
Figura 13: Reator nuclear de Angra 2	34
Figura 14: Habilidades e Competências previstas para o 4º bimestre do 1ºano do curso normal	35
Figura 15: <i>Printscreen</i> da Tela da Simulação Energia na Pista de Skate	40
Figura 16: Organização da sala para a Cadeira da Inteligência.....	43
Figura 17: Cartões do Jogo Cadeira da Inteligência	43
Figura 18: <i>Printscreen</i> da tela de abertura do aplicativo "Sorteio Rápido"	44
Figura 19: <i>Printscreen</i> de uma tela do aplicativo durante o sorteio	44
Figura 20: Fotos do aplicativo Sorteio Rápido	45
Figura 21: Situação apresentada na questão 21	48
Figura 22: Tabuleiro do jogo Monopólio de Energia	49
Figura 23: Cartas de propriedades contendo os valores de aluguel	50
Figura 24: Cartas de sorte, revés e perguntas	51
Figura 25: Foto da aplicação do jogo “Cadeira da Inteligência”	55
Figura 26: Professor demonstrando a conservação da energia mecânica com o auxílio da simulação virtual.....	56
Figura 27: <i>Printscreen</i> da simulação no modo atrito.....	57
Figura 28: <i>Printscreen</i> da simulação no modo parque.....	57
Figura 29: Alunos jogando o Monopólio de energia	58
Figura 30: Utilizando o aplicativo Plickers	59
Figura 31: Resultado da turma 1001CN na atividade do plickers	79
Figura 32: Resultado da turma 1002CN na atividade do plickers	80
Figura 33: Questão 86 – ENEM 2011.....	98
Figura 34: Formação inicial dos grupos.....	100
Figura 35: Formação dos grupos especialistas	101
Figura 36: Goku	102
Figura 37: Questão 86 - ENEM 2011	103
Figura 38: Link para o download do aplicativo “Plickers”	106
Figura 39: <i>Printscreen</i> da tela de <i>login</i>	106
Figura 40: <i>Printscreen</i> da tela de criação de turmas.....	107
Figura 41: <i>Printscreen</i> da tela de adicionar estudantes.....	107
Figura 42: <i>Printscreen</i> da tela de inclusão dos nomes dos estudantes.....	108
Figura 43: <i>Printscreen</i> da tela de definição dos números associados aos estudantes.....	108
Figura44: <i>Printscreen</i> "Go to Students".....	109
Figura 45: <i>Printscreen</i> contendo os nomes dos alunos e respectivos cartões	109
Figura 46: <i>Printscreen</i> da opção para imprimir os cartões	110

Figura 47: <i>Printscreen</i> das opções de impressão dos cartões.....	110
Figura 48: Tela de inserir questões	111
Figura 49: Exemplo de questão sobre energia cinética	111
Figura 50: Adicionando questões no perfil da turma	112
Figura 51: Capturando as respostas dos alunos	113
Figura 52: Localizando a opção de gerar resultados.....	114
Figura 53: Exibindo os resultados da turma	114
Figura 54: Um corpo que possui energia cinética é capaz de realizar trabalho.....	122
Figura 55: Um corpo, situado a certa altura, possui energia potencial gravitacional	124
Figura 56: Gráfico da força elástica em relação à deformação	125
Figura 57: Exemplo de Energia Potencial Elástica.....	126
Figura 58: Fabiana Murer e o salto com vara	127
Figura 59: Energia potencial em uma queda de água	128
Figura 60: Caldeira de uma usina termelétrica	129
Figura 61: Parque eólico em Osório-RS	130
Figura 62: Casas com energia solar	131
Figura 63: Reator nuclear de Angra 2	132
Figura 64: Questão 86 - ENEM 2011	145
Figura 65: Formação inicial dos grupos.....	147
Figura 66: Formação dos grupos especialistas	148
Figura 67: Organização da sala para a Cadeira da Inteligência.....	149
Figura 68: Cartões do Jogo Cadeira da Inteligência	150
Figura 69: Fotos do aplicativo Sorteio Rápido	151
Figura 70: Exemplo de situação envolvendo Energia potencial gravitacional.....	154
Figura 71: <i>Printscreen</i> da Tela da Simulação: Energia na Pista de Skate	156
Figura 72: Tabuleiro do jogo Monopólio de Energia	157
Figura 73: Link para baixar o arquivo com as cartas do jogo Monopólio de Energia.....	159
Figura 74: Questão 1 da Avaliação Final	166
Figura 75: Questão 2 da Avaliação Final	167
Figura 76: Questão 3 da Avaliação Final	167
Figura 77: Questão 4 da Avaliação Final	168
Figura 78: Questão 5 da Avaliação Final	168
Figura 79: Questão 6 da Avaliação Final	169
Figura 80: Questão 7 da Avaliação Final	169
Figura 81: Questão 8 da Avaliação Final	170
Figura 82: Questão 9 da Avaliação Final	170
Figura 83: Questão 10 da Avaliação Final	171
Figura 84: Página 52 do livro do autor Pietrocola	183
Figura 85: Página 53 do livro do autor Pietrocola	184
Figura 86: Página 54 do livro do autor Pietrocola	185
Figura 87: Página 55 do livro do autor Pietrocola	186
Figura 88: Página 56 do livro do autor Pietrocola	187
Figura 89: Página 57 do livro do autor Pietrocola	188
Figura 90: Página 58 do livro do autor Pietrocola	189
Figura 91: Página 59 do livro do autor Pietrocola	190
Figura 92: Página 60 do livro do autor Pietrocola	191
Figura 93: Página 61 do livro do autor Pietrocola	192

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Cronograma da aplicação.....	52
Quadro 2: Questão 01 no primeiro encontro	61
Quadro 3: Questão 01 no último encontro	62
Quadro 4: Questão 2 no primeiro encontro	62
Quadro 5: Questão 2 no último encontro	63
Quadro 6: Questão 3 no primeiro encontro	64
Quadro 7: Questão 3 no último encontro	65
Quadro 8: Questão 4 no primeiro encontro	66
Quadro 9: Questão 4 no último encontro	66
Quadro 10: Respostas do alunos na Avaliação da Proposta.....	81
Quadro 11: Sugestão para o <i>jigsaw</i>	101
Quadro 12: Divisão da Sequência em Momentos/Encontros	133
Quadro 13: Sugestão para o <i>jigsaw</i>	148
Quadro 14: Cartões Utilizados no Jogo Cadeira da Inteligência	155

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 TEORIAS DE APRENDIZAGEM	14
2.1.1 A Construção do Conhecimento Segundo Vygotsky	14
2.1.2 Aprendizagem Significativa	16
2.2 OS JOGOS E A APRENDIZAGEM DE FÍSICA	18
2.3 APRENDIZAGEM COLABORATIVA E <i>JIGSAW</i>	21
2.4 O ESTUDO DE ENERGIA NO ENSINO MÉDIO.....	23
2.4.1 Trabalho e Energia Cinética	24
2.4.2 Energia Potencial Gravitacional e Elástica.....	26
2.4.3 Conservação e Transformação de energia	29
3 METODOLOGIA	35
3.1 CENÁRIO DA PESQUISA.....	35
3.2 PESQUISA QUALITATIVA	36
4 DESCRIÇÃO DO PRODUTO	37
4.1 ROTEIRO DO PRODUTO	37
4.2 DESCRIÇÃO DA ELABORAÇÃO DO PRODUTO	37
4.3 DESCRIÇÃO DOS JOGOS DIDÁTICOS E SUAS REGRAS	42
4.3.1 O Jogo “Cadeira da Inteligência”	42
4.3.2 O Jogo de tabuleiro “Monopólio de Energia”	48
5 DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO DO PRODUTO	52
6 RESULTADOS	61
6.1 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO INICIAL E COMPARAÇÃO COM O QUESTIONÁRIO FINAL	61
6.2 ANÁLISE DA INTERAÇÃO DURANTE OS JOGOS	67
6.3 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO FINAL UTILIZANDO O APLICATIVO “PLICKERS”.....	78
6.4 ANÁLISE DA PROPOSTA QUESTIONÁRIO EM GRUPO	81
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	84
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86
APÊNDICE A – TEXTO “NAS ÁGUAS DO NIÁGARA” E QUESTIONÁRIO INICIAL	90
APÊNDICE B – SLIDES UTILIZADOS NO SEGUNDO ENCONTRO	91
APÊNDICE C – LISTA DE EXERCÍCIOS	97
APÊNDICE D – QUESTÕES PARA ESTUDO DOS TEXTOS DO LIVRO	99
APÊNDICE E – QUESTÕES DA AVALIAÇÃO FINAL	102
APÊNDICE F – AVALIAÇÃO DA PROPOSTA	105
APÊNDICE G – TUTORIAL PARA UTILIZAÇÃO DO APLICATIVO PLICKERS	106
APÊNDICE H – PRODUTO EDUCACIONAL	115
ANEXO A – PÁGINAS DO LIVRO DIDÁTICO UTILIZADOS NO 3º ENCONTRO	182

1 INTRODUÇÃO

Ensinar Física, em escolas públicas, é uma tarefa difícil, uma vez que a carga horária é reduzida e o conteúdo mínimo exigido no currículo do estado do Rio de Janeiro é amplo. Além destes fatores, vale ressaltar que a carência dos conceitos dos alunos em outras disciplinas como Matemática e Língua Portuguesa, fato este observado em experiências diárias do pesquisador/mestrando, dificulta ainda mais o processo de aprendizagem. Isto porque estes conteúdos são fundamentais para a compreensão dos conceitos da Física, e a deficiência destes torna o aluno desmotivado e sem predisposição para aprender, tornando como dito, ainda mais difícil a assimilação dos conhecimentos necessários. Cabe ainda destacar, dada a experiência do mestrando como educador, e a partir das observações diárias no exercício da sua prática, que as estratégias usadas por parte dos professores do ensino médio se baseiam em aulas expositivas, sem relacionar o conteúdo apresentado a uma contextualização incluindo vivência do cotidiano dos estudantes. Este fato dificulta ainda mais o processo de aprendizagem de Ciências Exatas e da Terra, mesmo para conceitos tão atuais e simples como a transformação e conservação de energia.

Portanto, uma das possibilidades para tentar contornar esta situação é o professor ministrar suas aulas de forma atrativa e buscar recursos que facilitem a aprendizagem e atinjam o maior número possível de alunos.

Dentre os diferentes recursos a serem utilizados aqui se destaca a utilização de jogos em sala de aula com o objetivo de ajudar no processo de produção e assimilação de conhecimento, motivando os estudantes e tornando a educação mais prazerosa (KISHIMOTO, 2001; PEREIRA, 2009).

Segundo Macedo (2005), competição e concorrência sempre estiveram presentes nas relações humanas e, no jogo, estes sentimentos podem contribuir para que os alunos se tornem mais interessados e poderá resultar no aprimoramento do processo de aprendizagem.

Diante destes fatores, apresenta-se a seguinte questão que será o foco de nossa investigação: Em que medida uma intervenção didática, na perspectiva lúdica de jogos, é relevante para a aprendizagem de temas sobre energia, para alunos do ensino médio?

O objetivo geral deste trabalho será mostrar que os jogos didáticos podem ser utilizados como instrumentos didáticos a fim de auxiliar a aprendizagem no ensino médio, dos conteúdos relacionados à conservação e transformação de energia.

Os objetivos específicos incluem a construção de um material que possa ser utilizado por outros profissionais e promover a interação entre os alunos com o intuito de contribuir para a aprendizagem dos conceitos de energia, incluindo a conservação e as transformações.

Para isto foi elaborado um material didático lúdico composto por dois jogos. O primeiro é um jogo de tabuleiro que pode ser utilizado para proporcionar maior interação entre os alunos e com o conteúdo a ser apresentado. E outro jogo intitulado “Cadeira da Inteligência” foi desenvolvido e organizado pelo professor/mestrando, consiste em uma atividade de perguntas e respostas acerca do conteúdo estudado. Vale ressaltar que o segundo pode ser facilmente aplicado em qualquer disciplina, contudo neste trabalho serão abordados os conteúdos relacionados à Energia. Constatou-se à medida do desenvolvimento do trabalho que o objeto de aprendizagem poderá ser utilizado para revisar conteúdos apresentados anteriormente.

O material didático foi disponibilizado, em forma de produto educacional para ser utilizado por qualquer professor que se interessar e será descrito mais detalhadamente ao longo do capítulo 4.

Vale destacar que o escopo teórico adotado está fundamentado nas teorias de Vygotsky e Ausubel. Todo o trabalho tem foco na interação entre os alunos, conceito este considerado fundamental por Vygotsky para a construção do conhecimento (MOREIRA, 2009, p.20). A teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel também foi abordada. Segundo Ausubel um dos fatores mais importantes para que haja aprendizagem significativa é a predisposição para aprender (MOREIRA, 2009, p.31). Desta forma, este trabalho visa fazer com que o aluno se interesse pela busca do conhecimento, esteja disposto a aprender, facilitando assim o processo de aprendizagem. Também neste capítulo foi feita uma breve revisão sobre os jogos e seu uso no processo de aprendizagem de Física. Uma vez que, a utilização de jogos didáticos é um tema que tem sido discutido, e considerado por autores uma ferramenta de interação que promove a aprendizagem (KISHIMOTO, 2003; PEREIRA, 2009).

A presente pesquisa é de natureza qualitativa, e apresenta uma análise sobre a utilização do produto no processo de aprendizagem, e uma discussão fundamentada no referencial teórico ao longo do desenvolvimento do trabalho. Será realizado um estudo de caso em educação, onde usaremos técnicas que se aproximam de uma observação participante, questionários, fotos e transcrição de áudios das aulas com a finalidade de relatar a potencialidade do produto desenvolvido no processo de aprendizagem.

Enfim, esta dissertação está dividida em sete capítulos, sendo o primeiro esta introdução e o segundo o referencial teórico que embasa este trabalho e já fora brevemente descrito.

No terceiro capítulo é apresentada a metodologia da pesquisa, tendo como foco a aprendizagem do aluno. Sendo assim, este trabalho busca estratégias facilitadoras da aprendizagem.

No quarto capítulo é apresentado e descrito o produto educacional a ser desenvolvido. Neste capítulo será explicado passo a passo como ele pode ser elaborado e utilizado.

No quinto capítulo será apresentada uma descrição de como se realizou a aplicação do produto.

No sexto capítulo são feitas as análises e discussões dos resultados, apresentando um diálogo entre os resultados obtidos com o referencial adotado.

Por fim, no sétimo capítulo, são feitas as considerações finais, e espera-se, com a utilização deste produto educacional, que haja maior participação e interação entre os alunos e maior interesse em aprender.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Apresentam-se neste capítulo os referenciais teóricos que embasaram este trabalho. Inicia-se com as teorias relacionadas à aprendizagem, destacando a construção do conhecimento segundo Vygotsky e a predisposição em aprender, requisito fundamental para a Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Em seguida será mostrado como os jogos podem contribuir como estratégia facilitadora da aprendizagem e por último como são introduzidos os conceitos relacionados à energia no Ensino Médio.

2.1 TEORIAS DE APRENDIZAGEM

Nessa seção serão feitas explanações sobre as teorias de Vygotsky e de David Ausubel.

2.1.1 A Construção do Conhecimento Segundo Vygotsky

Este trabalho se embasará em uma abordagem construtivista onde o conhecimento parte de experiências anteriores e o aluno não é apenas um receptor, a aprendizagem acontece a partir das interações. Sendo assim, a interação entre os alunos é vista como uma forma eficaz para a construção do conhecimento. “Vygotsky considera esta interação fundamental para o desenvolvimento cognitivo e linguístico de qualquer indivíduo” (MOREIRA, 2009, p.20).

Moreira ainda afirma:

Para Lev Vygotsky (1896-1934), o desenvolvimento cognitivo não pode ser entendido sem referência ao contexto social, histórico e cultural no qual ocorre. Os processos mentais superiores (pensamento, linguagem, comportamento volitivo) do indivíduo têm origem em processos sociais. O desenvolvimento desses processos no ser humano é *mediado* por instrumentos e signos construídos social, histórica e culturalmente no meio social em que ele está situado (MOREIRA, 2009, p.19).

Desta forma, observa-se a importância do meio social em que o aluno está inserido e a importância da atuação do professor como mediador deste processo.

“Na perspectiva de Vygotsky, construir conhecimentos implica numa ação partilhada, já que é através dos outros que as relações entre sujeito e objeto de conhecimento são estabelecidas” (REGO, 2014, p. 110), isto é, a construção do conhecimento por parte dos alunos está ligada as interações entre eles e o professor ou entre eles próprios.

Ainda segundo Rego (2014) quanto mais heterogênea for a classe, mais interessante será a troca de experiências tornando o processo de construção do conhecimento através das interações mais eficaz. As diferenças são fundamentais neste ponto de vista e irão contribuir para a ampliação das capacidades individuais.

O papel do professor, nesta perspectiva, é um papel de mediador das interações e também interage com suas experiências que contribuirão para o desenvolvimento do aluno. É um papel muito importante, mas não é o detentor do conhecimento, conforme observa Rego (2014):

Podemos dizer que nessa abordagem o professor deixa de ser visto como agente exclusivo de informação e formação dos alunos, uma vez que as interações estabelecidas entre as crianças também têm um papel fundamental na promoção de avanços no desenvolvimento individual. (REGO, 2014, p. 115)

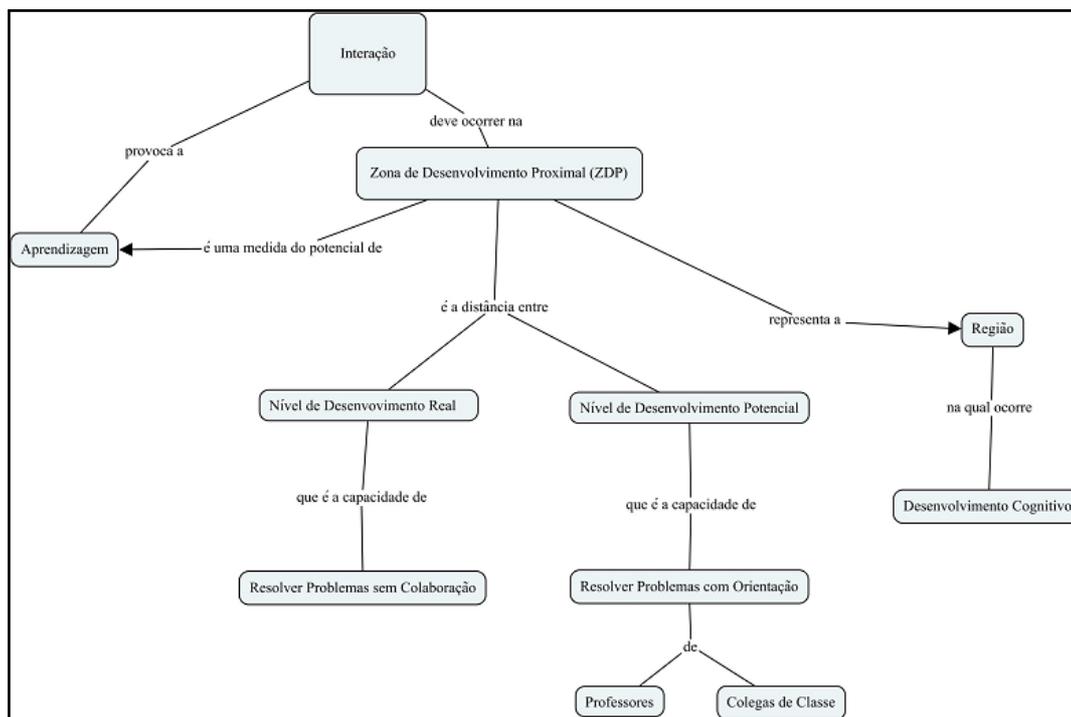
Em síntese, a interação é o fator fundamental para a construção do conhecimento.

Além da interação Vygotsky (1991) considera importantes as informações preexistentes, ou seja, aquilo que a criança já sabe. Ele define estas informações como nível de desenvolvimento real, isto é, aquilo que a criança consegue fazer sozinha. E a partir destas informações Vygotsky define a zona de desenvolvimento proximal. Esta pode ser explicada como a distância entre aquilo que o indivíduo consegue fazer sozinho e aquilo que ele consegue fazer com a orientação de alguém, que pode ser com a colaboração de companheiros mais capazes (Vygotsky, 1988, p. 97 *apud* Moreira, 2009, p. 21). Novamente surge a ideia de interação na construção do conhecimento.

Vale destacar que “a interação social que provoca a aprendizagem deve ocorrer dentro da zona de desenvolvimento proximal...” (Moreira, 2009, p. 22), ou seja, tem que haver um desenvolvimento, compreender algo novo, avançar. Vygotsky chamou este avanço de “bom aprendizado” (Vygotsky, 1991, p. 60).

A seguir é apresentado um mapa conceitual com o objetivo de destacar as principais ideias desta Teoria na visão de Moreira (2009, p.22).

Figura 1 - Mapa Conceitual elaborado pelo próprio autor exemplificando as ideias de Vygotsky (Moreira, 2009, p.22).



Fonte: Elaborado pelo autor

Assim, há desenvolvimento quando a interação é capaz de usar como base o domínio inicial do indivíduo e fazer com que este evolua.

2.1.2 Aprendizagem Significativa

Outra teoria construtivista que servirá de base para este trabalho é a Teoria da Aprendizagem Significativa, elaborada por David Ausubel¹. Esta teoria baseia-se na interação entre os conhecimentos prévios do aluno e os novos conhecimentos (MOREIRA, 2009).

Segundo Moreira: “Na interação que caracteriza a aprendizagem significativa, o novo conhecimento deve relacionar-se de maneira *não arbitrária e substantiva* (não ao pé da letra) com aquilo que o aprendiz já sabe” (Moreira, 2009, p. 31), ou seja, deve-se ligar com algum conhecimento que o indivíduo tenha e que considere significativo.

Assim, o conhecimento novo irá se ancorar no *subsunçor*², que é o conhecimento prévio que o aluno já possui e que possui alguma relação com o que está tentando aprender, isto é, a nova informação, de alguma forma deve estar ligada com alguma outra informação que o aluno já captou (MOREIRA, 1999).

¹ David Ausubel (1918-2008) graduou-se em Psicologia e Medicina, doutorou-se em Psicologia do Desenvolvimento na Universidade de Columbia, onde foi professor no Teacher’s College por muitos anos (Moreira, 2012, p. 2).

² “A palavra *subsunçor* não existe em português; trata-se de uma tentativa de aportuguesar a palavra inglesa *subsumer*. Seria mais ou menos equivalente a inseridor, facilitador ou subordinador” (Moreira, 1999, p. 153).

Ausubel; Novak; Hanesian (1980) sugerem que para haver uma aprendizagem significativa, existem duas condições a serem satisfeitas: a primeira delas é a estrutura cognitiva de um conhecimento prévio relevante e relacionado ao novo conhecimento, ou seja, devem existir relações entre o conhecimento que o aluno já tem e o novo conhecimento, sendo que este deve ser considerado relevante pelo aluno. A segunda condição é que o aluno deve ter interesse em aprender de modo significativo, ou seja, deve querer aprender realmente o significado dos conceitos, sem memorização.

Moreira (2009) também afirma que um dos aspectos relevantes desta teoria é o fato de afirmar que para que ocorra uma aprendizagem significativa, o aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender.

Isto significa que as novas informações devem interagir de alguma forma com as informações que o aluno já possui.

Desta forma, pretende-se com o desenvolvimento e aplicação deste produto, que o aluno tenha interesse em aprender e que o conteúdo seja visto pelo aluno como algo mais próximo da sua realidade e, portanto, mais significativo.

Ausubel destacou que, no ato de ensinar, o foco é o aluno e, portanto, é necessário conhecer suas concepções iniciais e ensinar a partir dessas, sintetizando em um parágrafo as principais ideias de sua teoria – “Se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, diria o seguinte: o fator isolado, mais importante influenciando a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Descubra isso e ensine-o de acordo” (AUSUBEL *et al*, 1978 – prefácio).

Nesta síntese ficam definidas as duas condições necessárias para a ocorrência de uma aprendizagem significativa. A primeira delas é o objetivo principal desta pesquisa: a organização de um material de ensino potencialmente significativo. E a segunda condição é a intenção do aluno em aprender de maneira significativa (LEMOS, 2006, p.59-60).

A postura do professor também é fundamental neste processo. O aluno não terá interesse em aprender significativamente se o professor exigir que as respostas dos alunos sejam literalmente como foi ensinado. O professor deve permitir flexibilidade nas respostas, isto é, que respostas próximas ou que utilizem uma linguagem mais acessível ao aluno devem ser consideradas (BRAATHEN, 2012).

Esta flexibilidade está relacionada com a substantividade, característica básica para a aprendizagem significativa, isto é, as ideias é que devem ser incorporadas na estrutura cognitiva, não as palavras precisas. A aprendizagem não está condicionada à memorização de um conceito, de forma literal. É possível que o aluno tenha entendido a ideia central, mas não consiga expressar com as mesmas palavras utilizadas pelo professor. Moreira (2011, p. 26) afirma que:

“uma aprendizagem significativa não pode depender do uso exclusivo de determinados signos em particular”.

Esse é o papel do professor. Como afirma Moreira (1999), para facilitar a aprendizagem significativa o professor deve:

Ensinar utilizando recursos e princípios que facilitem a aquisição da estrutura conceitual da matéria de ensino de uma maneira significativa. A tarefa do professor aqui é a de auxiliar o aluno a assimilar a estrutura da matéria de ensino (MOREIRA, 1999, p. 162).

Esta pesquisa fundamenta-se nesta concepção e por isso propõe estratégias que busquem motivar o aluno, fazendo com que ele tenha predisposição para aprender e com isso seja um facilitador da aprendizagem significativa.

2.2 OS JOGOS E A APRENDIZAGEM DE FÍSICA

A palavra “jogo” tem sua origem na língua latina, do vocábulo *ludus*. O significado dela é diversão ou brincadeira, e está presente na sociedade desde a antiguidade até os dias de hoje (Dartner apud Locatelli; 2009, p. 13).

O jogo é elemento de suma importância no desenvolvimento do indivíduo. Vale lembrar ainda que brincar não é uma atividade exclusiva da raça humana, os animais também brincam. Huizinga (2005) destacou isso afirmando que o jogo faz parte da cultura, sendo um elemento básico e essencial que surgiu antes da civilização humana.

Friederich Froebel (2001) afirmava que as crianças precisavam ser deixadas livres para brincar e expressar sua interioridade. O desenvolvimento da criança se dá através das brincadeiras e que estas permitem que a criança se conheça melhor e assim ocorre o seu crescimento.

O jogo é uma atividade que não é exclusividade de um só povo, ele esteve presente em diversas culturas e sociedades, contribuindo muito para o desenvolvimento delas. Nas sociedades mais primitivas eles eram usados para avaliar habilidades adquiridas e delimitar qual era o grau de desenvolvimento de determinada pessoa dentro daquela sociedade, usado, por exemplo, para definir quem era criança ou que era adulto. (KISHIMOTO, 2001)

Com tudo isso se percebe que o jogo sempre esteve presente nas sociedades, contribuindo para o avanço delas e, portanto, tem um grande potencial para se tornar estratégia para a aprendizagem.

Neste trabalho vamos destacar a importância da ludicidade, para a aprendizagem de conceitos estudados em Física no Ensino Médio, em especial os conteúdos relacionados à conservação e transformação de energia.

Para que o aluno participe de uma atividade e haja aprendizagem é necessária motivação e que o interesse por ela seja maior que qualquer outra coisa que o rodeia. Também é notável que a necessidade humana de apresentar suas ideias e convicções faz com que o aluno tenha grande interesse nos jogos, onde ele é um sujeito ativo, ou seja, o jogo poderá despertar o interesse do aluno e aumentar as chances de se obter uma aprendizagem (FRIEDMAN, 1996).

Na verdade, os jogos estão previstos no Estatuto da Criança e do Adolescente, Lei Federal 8069/90, em seu capítulo II, artigo 16, que diz que é direito da Criança e do adolescente brincar, praticar esportes e divertir-se (BRASIL, 1990).

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação, 9394/96, em seu artigo 22º diz que a educação básica, que compreende o ensino Fundamental e Médio, deve assegurar ao aluno a formação para o exercício da cidadania e fornecer meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores (BRASIL, 1996). Isto significa que muito além dos conteúdos específicos de cada disciplina deve haver uma formação continuada do indivíduo como cidadão, que compreende a sua personalidade, capacidade de resolver problemas e tomar decisões. E como isto pode se tornar possível?

Isto pode ser alcançado através da utilização de um jogo didático, pois desafia o raciocínio do aluno. É o que afirma Pereira: “Isto supõe que o aluno, concebido como um sujeito ativo e participativo, precisa, a cada momento, escolher estratégias, raciocínios, reconhecer erros para que possa construir novas estratégias até alcançar as metas e objetivos propostos com o jogo” (PEREIRA, 2009. p.14).

Outro aspecto relevante é a aceitação de regras. Nesta fase de adolescência os alunos tendem a ter dificuldade em aceitar limites e o jogo pode ajudar muito no desenvolvimento dessa capacidade. Isto porque toda vez que se propõe a fazer um jogo o estudante já tem em mente que o mesmo tem regras, e logo se dispõe a compreendê-la e aceitá-la. “Sem regra não há trabalho e sem trabalho não há regra” (MACEDO, 1998).

A educação com o objetivo de preparar para a cidadania, ou seja, a formação do aluno como cidadão, envolve respeito e aceitação de regras. A utilização desta estratégia visa ir além dos conteúdos da Física e ser uma ferramenta importante para a formação cidadã do indivíduo (BRASIL, 1996).

Santana (2008) afirma que o jogo promove o desenvolvimento de competências e habilidades e aumenta a motivação dos alunos, destacando ainda sua capacidade para a melhoria das relações com as regras e trabalho em grupo.

Os jogos permitem o estímulo da inteligência, libertam no aluno a participação ativa, crítica e criativa, qualidades fundamentais para a formação cidadã (ALMEIDA, 2003).

Studart também ressalta a importância dos jogos e enfatiza que eles são “mais atraentes, motivadores, desafiadores e engajadores do que a maioria das coisas que as escolas promovem” (STUDART, 2015, p.9), sendo assim uma estratégia com grande potencial.

Cabe salientar que o jogo não é para distrair os alunos, mas para estimular a iniciativa, favorecer a observação das pessoas e do ambiente para tomada de decisões, enfim ajudar no desenvolvimento do aluno. Através do jogo o estudante aprende a testar hipóteses e ser criativo, qualidades indispensáveis para a sua formação (TEZANI, 2004).

Muitos professores encaram os jogos em sala de aula como um passatempo sem nenhuma finalidade educativa. Embora existam docentes com essa ideia, já foi observado que os alunos demonstram seriedade na execução de jogos, além de concentração. E mesmo levados a sério, os jogos apresentam momentos de descontração, o que é muito importante para o desenvolvimento do aluno (KISHIMOTO, 2003).

Huizinga (2004, p.21) também afirma: “o adolescente joga e brinca dentro da mais perfeita seriedade”, mostrando que essa estratégia é levada a sério pelos estudantes.

Outro aspecto a ser levado em consideração é que a utilização de jogos no ensino médio desenvolve, dentre outras habilidades, a capacidade de solução de problemas. Nesta estratégia o aluno é um sujeito ativo e participativo, que ao buscar um objetivo deve escolher e testar estratégias para alcançá-lo (PEREIRA, 2009, p.14).

Além disso, é possível que o aluno aprenda conceitos físicos na prática sem que tenha o conhecimento científico envolvido, como afirmam Ramos e Ferreira:

[...] quando se aprende a andar de bicicleta estão em “jogo” habilidades físicas (equilíbrio, coordenação motora...) e intelectuais (controle de força, controle do freio, controle da direção...). Aprende-se na prática a conviver com o momento angular das rodas e o torque para realizar curvas, sem que nenhum desses nomes apareça (Ramos e Ferreira, 2004, p.120).

De forma parecida com a situação acima, na utilização de jogos didáticos os alunos aprender enquanto se divertem, muitas vezes sem perceber que estão construindo conhecimento.

A sua utilização pode melhorar o desempenho dos alunos em alguns conteúdos de difícil aprendizagem. O aspecto lúdico, que o diferencia de outras estratégias tradicionais, pode ser utilizado para alcançar determinados objetivos pedagógicos (CUNHA, 1998; GOMES E FRIEDRICH, 2001; KISHIMOTO, 2001).

Porém, faz-se necessário esclarecer que os jogos não são substitutos de outros métodos de ensino (ZANON; GUERREIRO; OLIVEIRA, 2008), são suportes para o professor, contribuindo, em especial, com a motivação dos alunos, sendo assim uma ferramenta eficiente

para aumentar o interesse do aluno em aprender e torná-lo um sujeito ativo à medida que se envolve com o jogo (LOPES, 2001).

Levando em consideração todos estes aportes teóricos é possível construir um jogo com grande potencial educativo. Para isto deve-se levar em conta que um bom jogo deve manter um equilíbrio entre duas funções: a lúdica e a educativa. Quer dizer que um jogo deve proporcionar prazer e diversão para o aluno, mas sem deixar perder a bagagem do saber (COLAGRANDE, 2008).

Pereira (2009) afirma que: “Um bom jogo educativo terá o seu sucesso tanto quanto ele conseguir equilibrar a questão pedagógica com o estímulo e o desafio aos jogadores”. Ou seja, é fundamental haver uma harmonia entre o lúdico e o educativo, entre o estímulo e o pedagógico.

Portanto, observa-se que os jogos são estratégias com grande potencial para propiciar ao aluno um ambiente de aprendizagem.

2.3 APRENDIZAGEM COLABORATIVA E *JIGSAW*

A aprendizagem colaborativa envolve um grande número de estratégias que envolvem a utilização de trabalhos em grupos, que podem ser utilizadas pelo professor em sala de aula, e permitem que os alunos sejam responsáveis pela sua aprendizagem e também pela dos colegas de classe (VIEIRA, 2000).

Existem vários modelos de aprendizagem cooperativa, mas segundo Johnson e Johnson (1999) existem cinco componentes que precisam estar presentes quando se objetiva implantar uma aprendizagem colaborativa. São eles:

Interdependência positiva – percepção que só será possível atingir o objetivo final de uma tarefa se o trabalho for realizado em conjunto.

Responsabilidade individual – promover responsabilidade do estudante pela própria aprendizagem, fazendo com que cada componente do grupo fique mais forte.

Interação face a face – promover a colaboração mútua entre os alunos dos grupos.

Habilidades interpessoais – ao reunir os alunos em grupos e pedir para cooperarem, não necessariamente se terá êxito. Alguns aspectos devem ser ensinados como a liderança, tomada de decisão, aquisição de confiança, comunicação e resolução de conflitos.

Processamento grupal – a participação de cada componente deve ser garantida e dificuldades de relacionamento entre os integrantes devem ser superadas (JOHNSON e JOHNSON, 1999, p.70-71).

Esta pesquisa fundamenta-se em referenciais teóricos que ressaltam a importância da interação entre os discentes, colaborando assim com a aprendizagem dos mesmos.

Desta forma, a aprendizagem colaborativa também será utilizada em um dos momentos da sequência didática desenvolvida, em especial com a utilização do método conhecido como *jigsaw*, que está relacionado com os cinco componentes descritos por Johnson e Johnson (1999), principalmente no que diz respeito à interação entre os alunos em uma ação partilhada que busca a construção do conhecimento (REGO, 2014).

A técnica se chama *jigsaw* e não, não envolve o personagem dos filmes de terror “Jogos Mortais”. Na verdade, tanto a técnica, quanto o personagem do filme tem o nome porque esse é o nome dado àqueles quebra-cabeças tradicionais.

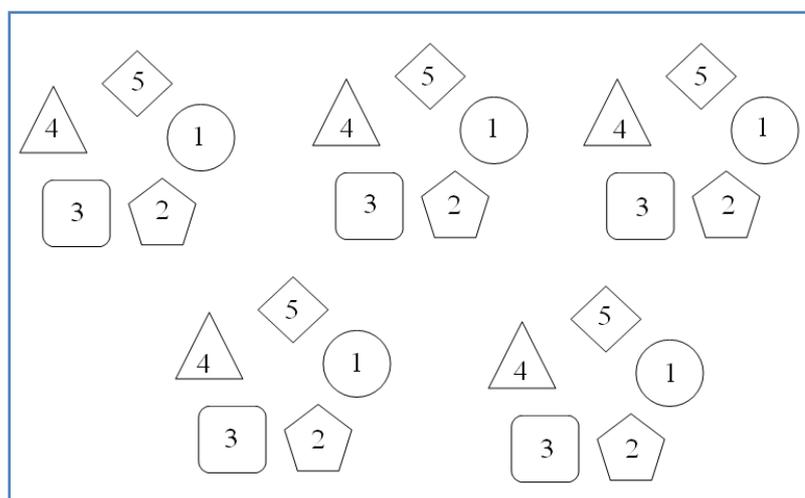
Esta estratégia foi utilizada pela primeira vez, por Aaronson, em 1971, nos Estados Unidos, com o objetivo de resolver um problema verificado em sua classe: a heterogeneidade da mesma e a constante competição pelas melhores notas. Para dirimir este problema, o professor observou que a disposição dos alunos na sala de aula permitia esta situação e implantou uma atividade cooperativa, em grupo, que ficou conhecida como *jigsaw* (COCHITO, 2004).

O método consiste em uma atividade grupal, sendo que existem duas formações para os grupos: grupo base e grupo especialista (FATARELI, 2010).

O professor deve dividir a turma em grupos de 4 a 6 alunos e dividir o conteúdo a ser estudado em um número de temas igual ao número de alunos de cada equipe. Cada integrante do grupo é responsável por uma parte ou questão, ou seja, esta primeira etapa é individual (VIEIRA, 2000).

A figura a seguir mostra um exemplo considerando uma sala de 25 alunos, divididos em cinco grupos de cinco integrantes. Neste caso o professor precisa dividir o tema em cinco partes ou elaborar cinco questões para estudo do mesmo:

Figura 2: Formação dos grupos base

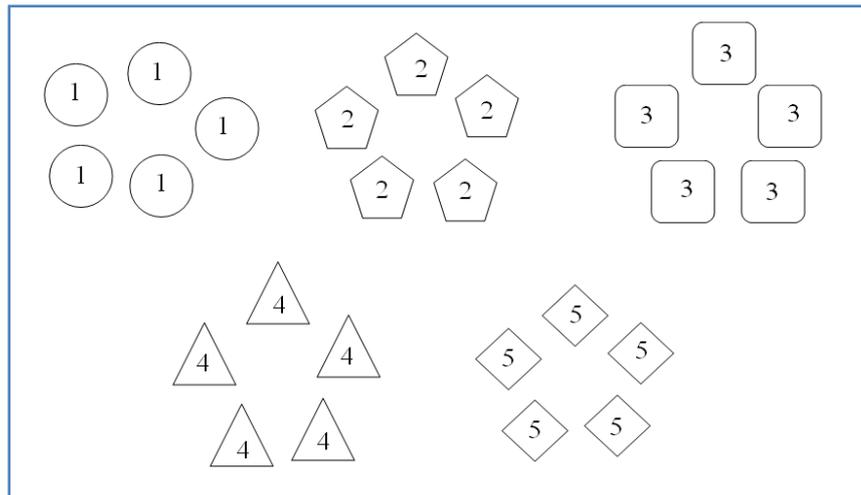


Fonte: Elaborado pelo autor

Desta forma, os alunos representados pelo círculo com número 1, são responsáveis pela questão número, da mesma forma que os demais grupos e suas respectivas questões.

Na etapa seguinte são formados os grupos especialistas. Estes grupos são formados de acordo com a questão definida na primeira etapa, ou seja, será formado um grupo de alunos responsáveis pela primeira questão, outro grupo de alunos responsáveis pela segunda questão, e assim sucessivamente. A figura a seguir mostra a disposição dos grupos especialistas:

Figura 3: Formação dos grupos especialistas



Fonte: Elaborado pelo autor

No final desta etapa, todos os alunos voltam para o grupo base e elaboram a resposta final para ser entregue ao professor. Neste momento cada aluno apresenta o que discutiu e aprendeu nos grupos especialistas para os demais, reunindo assim todas as informações necessárias sobre o tema que foi estudado (FATARELI, 2010).

Esta estratégia pode ser muito útil para aumentar a interação entre os alunos e auxiliá-los no aperfeiçoamento de competências importantes para o seu desenvolvimento, uma vez que a interação é fundamental para o desenvolvimento cognitivo do indivíduo (VYGOTSKY apud MOREIRA, 2009, p.20).

2.4 O ESTUDO DE ENERGIA NO ENSINO MÉDIO

O conteúdo da Física que estará presente neste trabalho é a Energia. Este tema é estudado no quarto bimestre no primeiro ano do ensino médio, na modalidade curso normal, nas escolas públicas estaduais do Rio de Janeiro, como prevê o currículo mínimo (RIO DE JANEIRO, 2012).

O currículo mínimo coloca como habilidades a serem desenvolvidas pelos alunos: compreender as diferentes manifestações da energia na natureza, identificar etapas em processos de obtenção, transformação, utilização ou reciclagem de recursos naturais energéticos e

compreender o funcionamento de usinas termelétricas, hidrelétricas e nucleares, avaliando vantagens e desvantagens da construção e do funcionamento destas, em termos ambientais e sociais (RIO DE JANEIRO, 2012).

A princípio busca-se definir a palavra Energia. Nos livros de Física, Ramalho descreve a energia como “um conceito difícil de ser definido” (RAMALHO *et al.*, 2007, p. 282), mas que por já estar arraigada no nosso pensamento, praticamente a aceitamos sem definição.

Sendo assim, é mais fácil relacioná-la com outros conceitos físicos já estudados do que defini-la, como por exemplo, quando associamos a energia cinética ao movimento ou a energia potencial em função da posição que ocupa (RAMALHO *et al.*, 2007).

Halliday (2009) também considera o termo Energia difícil de definir por ser muito amplo, mas dá uma definição um pouco vaga, que já dá uma ideia do conceito: “energia é uma grandeza escalar associada ao estado de um ou mais objetos” ou “um número que associamos a um sistema de um ou mais objetos” (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2009, p. 145).

Apesar de ser difícil de definir, é fácil observar, no dia a dia, suas formas de se apresentar. Neste capítulo serão mostradas algumas formas de energia, a sua conservação e a transformação de um tipo em outro.

Vale destacar também que se torna necessário que o aluno conheça o conceito de energia, porque ela desempenha um papel muito importante no mundo atual, estando diretamente relacionada com o desenvolvimento de um país, pois envolve locomoção de veículos, iluminação, aquecimento, instalação de indústrias, etc. (ALVARENGA E MÁXIMO, 2010).

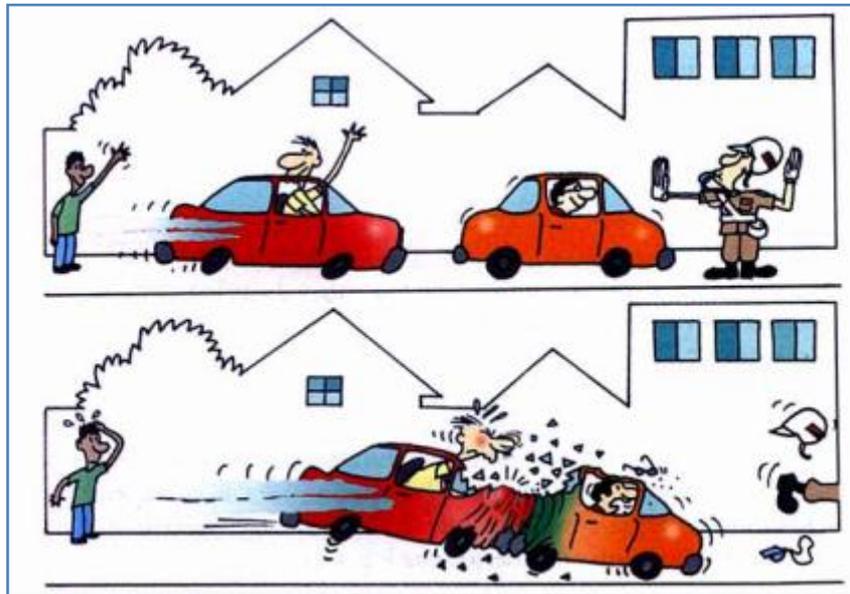
Além disso, é necessário compreender que existem vários tipos de energia e que a quantidade total de energia de um sistema se conserva. Desta forma temos a energia mecânica (que se divide em cinética, potencial gravitacional e potencial elástica), energia térmica (associada à vibração de átomos ou moléculas, ocasionando o aumento de temperatura), energia elétrica (que se relaciona às cargas elétricas), energia química (presentes nos alimentos, nos combustíveis fósseis e nas baterias), energia nuclear (associada à energia de ligação entre partículas constituintes do núcleo atômico) e energia por aniquilação de pares na reação entre matéria e antimatéria (PIETROCOLA *et al.*, 2016).

2.4.1 Trabalho e Energia Cinética

O trabalho é uma grandeza física que pode ser definida como “a energia transferida para um objeto ou de um objeto através de uma força que age sobre o mesmo. Quando a energia é transferida para o objeto, o trabalho é positivo; quando a energia é transferida do objeto, o trabalho é negativo” (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2009, p. 147).

Pode-se observar que essas duas grandezas estão relacionadas, sendo a energia definida como capacidade de realizar trabalho. A figura a seguir mostra a relação entre a energia cinética, associada ao movimento do automóvel e sua capacidade de realizar um trabalho:

Figura 4: Um corpo que possui energia cinética é capaz de realizar trabalho



Fonte: Alvarenga e Máximo (2006, p. 293)

O trabalho de uma força constante é definido como o produto entre o módulo da força, o deslocamento e o cosseno do ângulo entre a força e o deslocamento. Faz-se necessário destacar que a força só realiza trabalho se houver deslocamento e que o trabalho é uma grandeza escalar, apesar de ser obtida pelo produto de duas grandezas vetoriais (ALVARENGA E MÁXIMO, 2010). A equação 1 apresenta esta definição de trabalho:

$$T = F d \cos \theta \quad (1),$$

onde T é o trabalho realizado, F é a força, d é o deslocamento e θ é o ângulo entre a força e o deslocamento.

Cabe ainda salientar que o conceito de trabalho, em física, é diferente do conceito que os alunos têm de trabalho, seguindo os seus conhecimentos cotidianos (GASPAR, 2003, p.106).

O trabalho é considerado positivo quando a força (ou componente da força) está no mesmo sentido do deslocamento, e negativo quando estão em sentidos contrários (ALVARENGA E MÁXIMO, 2010).

O entendimento do conceito de trabalho é importante para compreender o conceito de energia cinética de uma partícula, pois esta é “igual ao trabalho total realizado para acelerá-la a partir do repouso até sua velocidade presente” (YOUNG e FREEDMAN, 2008, p. 190).

Pode-se dizer também que qualquer corpo em movimento tem capacidade de realizar trabalho e, portanto, possui energia cinética (ALVARENGA E MÁXIMO, 2010, p.285).

Desta forma a equação 2, conhecida como teorema da energia cinética, mostra que o trabalho é igual a variação da energia cinética, isto é, a diferença entre a energia cinética final e a energia cinética inicial:

$$T = \Delta E_c \quad (2),$$

onde T é o trabalho realizado e ΔE_c é a variação da energia cinética.

Pode-se também definir a variação da energia cinética como o trabalho realizado sobre uma partícula pela força resultante (Alonso e Finn, 1972).

Para se chegar à fórmula da energia cinética, uma das formas possíveis é considerar uma força resultante constante atuando em um bloco, utilizar a segunda lei de Newton, a equação de Torricelli, e, utilizando a expressão de trabalho que é igual ao produto da força pelo deslocamento, conclui-se que o trabalho é igual à variação da energia cinética (RAMALHO *et al.*, 2007, p. 282). Halliday faz essa demonstração da mesma forma (HALLIDAY *et al.*, 2009, p. 147).

Em outras palavras, a energia cinética de um corpo pode ser obtida pela equação 3:

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 \quad (3),$$

onde E_c é a Energia Cinética, m é a massa e v é a velocidade da partícula.

Existem outras maneiras de se obter a equação para o cálculo da energia cinética, sendo que a descrita anteriormente é uma das mais simples e comum.

2.4.2 Energia Potencial Gravitacional e Elástica

Um dos tipos de energia mecânica é a potencial, sendo que nesta seção destacaremos a gravitacional e a elástica. “Tecnicamente, energia potencial é qualquer energia que pode ser associada à configuração (arranjo) de um sistema de objetos que exercem forças uns sobre os outros” (HALLIDAY, 2009, p. 172).

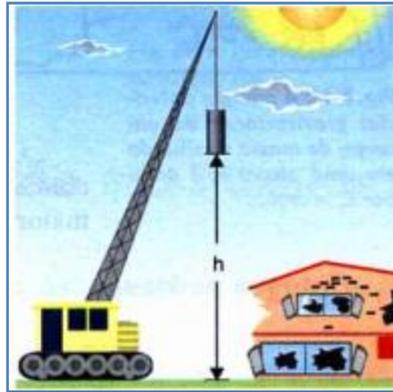
A energia potencial é uma forma de energia latente, ou seja, está sempre prestes a se converter em outro tipo de energia, a cinética. A energia potencial pode ser gravitacional ou elástica (VILLAS BÔAS; DOCA; GUALTER, 2013).

A diferença de energia potencial gravitacional é definida como o trabalho que o peso realiza no deslocamento entre dois pontos. Desta forma pode-se demonstrar, utilizando o trabalho como produto da força pelo deslocamento e substituindo o produto da massa pela gravidade no lugar da força (peso) conclui-se que a energia potencial gravitacional é o produto

entre massa, gravidade e deslocamento (ou altura). Esta demonstração pode ser encontrada no Halliday (2009, p. 151).

A figura a seguir mostra um guindaste erguendo um peso. Este situado a certa altura em relação ao solo é um bom exemplo de situação onde há energia potencial gravitacional envolvida:

Figura 5: Um corpo, situado a certa altura, possui energia potencial gravitacional



Fonte: Alvarenga e Máximo (2006, p. 297)

Diz-se então que se um corpo posicionado a certa altura em relação a um plano horizontal de referência está sujeito à ação da aceleração da gravidade e possui Energia Potencial Gravitacional, que, em situações onde a altura é muito menor que o raio da Terra, pode ser calculada pela equação 4:

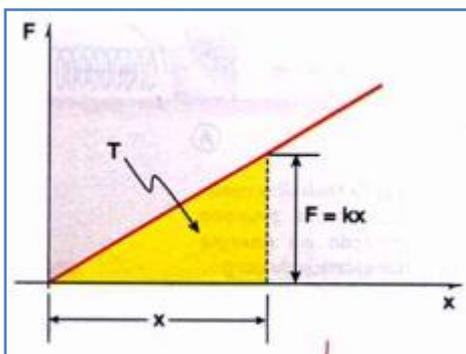
$$E_g = m g h \quad (4),$$

onde E_g é a energia potencial gravitacional, m é a massa; g é a aceleração de gravidade e h é a altura.

Para a energia potencial elástica o processo é um pouco diferente porque a força elástica é uma força variável, não sendo possível aplicar a segunda lei de Newton. Portanto para demonstrar a fórmula da energia potencial elástica recorre-se ao cálculo. Para calcular o trabalho realizado por uma força elástica entre dois pontos A e B, pode-se dividir a distância entre eles em frações muito pequenas, onde em cada uma dessas frações a força é praticamente constante. Sendo assim, o trabalho realizado entre A e B é igual à soma de todos os trabalhos em cada uma destas frações. Desta forma o trabalho realizado é calculado por meio de uma integral, obtendo-se a expressão da energia potencial elástica (HALLIDAY, 2009, p. 155).

Porém existe outra forma mais simples de se obter a equação da energia potencial elástica, considerando que a força é variável. Basta montar um gráfico da força exercida por uma mola em função de sua deformação (ALVARENGA e MÁXIMO, 2006, p. 301) como mostra a figura 6:

Figura 6: Gráfico da força elástica em relação à deformação



Fonte: Alvarenga e Máximo (2006, p. 301)

Assim, a energia potencial elástica pode ser obtida através da área do triângulo formado pelo gráfico que representa o produto entre a força elástica e o deslocamento, dividido por dois.

Logo, a energia potencial elástica E_{elast} depende da constante elástica da mola k e da deformação x sofrida em relação a sua posição inicial (posição em que ela não apresenta deformação) é dada pela equação 5:

$$E_{elast} = \frac{1}{2}kx^2 \quad (5).$$

Esta é a energia que encontramos armazenada em sistemas elásticos deformados, ou seja, quando um corpo está preso a uma mola ou elástico ele possui energia potencial elástica (VILLAS BÔAS; DOCA; GUALTER, 2013).

A figura 7 mostra alguns exemplos de corpos armazenando este tipo de energia:

Figura 7 - Exemplo de Energia Potencial Elástica



Fonte: Gaspar (2013, p. 196).

2.4.3 Conservação e Transformação de energia

O conceito de conservação da energia é um dos mais importantes da física e pode ser enunciado desta forma: “A energia não pode ser criada nem destruída, mas unicamente transformada. O aparecimento de certa forma de energia é sempre acompanhado do desaparecimento de outra forma de energia em igual quantidade” (RAMALHO, 2007, p. 300).

Vale ressaltar que esta afirmação é válida apenas para situações macroscópicas, pois quanticamente é possível criar energia.

A figura 8 mostra um exemplo de transformação de energia em uma situação que acontece em uma modalidade olímpica: o salto com vara:

Figura 8: Fabiana Murer e o salto com vara



Fonte: Gaspar (2013, p. 206).

Esta situação envolve os três tipos de energia vistos até o momento. Gaspar (2013, p. 206) afirma que o salto começa com uma corrida, onde ela armazena energia cinética que irá se transformar em energia potencial elástica no momento em que a vara se curva e, esta ao se alongar, permite que a atleta ganhe certa altura, ou seja, adquire energia potencial gravitacional.

Para entender melhor o conceito de conservação é necessário compreender que existem forças conservativas e forças não conservativas. Uma força é considerada conservativa se pode converter energia cinética em potencial e fazer o processo inverso. Quando somente forças conservativas realizam trabalho a energia mecânica total permanece constante (YOUNG e FREEDMAN, 2008, p. 228).

Mas nem todas as forças são conservativas. O trabalho realizado por uma força não conservativa não pode ser representado por nenhuma função que forneça uma energia potencial (Young e Freedman; 2008), e, portanto, quando em um sistema há forças não conservativas, como força de atrito e força de resistência de um fluido, a energia mecânica não se conserva.

Vale destacar que independente de haver conservação, há transformação de energia, isto é, existem várias formas de energia e um pode se transformar em outra. Ramalho destaca:

“A energia mecânica transforma-se passando de potencial a cinética, ou vice-versa, permanecendo constante nos sistemas conservativos. Se atuarem forças dissipativas, haverá energia dissipada correspondente ao trabalho realizado por essas forças” (RAMALHO, 2007, p. 299).

Quando há atrito, por exemplo, há transformação da energia dissipada (que é transferida às suas moléculas e átomos) causando um aumento de energia cinética. Esta energia cinética interna é chamada energia térmica (RAMALHO; 2007).

Além da energia térmica, existem energia química (armazenada nas substâncias e liberada em reações químicas), energia nuclear (relacionada à disposição das partículas no interior do núcleo atômico) e energia luminosa (que se propaga sob a forma de ondas eletromagnéticas). Estas formas de energia podem ser transformadas em energia elétrica (associada às cargas elétricas) que é tão importante para o ser humano.

Em síntese, o princípio de conservação da energia e a possibilidade de uma forma ser transformada em outra, permite várias formas de se obter energia elétrica.

Nas usinas hidrelétricas, por exemplo, a energia potencial gravitacional da água represada transforma-se em energia cinética na queda, movimento uma turbina acoplada a um gerador. Este faz o processo (usando a indução eletromagnética) de conversão da energia cinética em energia elétrica (RAMALHO; 2007). A figura 9 mostra uma queda de água que pode ser aproveitada em uma usina deste tipo:

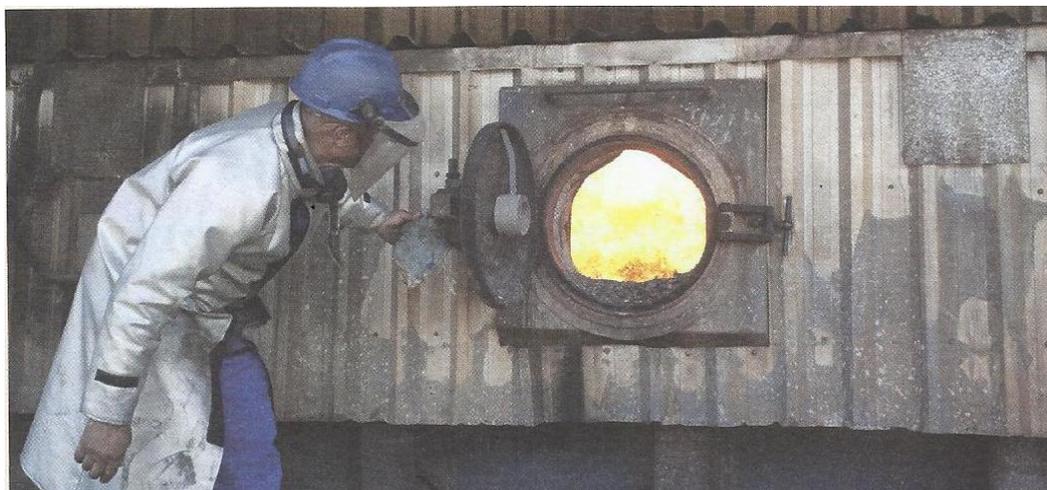
Figura 9: Energia potencial em uma queda de água



Fonte: Alvarenga e Máximo (2006, p. 307)

“Nas usinas termelétricas a rotação das turbinas é feita pelo vapor de água produzido pela queima de um combustível como, por exemplo, o carvão” (RAMALHO, 2007, p. 316). O processo após a movimentação das turbinas é semelhante ao da hidrelétrica, ou seja, com a utilização de um gerador, que utiliza a indução eletromagnética.

Figura 10: Caldeira de uma usina termelétrica



Fonte: (PIETROCOLA *et al*, 2016, p.61).

Existem ainda algumas fontes alternativas para a geração de energia elétrica. Destacam-se a eólica, solar e nuclear, embora ainda existam muitas outras formas.

As usinas eólicas utilizam os ventos, ou seja, as correntes de ar que se formam na atmosfera, incidindo sobre pás, movimentando-as e este movimento aciona um gerador. (RAMALHO; 2007).

A figura a seguir mostra um parque eólico situado no estado do Rio Grande do Sul, na cidade de Osório:

Figura 11: Parque eólico em Osório-RS



Fonte: Disponível em: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/energia-eolica-no-brasil.htm>

Possui grandes vantagens, principalmente em termos ambientais, uma vez que não interfere no efeito estufa e é renovável (PIETROCOLA *et al.*, 2016).

A Energia Solar pode ser de duas formas como explica Ramalho: “pode ser captada pelos coletores solares, utilizados para o aquecimento de água, e pelas células fotovoltaicas, que convertem diretamente energia solar em energia elétrica” (RAMALHO, 2007, p. 317). Nesta última, lâminas recobertas com material semicondutor, como o silício, ficam expostas à luz solar e esta excita os elétrons do silício, formando uma corrente elétrica (PIETROCOLA *et al.*, 2016).

É um tipo de energia que, embora tenha baixa eficiência, não é poluente e não interfere no efeito estufa. É uma alternativa sustentável em termos ambientais e que tem crescido muito nos últimos anos (PIETROCOLA *et al.*, 2016).

A figura a seguir mostra casas com este sistema instalado. Ainda é um investimento custoso, mas que tem retorno a médio e longo prazo:

Figura 12: Casas com energia solar



Fonte: Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/energia-solar-no-brasil.html>

As usinas nucleares funcionam de maneira parecida com as termelétricas de carvão. Um vapor de água aciona a turbina acoplada a um gerador. A diferença é que o vapor é obtido pela queima de combustíveis nas termoelétricas e por processo de fissão de núcleos atômicos pesados na nuclear (RAMALHO; 2007).

Neste trabalho não aprofundaremos nos processos nucleares envolvidos, mas é importante mostrar que é uma forma alternativa de se obter energia elétrica.

No Brasil predominam as hidrelétricas, mas em muitos países há necessidade de se utilizar a energia nuclear. Tem a vantagem de não emitir poluentes que contribuam para o efeito estufa, mas ainda não há tecnologia para tratar o lixo nuclear, o que causa risco de contaminação nuclear (PIETROCOLA *et al.*, 2016).

Nas usinas nucleares temos o seguinte processo de transformação de energia: energia nuclear em térmica, térmica em cinética e por último cinética em elétrica (PIETROCOLA *et al.*, 2016).

A figura a seguir mostra o reator nuclear da usina Angra 2, no município de Angra dos Reis – RJ:

Figura 13: Reator nuclear de Angra 2



Fonte: (PIETROCOLA *et al.*, 2016, p. 61)

Além destas formas de se obter energia elétrica, existem diversas outras que não serão abordadas neste trabalho.

Todos estes temas são sugeridos pelo currículo mínimo do Estado do Rio de Janeiro no estudo de Energia, sugerindo que sejam abordados a partir de uma proposta concreta, aproximando-se da realidade do aluno e tirando proveito disso (RIO DE JANEIRO, 2012).

3 METODOLOGIA

Apresentam-se neste capítulo os aspectos relacionados à metodologia utilizada na pesquisa. Desta forma, é apresentado o cenário onde a mesma foi realizada e os instrumentos utilizados para a coleta e análise dos dados.

3.1 CENÁRIO DA PESQUISA

Esta pesquisa foi realizada em duas turmas de primeira série do ensino médio, modalidade curso normal, no quarto bimestre do ano de 2018, no Instituto de Educação Éber Teixeira de Figueiredo, localizado no município de Bom Jesus do Itabapoana – RJ. A escola funciona nos turnos matutino e vespertino com turmas de 6º ao 9º ano do fundamental, além de Ensino Médio e Curso Normal. Este professor/pesquisador leciona no ensino médio e curso normal. O município conta ainda com mais três escolas estaduais que oferecem a modalidade de ensino médio.

Os alunos das turmas 1001CN e 1002CN, que fazem parte desta pesquisa, residem no município de Bom Jesus do Itabapoana ou são oriundos de cidades vizinhas ou pequenos distritos que não possuem ensino médio. Juntando as duas turmas de primeiro ano citadas acima totalizam cerca de 50 alunos.

Desde o retorno das aulas, em agosto, no ano letivo de 2018, os alunos foram avisados que o professor/pesquisador estava desenvolvendo uma dissertação de mestrado e que desenvolveria ao longo de um bimestre uma sequência didática que incluía a aplicação de um jogo de tabuleiro envolvendo o conteúdo de física. A sequência foi aplicada, em sua maior parte, no quarto bimestre porque o currículo mínimo do estado do Rio de Janeiro prevê o estudo de energia neste bimestre (RIO DE JANEIRO, 2012), mas o primeiro encontro teve que ser adiantado e iniciou-se a sequência ainda no terceiro bimestre.

A figura a seguir mostra o recorte do currículo mínimo do estado do Rio de Janeiro:

Figura 14: Habilidades e Competências previstas para o 4º bimestre do 1º ano do curso normal

4º Bimestre	
Campo	USINAS TERMELÉTRICAS, HIDRELÉTRICAS E NUCLEARES
Habilidades e Competências	<p>Compreender as diferentes manifestações da energia na natureza; Conhecer a matriz energética brasileira; Compreender o funcionamento de usinas termelétricas, hidrelétricas e nucleares, destacando suas capacidades de geração de energia, os processos de produção e seus impactos locais, tanto sociais como ambientais. Avaliar as vantagens e desvantagens na construção e funcionamento dessas usinas; Identificar etapas em processos de obtenção, transformação, utilização ou reciclagem de recursos naturais, energéticos ou matérias-primas, considerando os processos físicos neles envolvidos.</p>

Fonte: Currículo Mínimo do estado (RIO DE JANEIRO, 2012, p.5)

3.2 PESQUISA QUALITATIVA

Este trabalho é uma pesquisa qualitativa em educação, onde o pesquisador/mestrando desenvolveu uma pesquisa baseado em referenciais teóricos, desenvolveu um produto educacional e aplicou nas turmas citadas anteriormente com o objetivo de melhorar a aprendizagem (ANDRÉ, 2013).

A investigação qualitativa é descritiva e, neste tipo de pesquisa, o investigador interessa-se mais pelo processo do que pelos resultados obtidos (BOGDAN E BIKLEN, 1994).

Desta forma, buscou-se descrever detalhadamente todo o produto desenvolvido, bem como a aplicação do mesmo.

Esta pesquisa envolve técnicas que se aproximam da observação participante, uma vez que o professor tenta a todo instante observar e descrever as reações de seus alunos, e também conta com questionários a serem respondidos pelos próprios alunos a fim de identificar conhecimentos prévios e verificar evolução na apreensão dos conceitos relacionados à energia (ANDRÉ, 2013, p.97).

Sendo assim, o professor/pesquisador elaborou questionários que foram utilizados em algumas etapas desta pesquisa com o objetivo de verificar os conhecimentos prévios dos alunos comparando com as respostas obtidas no final da aplicação e também para avaliar a proposta desenvolvida.

Também foram feitas gravações de áudios durante as aulas em que foram aplicados os jogos didáticos. O professor/pesquisador utilizou a transcrição destes para demonstrar as interações verificadas durante as aulas, consideradas por Vygotsky fundamentais para o desenvolvimento cognitivo de qualquer indivíduo (MOREIRA, 2009, p.20).

Estas gravações foram realizadas utilizando-se um smartphone e devido à qualidade das gravações não foi possível utilizar nenhum software para a transcrição, devendo a mesma ser feita pelo professor, manualmente, ouvindo e escrevendo.

No fim desta pesquisa são apresentadas as análises dos resultados considerando o referencial teórico adotado.

Os dados foram organizados pelo pesquisador em categorias e foram transcritos alguns trechos das respostas dos alunos nos questionários respondidos. Foram feitas a pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados, onde buscou-se interpretar as respostas dos alunos e verificar se houveram indícios de aprendizagem significativa com a aplicação do produto desenvolvido (BARDIN, 2011).

4 DESCRIÇÃO DO PRODUTO

4.1 ROTEIRO DO PRODUTO

Como já foi dito anteriormente, esta pesquisa teve como produto final uma sequência didática que incluiu a utilização de jogos didáticos para o ensino de Física, sendo que esta se desenvolveu ao longo de sete (07) encontros com duas aulas cada, totalizando dezesseis (14) aulas. Para melhor entendimento do leitor segue adiante, de forma bem resumida, a estruturação da elaboração e aplicação do produto.

1° Encontro: Apresentação de como será desenvolvida a aplicação do produto ao longo do bimestre, leitura de um texto elaborado pelo professor e aplicação de um questionário inicial, para verificar o conhecimento prévio dos discentes.

2° Encontro: Apresentação dos conteúdos Energia Cinética, Energia Potencial Gravitacional e Elástica, com a utilização de Slides e lista de exercícios.

3° Encontro: *Jigsaw* utilizando textos sobre a energia na vida humana e sobre as energias dependentes e independentes do sol, fonte renováveis e não renováveis, matriz energética, e as diversas formas de gerar energia elétrica (Hidroelétrica, Termoelétrica, Nuclear, Eólica, Solar, Geotérmica, Marés).

4° Encontro: Aplicação do Primeiro Jogo intitulado: “Cadeira da Inteligência”.

5° Encontro: Apresentação dos conteúdos Forças conservativas e dissipativas, e Conservação da Energia Mecânica, com a utilização de uma simulação virtual que envolve a conservação e dissipação de energia.

6° Encontro: Aplicação de um jogo de tabuleiro, elaborado pelo professor/pesquisador, denominado Monopólio de Energia.

7° Encontro: Aplicação de uma atividade avaliativa com o auxílio do aplicativo “*Plickers*” envolvendo todo o conteúdo do bimestre, aplicação do mesmo questionário que foi aplicado no início do bimestre para observar o desenvolvimento e melhoria das respostas ao longo do bimestre e pedir que os alunos avaliem a proposta elaborada pelo professor, dizendo se com a interação houve aprendizagem significativa e/ou maior interesse em aprender a disciplina.

4.2 DESCRIÇÃO DA ELABORAÇÃO DO PRODUTO

Apresenta-se nesta seção a descrição da elaboração do produto e faz-se uma referência às teorias da aprendizagem citadas no capítulo 2 desta dissertação.

O produto desenvolvido neste trabalho foi uma sequência didática dividida em 07 (sete) momentos/encontros que serão detalhadas neste capítulo. Cada encontro compreende duas aulas de 50 minutos.

1º Encontro (Concepções Prévias): A proposta iniciou-se com uma breve apresentação de como seria desenvolvida a aplicação do produto ao longo do bimestre. Logo após a apresentação ocorreu a aplicação de um questionário inicial para verificar o conhecimento prévio (Subsunçores) dos alunos sobre os conceitos relacionados à energia. De acordo com a Teoria da aprendizagem significativa de Ausubel é necessário conhecer aquilo que o aluno já sabe (MOREIRA, 2009).

O professor/pesquisador elaborou um texto pra contextualizar o conteúdo e introduzir a aplicação do questionário inicial. Ambos estão no apêndice “A” desta dissertação, e o questionário envolve questões que buscam respostas do aluno sobre a ideia que os mesmos têm de alguns conceitos que serão estudados ao longo do bimestre, relacionados ao tema energia e suas formas de apresentação.

2º Encontro (Suporte Teórico I – Energia Cinética e Potencial): No segundo encontro iniciamos com a apresentação dos conteúdos Energia Cinética, Energia Potencial Gravitacional e Elástica. Foram utilizadas apresentações de Slides para introduzir estes conceitos. Os slides contêm textos, imagens e exemplos de exercícios envolvendo os tipos de energia citados.

Após a apresentação dos conteúdos o professor entregou para os alunos uma lista de exercícios que os alunos deveriam fazer em dupla para proporcionar maior interação entre eles. Os slides apresentados nesse encontro estão disponíveis no apêndice “B” desta dissertação e a lista de exercícios no apêndice “C”.

Embora o objetivo desta pesquisa envolva a utilização de jogos didáticos, faz-se necessário a utilização de outras estratégias, uma vez que os jogos são suportes para o professor e não a única ferramenta disponível (ZANON; GUERREIRO; OLIVEIRA, 2008).

3º Encontro (Suporte Teórico II – Transformações de Energia e Geração de Energia Elétrica): Neste momento/encontro o professor trabalhou com os textos disponíveis no capítulo 04 do livro didático adotado na escola (PIETROCOLA *et al*, 2016, p.52-64) que estarão no anexo “A” desta dissertação. Os alunos possuem o livro e, além disso, o professor pode usar a versão digital³ e apresentar em forma de slides. Os textos incluem as transformações de energia ocorridas na Terra, destacando quais têm origem nas radiações solares, a energia em sistemas biológicos enfatizando informações energéticas de alguns nutrientes e demanda energética de algumas atividades cotidianas, matriz energética nacional, fontes renováveis e não renováveis e ainda apresenta as principais formas de produção de energia elétrica. Neste encontro apresentam-

³ Disponível em: <http://www.editoradobrasil.com.br/recursos-pedagogicos/ensinomedio/obra/colecao/fisica>

se conteúdos “mais teóricos” envolvendo as diversas formas de gerar energia elétrica (Hidroelétrica, Termoelétrica, Nuclear, Eólica, Solar, Geotérmica, Marés) abordando alguns processos de conversão.

Faz-se uma revisão de alguns conceitos já aprendidos no bimestre anterior (calor, energia térmica, máquinas térmicas), lembrando que revisar conteúdos também é proposta para obtenção de uma aprendizagem significativa e também serão introduzidos alguns conceitos (energia elétrica, por exemplo) que só serão aprendidos no terceiro ano. Desta forma a iniciação destes conteúdos servirá de subsunçores para quando estes conteúdos forem ensinados no terceiro ano.

Estes conteúdos foram trabalhados com uma estratégia conhecida por *jigsaw*, que foi explicada no capítulo 2 desta dissertação. Os alunos foram divididos em grupos para responder as questões propostas pelo professor para o estudo dos textos, questões estas que se encontram no apêndice “D”. De acordo com a estratégia, após um tempo os alunos foram reagrupados de acordo com a questão que ficaram responsáveis. No final da aula todos voltaram ao grupo inicial para elaborar a resposta final e entregar ao professor.

4° Encontro (Jogo Didático I – Cadeira da Inteligência): No quarto encontro ocorreu a aplicação do primeiro jogo didático intitulado: “Cadeira da Inteligência”. O professor observou a interação entre os alunos durante a aplicação do jogo (Segundo Vygotsky, a interação é fundamental para a construção do conhecimento). A avaliação do jogo acontece com a observação das respostas dos alunos e intervenção quando necessário, isto é, todas as vezes que algum aluno erra a resposta de alguma questão ou não sabe respondê-la o professor explica novamente aquele assunto e responde a questão. Desta forma, o professor utiliza um momento em que os alunos estão mais atentos, devido a tensão provocada pelo jogo e a vontade de vencer dos mesmos, para tirar dúvidas que surgem ou até mesmo explicar novamente o conteúdo que ainda não foi aprendido.

Na seção 4.3.1 são apresentadas as regras desse jogo e como o mesmo pode ser aplicado em sala de aula.

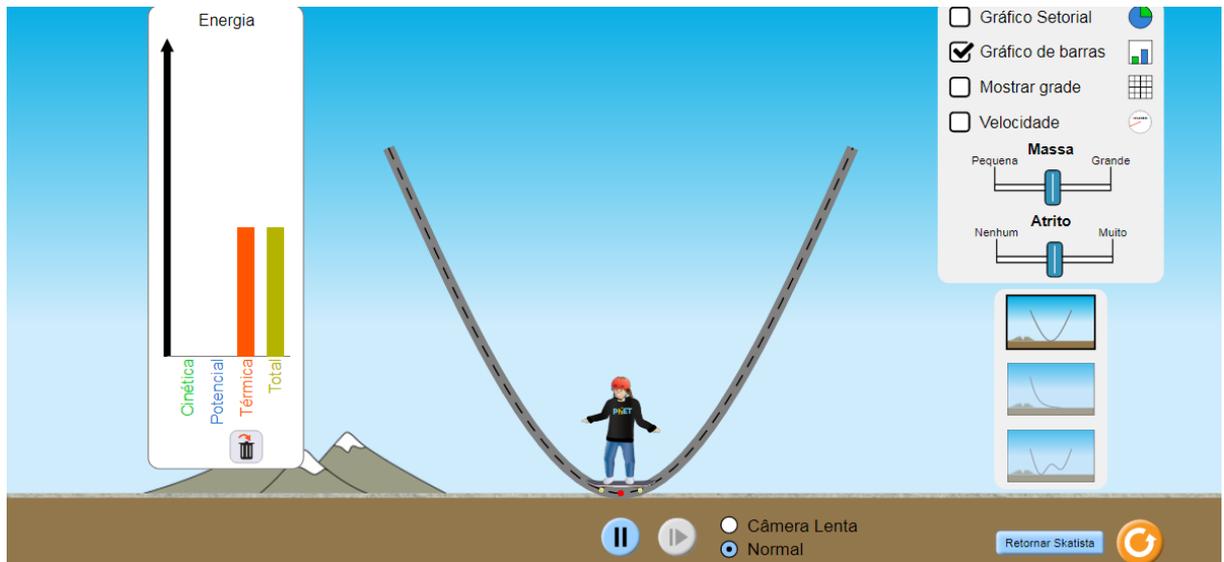
5° Encontro (Suporte Teórico III – Simulações Virtuais e Conservação de Energia): Consiste na apresentação dos conteúdos Forças conservativas e dissipativas, e Conservação da Energia Mecânica, com a utilização de slides e simulações virtuais que envolvem a conservação e dissipação de energia.

Neste encontro foi utilizada a simulação “Energia na Pista de Skate”, disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park-basics/latest/energy-skate-park-basics_pt_BR.html. Esta simulação permite observar a variação da Energia Cinética e da

Energia Potencial Gravitacional enquanto um skatista está na pista. São feitas observações na ausência de atrito e depois com a inclusão desta força dissipativa com o objetivo de mostrar a conservação da energia.

A figura a seguir mostra a tela desta simulação:

Figura 15: *Printscreen* da Tela da Simulação Energia na Pista de Skate



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

O professor deve explorar diversas variáveis existentes nesta simulação como o atrito, a velocidade, a massa e os diversos tipos de energia. É possível demonstrar o aumento das Energias Cinética e Potencial com o aumento da massa, a dissipação da energia em forma de calor e a conservação da energia total dos sistemas.

6º Encontro (Jogo Didático II – Jogo de Tabuleiro/Interação): No sexto encontro ocorre a aplicação de um jogo de tabuleiro, denominado “Monopólio de Energia” desenvolvido pelo professor/pesquisador para proporcionar maior interação (novamente Vygotsky) e enriquecer o aprendizado.

O tabuleiro desenvolvido é baseado em “Monopoly”, um dos jogos de tabuleiro mais populares do mundo.

O objetivo do jogo, no contexto da sala de aula, se distingue do que é proposto como um simples entretenimento. Ao contrário do uso tradicional do jogo, cujo objetivo é falir os adversários, quando é aplicado no ambiente escolar, estimula o estudante a demonstrar os conteúdos de Física que serão os “pontos-chave” para que este prossiga no jogo. Vale mencionar que como o jogo tradicional – Banco Imobiliário, o jogador faz uso do lançamento de dados mas como dito anteriormente, ele deverá ter conhecimento do conteúdo para responder corretamente as perguntas. Além disso, a partir da aplicação do produto são observadas as interações, e desta

forma o professor poderá verificar se houve aprendizagem dos conceitos e intervirá sempre que necessário.

Na seção 4.3.2 serão apresentadas as regras deste jogo, assim como o tabuleiro e as cartas utilizadas no mesmo com maiores detalhes.

7º Encontro (Avaliação da Aprendizagem e da proposta): Neste último encontro realiza-se a avaliação da aprendizagem em duas etapas e também a avaliação da proposta por parte dos alunos.

Para a avaliação da aprendizagem foi utilizado o aplicativo “Plickers” que permite realizar um questionário de forma interativa e divertida. Foram elaboradas 10 questões sobre o conteúdo estudado durante o bimestre e, utilizando-se do aplicativo citado anteriormente, foi feita uma avaliação da aprendizagem dos alunos.

Cada aluno recebe um cartão que contém um código que permite que seja identificado o nome do aluno e este cartão contém quatro opções de respostas (A, B, C ou D). As perguntas elaboradas pelo professor também apresentam quatro alternativas.

As perguntas utilizadas nesta atividade se encontram apêndice “E” desta dissertação. Referem-se ao conteúdo energia.

O professor, utilizando-se de um projetor de slides, apresenta a questão para os alunos e estes devem levantar as plaquinhas indicando a opção que eles consideram corretas. O professor utiliza o celular e o aplicativo Plickers, previamente instalado, para capturar as respostas de cada aluno.

Após essa avaliação o professor pediu para que os alunos respondessem um questionário igual ao apresentado no primeiro encontro, com o objetivo de observar as mudanças dos conceitos ao longo do bimestre.

Por último os alunos responderam a um questionário avaliando a proposta, incluindo a utilização dos jogos didáticos, atividades em grupo e simulação virtual, dizendo se houve maior interação, se houve aprendizagem e/ou maior interesse em aprender a disciplina.

As perguntas que foram feitas nesta etapa se encontram de maneira completa no apêndice “F” desta dissertação e estão resumidas aqui:

- (i) Façam um comentário a Cadeira da Inteligência, dizendo se gostaram da sua utilização e se aprenderam o conteúdo com o jogo.
- (ii) Façam um comentário sobre o jogo de tabuleiro Monopólio de Energia, dizendo se gostaram e se aprenderam o conteúdo durante a aula em que o jogo foi aplicado. Sugerem alguma mudança nas regras?

- (iii) Além dos jogos vocês gostaram das atividades em grupo? E da simulação virtual que demonstra a conservação e a dissipação de energia em uma pista de skate?
- (iv) Agora de uma forma geral, vocês gostaram da utilização dessa sequência que é um pouco diferente das aulas tradicionais ou preferem as aulas tradicionais com explicação do conteúdo pelo professor e resolução de exercícios? Como esta entrevista está sendo realizada em grupo, favor mencionar se houver divergências quanto às respostas.
- (v) Como futuros professores, vocês utilizariam uma sequência didática envolvendo a utilização de jogos em suas aulas?

4.3 DESCRIÇÃO DOS JOGOS DIDÁTICOS E SUAS REGRAS

O produto desenvolvido envolve, além de vários textos, questionários e entrevistas, a utilização de dois jogos didáticos. Desta forma, os jogos são apresentados nesta seção, incluindo as suas regras.

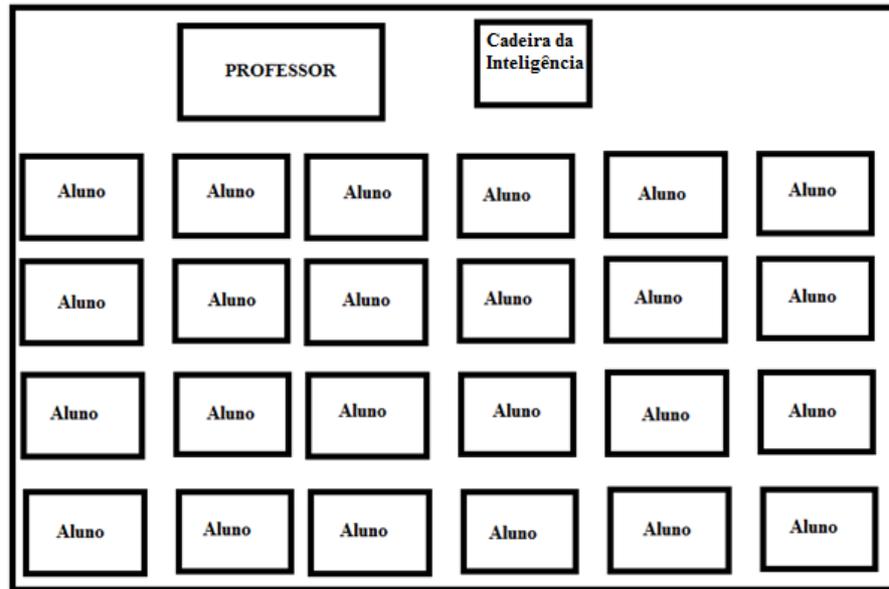
4.3.1 O Jogo “Cadeira da Inteligência”

O primeiro deles é denominado “Cadeira da Inteligência” e suas regras são apresentadas a seguir:

O objetivo deste jogo é revisar os conteúdos estudados até aqui de uma maneira divertida. O professor interage com os alunos e utiliza-se da motivação dos alunos na competição para que os mesmos compreendam os conceitos de forma eficiente e prazerosa.

O jogo é conduzido pelo professor e conta com a participação de todos os alunos da classe. Os alunos ficam dispostos em fileiras como nas aulas tradicionais. O professor coloca uma cadeira na frente de todos, virada para os alunos, e esta é conhecida como a cadeira da inteligência. O aluno que estiver sentado nela no fim da aula ou no fim de um tempo determinado pelo professor, vencerá o jogo. A figura a seguir mostra a organização da sala.

Figura 16: Organização da sala para a Cadeira da Inteligência



Fonte: Elaborado pelo Autor

Cada aluno recebe um cartão numerado pelo professor e não deve mostrá-lo aos demais. É imprescindível que os alunos não saibam qual o número do cartão dos colegas. A figura mostra os cartões do jogo que deverão ser confeccionados pelo professor:

Figura 17: Cartões do Jogo Cadeira da Inteligência

50	50	50	50
30	30	30	30
20	20	20	20
10	10	10	10
30	30	30	30
20	20	20	20
10	10	10	10
50	30	20	Senta da Cadeira (Carta Coringa)

Fonte: Elaborado pelo Autor

Após todos os alunos já estarem com os cartões entregues pelo professor o jogo se iniciará. O professor deve escolher/sortear um aluno para iniciar o jogo sentado na Cadeira da Inteligência. Este aluno sentará na Cadeira e mostrará o seu cartão, pois o valor constante neste é o valor a ser superado pelos outros jogadores.

Na primeira rodada de perguntas, o aluno que está sentado na Cadeira da Inteligência tem o direito de escolher quem responderá as perguntas feitas pelo professor. Este fará duas

perguntas para o aluno selecionado. Para ser mais justo pode ser utilizado um aplicativo para sortear as perguntas como, por exemplo, o aplicativo “Sorteio Rápido” disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.kurticao.sorteiorapido&hl=pt>.

O aplicativo deve ser configurado no modo com repetição para que as perguntas sejam repetidas. Assim o conteúdo é sempre revisado e os alunos ficam mais atentos às respostas dos colegas, pois a mesma pergunta pode sair novamente, assim como mostra a figura abaixo da tela de abertura do aplicativo:

Figura 18: *Printscreen* da tela de abertura do aplicativo "Sorteio Rápido"



Fonte: Elaborado pelo autor

O professor define o limite inferior e o limite superior de acordo com o número de perguntas a serem feitas. As figuras a seguir mostram algumas telas do aplicativo:

Figura 19: *Printscreen* de uma tela do aplicativo durante o sorteio



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 20: Fotos do aplicativo Sorteio Rápido



Fonte: Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.kurticao.sorteiorapido&hl=pt>

O professor irá fazer duas perguntas para o aluno e ele terá o direito de adquirir cartões numerados dos seus colegas com base no número de perguntas que ele acertar. Se ele acertar uma pergunta, ele pode escolher um cartão. Se acertar duas, ganhará dois cartões. Para que ele possa se sentar na Cadeira da Inteligência, o valor do seu cartão somado com os cartões que ele ganhar por ter acertado alguma pergunta, deve ser superior ao valor do cartão de quem está na Cadeira da Inteligência.

Se o aluno que responder as perguntas superar o valor do aluno que já está na cadeira da inteligência ele se senta na cadeira, estabelecendo-se um novo valor a ser batido. O aluno que estava na cadeira e aqueles que tiveram seus cartões solicitados, ganham novos cartões que serão distribuídos pelo professor, mantendo assim o sigilo dos valores de cada jogador.

Se o aluno que responder as perguntas não superar o valor limite ele irá escolher outro aluno para responder as perguntas na próxima rodada. Se o seu cartão foi mostrado ele deve ser trocado, assim como todos aqueles que tiveram seus cartões solicitados, ainda que o valor não supere o do aluno sentado na Cadeira da Inteligência.

É importante destacar que só tem direito a solicitar cartões numerados aqueles que acertarem as perguntas.

A medida que as perguntas começam a se repetir com mais frequência, fica mais fácil de acertar. Mas por outro lado, o valor a ser batido vai ficando mais alto, dificultando a vida dos alunos que almejam sentar-se na Cadeira da Inteligência. Para que os alunos não percam o interesse, quando o valor limite estiver muito alto, temos a carta coringa.

Carta Coringa: esta carta não dá o direito ao seu portador de se sentar na Cadeira da Inteligência, somente pelo fato dele estar com ela. Mas quando algum aluno acerta uma pergunta e dentre os cartões está a carta coringa, ele poderá se sentar na Cadeira da Inteligência, mesmo que o valor seja inferior ao do aluno que está vencendo o jogo. Isto significa que o jogo só se encerra no tempo definido pelo professor e mesmo que o valor esteja muito alto, sempre será possível ir para a Cadeira da Inteligência.

A seguir são apresentadas as perguntas relacionadas ao tema “Energia” que foram utilizadas por este professor/pesquisador:

1) O trabalho é uma grandeza escalar ou vetorial?

Resposta: Escalar

2) Ao utilizar um estilingue ou uma atiradeira, qual o tipo de Energia que está envolvido nesta situação?

Resposta: Energia Potencial Elástica

3) Alguns relógios antigos funcionavam à corda. Dentro deles existia uma mola que era comprimida quando girávamos a chave posicionada atrás do mesmo. Qual é o tipo de energia envolvido nesta situação?

Resposta: Energia Potencial Elástica

4) Quando um corpo cai, em queda livre, o que acontece com sua energia potencial gravitacional e com sua energia cinética?

Resposta: Epg diminui e Ec aumenta.

5) Qual é o tipo de Energia que está associada ao movimento ou a velocidade?

Resposta: Energia Cinética

6) Qual é o tipo de Energia que está associada à altura em relação à superfície (ou solo)?

Resposta: Energia potencial Gravitacional

7) O que é energia?

Resposta: Podem ser aceitas diversas respostas desde a mais básica que poderia ser: capacidade de realizar trabalho.

8) É possível, fisicamente falando, fazer força sobre um objeto, sem que haja realização de trabalho?

Resposta: Sim, se não houver deslocamento não há realização de trabalho.

9) Em uma usina hidrelétrica, quando a água passa pela turbina acoplada ao gerador, há conversão de qual tipo de energia em energia elétrica?

Resposta: Energia Cinética

10) Em uma usina hidrelétrica, quando a água desce pelo duto, há conversão de qual tipo de energia?

Resposta:

- (a) Cinética em potencial gravitacional
- (b) Potencial elástica em elétrica
- (c) Potencial gravitacional em cinética
- (d) Cinética em potencial elástica

11) Qual é a unidade de medida padrão do sistema internacional para energia e trabalho?

Resposta: Joule

12) Cite uma vantagem de uma usina hidrelétrica:

Resposta: é considerada uma energia limpa e renovável

13) Cite duas desvantagens de uma usina termoeletrica

Resposta: Polui e não é renovável

14) Quando Dobramos a velocidade o que acontece com a energia cinética?

Resposta: Quadriplica

15) Quando dobramos a massa o que acontece com a energia cinética?

Resposta: Dobra

16) Quando dobramos a deformação o que acontece com a energia potencial elástica?

Resposta: Quadriplica

17) Quando triplicamos a velocidade o que acontece com a energia cinética?

Resposta: Fica nove vezes maior

18) Calcule a energia cinética de um corpo de massa 50kg e velocidade 10m/s.

Resposta: 2500J

19) Calcule a energia cinética de um corpo de massa 20kg e velocidade de 4m/s.

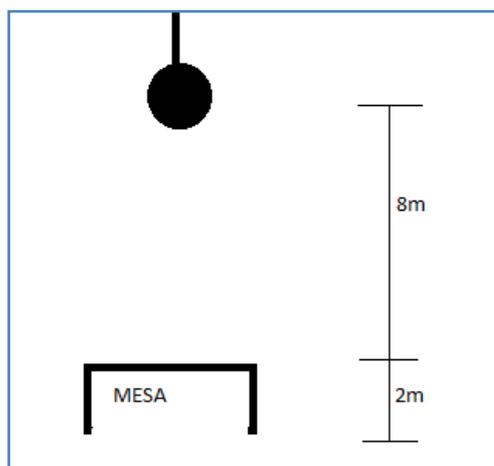
Resposta: 160J

20) Calcule a energia potencial gravitacional de um corpo pendurado a uma altura de 15m, sendo sua massa 8kg. Considere $g = 10\text{ms}^{-2}$.

Resposta: 1200J

21) Calcule a energia potencial gravitacional, em relação à mesa, de um corpo pendurado como mostra a figura a seguir, sabendo que sua massa é de 20kg e aceleração da gravidade local é de 10m/s^2 :

Figura 21: Situação apresentada na questão 21



Fonte: Elaborado pelo autor

Resposta: 1600J

22) Calcule a energia potencial elástica de um corpo preso a uma mola com constante elástica $k=1400\text{N/m}$ quando é deformada 20cm.

Resposta: 28J

4.3.2 O Jogo de tabuleiro “Monopólio de Energia”

O jogo é baseado em Monopoly, que é um dos jogos de tabuleiro mais populares do mundo. No Brasil a versão mais conhecida é chamada de Banco Imobiliário. O objetivo principal do jogo é ficar rico e levar os adversários à falência.

Na versão criada por este pesquisador, as propriedades são relacionadas à energia, usinas hidrelétricas, termelétricas, eólicas, nucleares, petrolíferas, entre outras.

A figura 22 mostra o tabuleiro desenvolvido neste trabalho.

Figura 22: Tabuleiro do jogo Monopólio de Energia



Fonte: Elaborado pelo autor

A seguir são apresentadas as regras deste jogo.

Os jogadores escolhem um marcador plástico e decidem a ordem de jogada com os dados.

Um dos jogadores deverá atuar como Banco, pagando e recebendo, inclusive as suas compras. Cada jogador deve receber 10 notas de \$100,00; 10 notas de \$50,00, 6 notas de \$20,00 e 8 notas de \$10,00, totalizando \$1700,00.

Os jogadores lançam os dados e andam o número de casas sorteado. Quando o jogador tirar números iguais nos dados ele tem direito a mais uma jogada. Se tirar três vezes seguidas números iguais, ele vai para a cadeia e fica 3 rodadas sem jogar.

O jogador poderá comprar a propriedade em que parar pagando ao banco o valor estipulado no tabuleiro e pegar a carta de propriedade que contém os valores a serem cobrados a título de aluguel.

Quando o jogador parar em uma propriedade que já foi comprada, deverá pagar ao proprietário o aluguel indicado no título de propriedade.

Toda vez que um jogador passar pela linha de largada, receberá \$200 do banco.

Quando um jogador adquirir todas as propriedades da mesma cor ele poderá cobrar o aluguel do nível 2 quando algum jogador parar em uma propriedade do seu monopólio.

No caso da companhia de energia elétrica e rede de postos de combustíveis o valor a ser cobrado é obtido pelo produto entre o número obtido nos dados e o valor constante no título destas propriedades. Não é possível aumentar o nível nestas propriedades.

Quando um jogador não tiver dinheiro suficiente para pagar o aluguel ele terá uma propriedade hipotecada. Neste caso ele deverá indicar uma propriedade de sua preferência e entregá-la ao banco, recebendo metade do valor pago e constante no tabuleiro. Na mesma hora inicia-se um leilão desta propriedade. O jogador que der o lance mais alto fica com essa propriedade e poderá cobra aluguéis.

O jogador que não tiver mais dinheiro, nem propriedades para hipotecar, estará fora do jogo. Vence o jogo aquele que conseguir se manter após todos falirem. Pode ser determinado um tempo máximo para o jogo e no final deste tempo todos os jogadores vendem suas propriedades ao banco pela metade do preço e aquele que acumular mais dinheiro será declarado o vencedor.

Quando um jogador for para a prisão ele ficará três rodadas sem jogar e não poderá receber os alugueis durante este tempo. Um jogador pode ir para a prisão quando cair na casa “vá para a prisão”, quando tirar uma carta de revés com esta ordem ou quando tirar números iguais nos dados por três vezes seguidas.

Quando o jogador cair em uma casa com o ponto de interrogação ele deverá sortear uma pergunta e respondê-la. Se acertar tira uma carta de sorte e se errar tira uma carta de revés. As cartas possuem a resposta das perguntas, mas os jogadores podem entrar em consenso e aceitar uma resposta diferente da que está escrita.

Quando o jogador cair na casa de prisão ele será considerado apenas visitante e passa a vez para o próximo jogador. Na próxima rodada ele joga normalmente.

A figura 23 mostra algumas cartas de propriedades.

Figura 23: Cartas de propriedades contendo os valores de aluguel



Fonte: Elaborado pelo autor

E a figura 24 mostra exemplos de cartas de sorte, revés e perguntas.

Figura 24: Cartas de sorte, revés e perguntas

<p style="text-align: center;">SORTE</p> <p>Avance até o ponto de partida e:</p> <p>Receba 200J</p>	<p style="text-align: center;">SORTE</p> <p>Suas empresas estão colaborando com o meio ambiente:</p> <p>Receba 90J</p>	<p style="text-align: center;">PERGUNTA</p> <p>Qual é o tipo de Energia que está associada à altura em relação à superfície (ou solo)?</p> <p>Resposta: Energia potencial Gravitacional</p>
<p style="text-align: center;">REVÉS</p> <p>Chegou o Verão e o Ar condicionado fez o seu consumo aumentar.</p> <p>Pague 120J</p>	<p style="text-align: center;">REVÉS</p> <p>Pague 50J ao banco e Volte 09 casas agora. Se passar pelo início em sentido contrário, deve devolver também os 200J.</p>	<p style="text-align: center;">PERGUNTA</p> <p>O que é energia?</p> <p>Resposta: Podem ser aceitas diversas respostas desde a mais básica que poderia ser: capacidade de realizar trabalho</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

5 DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO DO PRODUTO

A aplicação ocorreu entre os dias 06/09/2018 e 22/11/2018 e foi desenvolvida no Instituto de Educação Éber Teixeira de Figueiredo, escola estadual localizada no município de Bom Jesus do Itabapoana – RJ. Foram escolhidas, para esta aplicação, duas turmas de primeiro ano do ensino médio, na modalidade normal, sendo as turmas 1001CN e 1002CN. A escolha das turmas se deve ao fato de que o currículo mínimo do estado do Rio de Janeiro prevê o estudo de energia no bimestre citado. Além disso, a escolha da modalidade normal é justificada pelo fato de que os alunos desta modalidade têm o objetivo de se formarem professores e, desta forma, a proposta poderá ser importante para os mesmos tanto quanto alunos (ao aprenderem o conteúdo) quanto como futuros professores (ao terem contato com novas estratégias, dando ênfase na utilização de jogos).

Embora tenham sido escolhidas duas turmas, a análise dos resultados não irá comparar resultados de uma turma com a outra. O objetivo de se utilizar duas turmas é ter um número maior de participantes, uma vez que muitas atividades serão realizadas em grupo e a utilização de apenas uma sala geraria um número pequeno de dados a serem analisados.

O quadro a seguir mostra as datas em que foram aplicadas as atividades nas turmas 1001CN e 1002CN. As aulas aconteceram sempre nas quintas feiras, em ambas as turmas.

Quadro 1: Cronograma da aplicação

Data	Atividades Desenvolvidas	Registro/Avaliação
06/09/2018	Texto: Nas águas do Niágara Questionário Introdução do conteúdo	Questionário Inicial respondido em grupo
04//10/2018	Slides e Explicação Oral Lista de Exercícios	Lista de Exercícios feita em dupla
11/10/2018	<i>JIGSAW</i> Divisão dos grupos, Leitura dos Textos, Elaboração das Respostas, Discussão nos grupos especialistas e Elaboração da Resposta Final	Questionário feito em grupos
25/10/2018	Aplicação do Jogo: Cadeira da Inteligência	Gravação de áudio e fotos
01/11/2018	Simulações Virtuais	Fotos
08/11/2018	Aplicação do jogo de tabuleiro: Monopólio de	Gravação de áudio

	Energia	e fotos
22/11/2018	Avaliação com utilização do aplicativo Plickers Questionário Final com as mesmas perguntas do questionário inicial Avaliação da Proposta	Gráficos gerados pelo aplicativo plickers Questionário final

Fonte: Elaborado pelo autor

A proposta inicial era composta por 08 encontros de duas aulas cada, mas foi preciso alterar o cronograma retirando-se uma avaliação que seria feita no final e aumentando-se um pouco a quantidade de atividades do sétimo encontro. A razão da mudança no cronograma se deu pois, a aplicação do produto ocorreu no quarto bimestre, em face de presença de inúmeros feriados no calendário escolar e a realização de atividades extraclasse, tais como: um passeio na cidade de Petrópolis-RJ e atividades associadas a outro projeto da escola. Assim, a primeira atividade que envolveu o questionário inicial para a verificação dos conhecimentos prévios aconteceu ainda no terceiro bimestre, em 06/09/2018, pois o professor já havia verificado que a quantidade de aulas do quarto bimestre não seria suficiente.

Sendo assim, na data supracitada, aconteceu o **primeiro encontro** e desenvolveu-se a aplicação da primeira atividade. Esta foi realizada ainda no final do terceiro bimestre, como foi dito anteriormente. Os alunos foram divididos em 12 grupos que foram denominados G1, G2, G3, G4, G5, G6, G7, G8, G9, G10, G11 e G12. A maioria dos grupos continha quatro integrantes, mas o professor permitiu que fossem formados grupos de três ou cinco integrantes também, de acordo com a afinidade entre os alunos. Desta forma foram formados sete grupos com quatro integrantes, dois grupos com três e três grupos com cinco, totalizando 49 alunos distribuídos em 12 grupos.

Os alunos fizeram a leitura do texto “Nas águas do Niágara” e a seguir responderam quatro questões que envolviam os conhecimentos prévios dos alunos em relação ao tema que foi abordado durante o bimestre. Os alunos estranharam bastante no começo pois acreditavam que encontrariam respostas no texto, o que não ocorreu. O objetivo do texto era somente contextualizar o tema energia. O professor explicou que, a princípio, não julgaria as respostas como certa ou errada, e estas serviriam apenas para verificar o que eles já sabiam sobre o tema a ser estudado durante o bimestre.

As questões propostas eram relacionadas ao conhecimento que os alunos têm a respeito do tema energia, sobre hidrelétricas, termelétricas, impactos sociais e ambientais, sustentabilidade, entre outros.

Após todos os grupos responderem as questões, e uma vez que eles responderam bem rápido, o professor passou uma breve anotação sobre Energia Cinética, Energia Potencial

Gravitacional e Energia Potencial Elástica, temas que serão vistos com maior clareza no segundo encontro. O objetivo era não deixar os alunos ociosos e adiantar um pouco o próximo encontro.

O **segundo encontro** ocorreu no dia 04/10/2018 e, os alunos, já de posse de uma anotação feita no primeiro encontro, observaram a explicação do professor acerca do tema Energia Cinética, Energia Potencial Gravitacional e Elástica. O professor utilizou slides para fazer esta explicação e utilizou o quadro branco para resolver alguns exemplos de questões que envolviam cálculos.

A seguir foi distribuída uma lista de exercícios para que os alunos fizessem em duplas. A participação da turma nesta atividade foi menor do que no encontro anterior, pois era dia de conselho de classe na escola e, geralmente, o número de faltas é maior nestes dias. Mesmo assim houve a participação de 36 alunos que obtiveram um índice de 83,7% de acertos nas questões. Esta atividade foi aplicada logo após a explicação e, além de ser feita em dupla, os alunos poderiam consultar as anotações e exemplos do caderno.

No **terceiro encontro**, que aconteceu em 11/10/2018, foi realizada uma atividade em grupo, conhecida como *jigsaw*. Os alunos deveriam formar grupos de cinco integrantes, e diferente da atividade do primeiro encontro, neste momento era fundamental que os grupos fossem formados por cinco alunos. Na turma 1001CN formaram-se cinco grupos com cinco alunos cada, totalizando 25 alunos. Na turma 1002CN foram formados dois grupos com cinco e dois grupos com quatro alunos, totalizando 18 alunos. Isto dificultou um pouco a realização da atividade, uma vez que para a realização desta, o ideal é ter números iguais de grupos, questões e integrantes.

Em ambas as turmas os grupos receberam as questões e o livro didático para a leitura dos textos.

Na turma 1001CN os grupos responderam as cinco questões propostas. Depois da resolução das questões, cada integrante do grupo ficou responsável por uma questão e foram formados os grupos especialistas, ou seja, um grupo formado por todos os responsáveis pela questão número 1, um grupo formado pelos responsáveis pela questão número 2, e assim sucessivamente. Após a discussão nos grupos especialistas, cada grupo pode reunir novamente para acrescentar o que foi aprendido nesta etapa e elaborar a resposta final para ser entregue ao professor.

Na turma 1002CN, como tivemos apenas quatro grupos, o professor teve que fazer uma adaptação e optou por retirar uma questão. Sendo assim o questionário ficou contendo apenas quatro perguntas. Da mesma forma que aconteceu na outra turma, cada aluno ficaria responsável por uma questão específica. Nos dois grupos que ficaram com cinco integrantes foi possível que uma das questões propostas ficassem a cargo de dois integrantes, ficando a critério do grupo

escolher em qual questão fariam isso. Formaram-se os grupos especialistas e no fim a elaboração da resposta final.

Apesar das adaptações necessárias, a aplicação ocorreu de forma tranquila.

No dia 25/10/2018 aconteceu o **quarto encontro** desta sequência. Neste encontro foi realizado o jogo intitulado “Cadeira da Inteligência”. O jogo foi dirigido pelo professor/pesquisador nas duas turmas e todos os alunos presentes participaram. O professor tirou fotos dos alunos e fez gravações de áudio para analisar a interação durante o jogo. A figura a seguir mostra o momento em que uma aluna está sentada na cadeira da inteligência enquanto outra aluna resolve uma questão do jogo, no quadro branco. O professor e os demais colegas observam e aguardam a resolução da questão, neste caso envolvendo cálculos, porém como já foi dito anteriormente a maioria das questões utilizadas neste jogo foram teóricas o que deixa o jogo mais dinâmico, uma vez que as respostas são mais rápidas.

Figura 25: Foto da aplicação do jogo “Cadeira da Inteligência”



Fonte: Arquivo do professor/pesquisador

Os alunos gostaram muito desta atividade que permitiu que fosse feita uma revisão de todo o conteúdo estudado até o momento, neste bimestre.

No dia 01/11/2018 foi realizado o **quinto encontro** onde o professor apresentou simulações virtuais e explicou a conservação da energia mecânica e a dissipação da energia. O professor utilizou a simulação “Energia na Pista de Skate”, disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/energy-skate-park-basics como mostra a figura 26:

Figura 26: Professor demonstrando a conservação da energia mecânica com o auxílio da simulação virtual



Fonte: Arquivo do professor/pesquisador

O professor demonstrou os três modos disponíveis (intro, atrito e parque). No primeiro modo é possível observar a conservação da energia mecânica quando não há atrito entre a pista de skate e o skatista. Neste caso a energia cinética e a energia potencial gravitacional são alteradas, mas a energia mecânica do sistema permanece constante. Observa-se que não há energia térmica. O professor marcou a opção gráfico de barras, que permite ao aluno observar as variações de energia. Também fez variações de massa e de altura para que os alunos pudessem observar. O segundo modo permite incluir o atrito, que pode ser alterado (muito ou pouco). Neste modo há energia térmica se houver atrito, como podemos ver na figura 27:

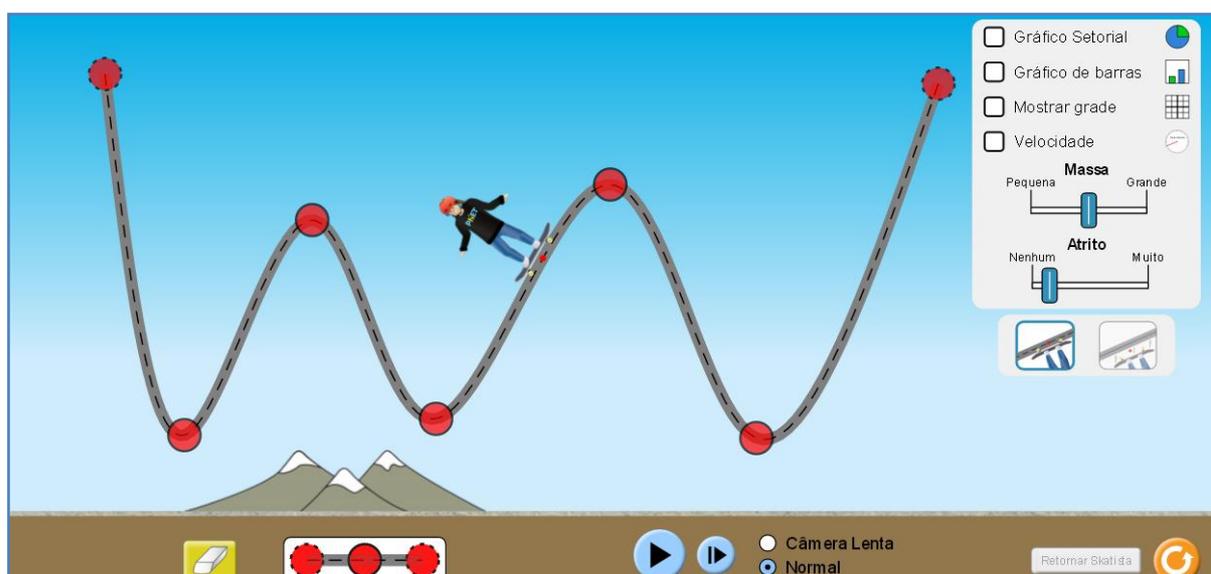
Figura 27: *Printscreen* da simulação no modo atrito



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

O último modo permite que o professor monte a pista de skate de diversas formas. Neste momento houve grande interação entre os alunos que sugeriam diferentes desenhos de se montar a pista, e as variáveis que poderiam ser alteradas, observando o que aconteceria na prática. A figura 28 mostra um exemplo de pista bem simples:

Figura 28: *Printscreen* da simulação no modo parque



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

Os alunos gostaram bastante desta aula, se divertiram com a montagem das pistas e foi uma forma divertida de demonstrar a conservação e a dissipação de energia.

No **sexto encontro**, que aconteceu no dia 08/11/2018, o professor apresentou o jogo de tabuleiro, jogo este confeccionado pelo professor/pesquisador. Os alunos foram divididos em grupos para jogá-lo.

O professor distribuiu entre os grupos o tabuleiro, as regras, os peões, os dados, as cartas e o dinheiro utilizado no jogo. Os alunos logo começaram a ler as regras e distribuir as cartas e o dinheiro para dar início ao jogo.

Este momento observou-se que os discentes se envolveram ativamente na atividade, resultando em grande interação entre eles. Quando surgia alguma dúvida, eles consultavam as regras ou solicitavam a ajuda do professor. Vale destacar que nesta aula, a interação se deu mais entre os alunos do que com o professor. O professor neste momento agiu como um mediador, um condutor para a discussão dos conhecimentos. A atividade realizada fez com que o aluno refletisse sobre os conceitos e aprendesse a partir do conhecimento adquirido e da interação com os colegas. A figura 29 apresenta as peças e o tabuleiro e permite observar a interação entre os alunos enquanto jogam o “Monopólio de Energia”:

Figura 29: Alunos jogando o Monopólio de energia



Fonte: Arquivo do professor/pesquisador

A grande maioria dos alunos gostou muito desta aula e pediram para que trouxesse o jogo em outras aulas.

O **sétimo encontro** foi o último da sequência e tinha o objetivo de encerrar o conteúdo do bimestre, avaliando o conhecimento adquirido pelos alunos e a proposta elaborada pelo professor/pesquisador. Este encontro aconteceu no dia 22/11/2018, e a primeira parte deste

consistiu em uma avaliação realizada de maneira individual. Utilizou-se o aplicativo denominado “Plickers”, um aplicativo que permite ao professor testar o conhecimento adquirido pelos seus alunos e mostrar os resultados em forma de gráficos. É uma proposta muito interativa e interessante e os alunos gostaram muito. Cada aluno recebeu um cartão para mostrar a alternativa que considerava correta e o professor, utilizando um *smartphone*, capturava as respostas dadas pelos alunos em cada questão. As perguntas foram projetadas no quadro branco utilizando-se um projetor de slides.

As questões utilizadas pelo professor nesta etapa se encontram disponíveis no apêndice “E” desta dissertação.

Figura 30: Utilizando o aplicativo Plickers



Fonte: Arquivo do professor/pesquisador

Na segunda parte os alunos foram divididos em grupos, mantendo-se a organização dos grupos feita no primeiro encontro, ou seja, foram formados 12 grupos. Os grupos responderam quatro questões que eram as mesmas que foram respondidas no primeiro encontro, porém agora não tinha o texto “Nas águas do Niágara”. Outro detalhe importante é que no primeiro encontro o professor disse que eles não precisavam se preocupar com certo e errado, pois o objetivo era apenas verificar quais os conhecimentos que eles já tinham sobre o assunto. Agora, neste último encontro, eles já haviam estudado todo o conteúdo e deveriam responder as questões tendo adquirido bastante conhecimento durante os momentos da proposta.

E ainda em grupo, os alunos receberam um questionário para avaliar a proposta dizendo se gostaram dos jogos ou se preferem as aulas tradicionais. Como os alunos participantes são

futuros professores, a última pergunta se referia a possibilidade ou não deles utilizarem jogos em suas aulas. O questionário que foi respondido pelos alunos para avaliar a sequência didática elaborada pelo professor/pesquisador está disponível no apêndice “F”.

6 RESULTADOS

O desenvolvimento desta pesquisa busca responder a questão de partida: Em que medida uma intervenção didática com ênfase em jogos é relevante para a aprendizagem de energia no ensino médio.

Para responder tal questão, além de desenvolver o produto e aplicá-lo, é necessário analisar os dados obtidos durante esta aplicação.

Desta forma, foram utilizados questionários, fotos, gráficos, tabelas e transcrições de diálogos entre os alunos durante as aulas.

Após obter todos estes documentos iniciou-se a análise dos dados. Esta análise foi dividida em quatro etapas. São elas: análise do questionário respondido no primeiro encontro e comparação com aquele respondido no último encontro; análise da transcrição de alguns diálogos entre os alunos durante a aplicação dos jogos didáticos; análise dos resultados obtidos na avaliação com utilização do aplicativo Plickers; e análise da avaliação da proposta por parte dos alunos.

6.1 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO INICIAL E COMPARAÇÃO COM O QUESTIONÁRIO FINAL

O quadro 2 apresenta a questão 1 elaborada pelo professor, as categorias e algumas respostas dadas pelos alunos no primeiro encontro, enquanto o quadro 3 apresenta as respostas à mesma questão no último encontro:

Quadro 2: Questão 01 no primeiro encontro

Questões	Categorias	Unidades significativas
De que forma a geração de energia elétrica foi importante para o desenvolvimento da sociedade?	Sociedade, Transporte, Comunicação e Tecnologia	<p>“Foi importante, pois com a eletricidade poderia atender lugares distantes, fábricas, pessoas e poderia até utilizar a eletricidade no transporte” (G3) (Transporte, Sociedade).</p> <p>“Foi importante para os transportes, geradores de energia, para as lâmpadas para termos claridade, para a comunicação e o uso de tecnologias” (G6) Transporte, Comunicação, Sociedade).</p> <p>“Ela foi muito importante, pois deu desenvolvimento a muitas coisas, como os canais subterrâneos, o transporte” (G7) (Transporte, Tecnologia)</p> <p>“Para atender lugares distantes e para atender cada vez mais pessoas e fábricas” (G9, G1, G2) (Sociedade).</p> <p>“A eletricidade é um fenômeno que sempre despertou o interesse da humanidade e a evolução da sociedade está muito relacionada com o desenvolvimento e aperfeiçoamento dos</p>

		fenômenos elétricos” (G4) (Sociedade, Tecnologia).
--	--	--

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 3: Questão 01 no último encontro

Questões	Categorias	Unidades significativas
De que forma a geração de energia elétrica foi importante para o desenvolvimento da sociedade?	Sociedade, Comunicação e Tecnologia	<p>“Foi importante para todos os lados, gerou emprego, gerou mais tecnologias que beneficiaram muito para tudo na sociedade” (G11) (Tecnologia. Sociedade).</p> <p>“Eletricidade se tornou a principal fonte de luz, calor e força utilizada no mundo moderno, atividade simples como assistir televisão e navegar na internet são possíveis porque a energia chega na sua casa” (G5) (Comunicação, Tecnologia, Sociedade).</p> <p>“Foi importante porque com a energia elétrica, que começaram a surgir os avanços” (G3) (Tecnologia).</p> <p>“Em nossa sociedade moderna a energia elétrica está presente do início ao fim do dia. Se faz mais importante e necessária para satisfazer nossos hábitos” (G9) Sociedade. Tecnologia.</p> <p>“Para desenvolver a sociedade. Deus me livre, o que seria do mundo sem a eletricidade” (G12) (Tecnologia).</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

É possível observar que os alunos tinham pouco conhecimento a respeito do tema no primeiro encontro e suas respostas ficaram muito limitadas a trechos retirados do texto. Este não tinha o objetivo de responder as perguntas, mas alguns grupos insistiram na ideia de tentar achar no texto as respostas das questões.

Já no último encontro, os grupos conseguiram responder a questão de maneira mais clara e com base no que aprenderam durante os encontros. Os alunos conseguiram relacionar a eletricidade com os avanços tecnológicos e se mostram preocupados em como seria viver em mundo sem eletricidade.

Nos quadros 4 e 5 são apresentadas as respostas à questão número 2 que perguntava sobre o funcionamento de uma hidrelétrica e os tipos de energia envolvidos:

Quadro 4: Questão 2 no primeiro encontro

Questões	Categorias	Unidades significativas
Como funciona uma usina hidrelétrica e quais os tipos de energia que estão	Física	<p>“Água é retirada do rio, passa pelas turbinas e produz energia” (G1).</p> <p>“A água passa pela uma turbina que vai para o gerador, gerando energia. Funciona através da força das águas, energia hidrelétrica e mecânica”</p>

envolvidos desde o início da geração, quando o rio ainda se encontra no seu curso normal até o momento em que a água passa pela turbina?		(G3). “É uma instalação ligada à rede de transporte que distribui energia para as casas. Energias: Mecânica, elétrica, eólica, solar” (G5). “As águas passa pelas turbinas rodando e gera a energia. Força da água” (G7). “Através das chuvas, Energia eletromagnética” (G8).
--	--	--

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 5: Questão 2 no último encontro

Questões	Categorias	Unidades significativas
Como funciona uma usina hidrelétrica e quais os tipos de energia que estão envolvidos desde o início da geração, quando o rio ainda se encontra no seu curso normal até o momento em que a água passa pela turbina?	Física	<p>“A água é captada do rio, passa pelo tubo e depois para a turbina gerando energia. Energia cinética, energia gravitacional, energia mecânica e energia elétrica” (G11).</p> <p>“Energia gravitacional→energia cinética da água→energia cinética da turbina→energia elétrica” (G10).</p> <p>“A água passa pelas turbinas e com esse movimento se transforma em energia. Energia gravitacional→energia cinética (água)→energia cinética (turbina)→energia elétrica” (G9).</p> <p>“A queda d’água e o movimento da correnteza são utilizados para girar grandes turbinas de geradores, que produzem energia elétrica. Energia gravitacional→energia cinética→energia elétrica” (G7).</p> <p>“Funciona através da pressão/corrente da água que irá girar a turbina, em seguida será distribuída. Energia elétrica, cinética e potencial” (G6).</p> <p>“A água faz uma pressão que gira a turbina, depois de passar por ela, a energia cinética vira elétrica. Cinética e Elétrica” (G2).</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

Esta questão é de grande importância, pois se refere aos conhecimentos relacionados à Física. O objetivo era verificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os tipos de energia e sobre a transformação de uma forma em outra.

Observando as respostas dos alunos foi possível observar que eles ainda não conheciam os tipos de energia que iríamos estudar durante o bimestre como cinética, potencial gravitacional, mecânica. A energia mecânica até foi citada pelos alunos no questionário inicial, mas sem conseguir relacionar corretamente.

Por outro lado, foi possível notar o que os alunos pensam a respeito da energia. Muitos alunos associaram a energia com força, como os grupos 3 e 7, e isto foi levado em conta nas explicações dados pelo professor durante as aulas seguintes, sempre tentando utilizar o

conhecimento e as palavras usadas pelos alunos. Isto é, tentar relacionar o novo conhecimento com aquilo que o aluno já sabe, tornando a aprendizagem significativa para o aluno (MOREIRA, 2009).

O quadro 5 também mostra que após a aplicação da sequência, incluindo a utilização de dois jogos didáticos, os alunos conseguem citar os tipos de energia envolvidos na geração de energia em uma hidrelétrica. A maioria dos grupos conseguiu montar um esquema das transformações envolvidas, inclusive diferenciando energia cinética da água e posteriormente, energia cinética da turbina.

Com isso é notável que houve construção de conhecimento ao longo da aplicação do produto educacional.

A questão número 3 focava nos impactos sociais e ambientais causados pela instalação de uma hidrelétrica e também perguntava sobre o funcionamento de uma termelétrica. Os quadros 6 e 7 apresentam as respostas dadas para esta questão:

Quadro 6: Questão 3 no primeiro encontro

Questões	Categorias	Unidades significativas
Quais os impactos sociais e ambientais causados pela instalação de uma usina hidrelétrica? E como funciona uma termelétrica?	Sociedade, Ambiente e Física	<p>“Poluição, desvio de água, etc. Água passa por tubos aquecidos” (G1) (Ambiente, Física).</p> <p>“Os impactos nos ambientes com a instalação de canais subterrâneos que desviavam água do Rio Niágara. Usinas geradoras de energia elétrica, destacando-se termelétricas” (G4) (Ambiente, Física).</p> <p>“O alagamento do local e em volta, impedindo a moradia no local. Termelétrica precisa de algo que dê calor para gerar vapor” (G10) (Sociedade, Física).</p> <p>“Causa o aumento de gases poluentes. É a queima de carvão” (G11) (Ambiente, Sociedade).</p> <p>“Que as companhias privadas do lado canadense também começaram a aproveitar a energia das cataratas, nova revolução surgindo em todo mundo, novas usinas geradoras de energia elétrica, destacando-se inicialmente as hidrelétricas e termelétricas. Uma termelétrica funciona queimando carvão” (G5) (Física, Sociedade).</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 7: Questão 3 no último encontro

Questões	Categorias	Unidades significativas
<p>Quais os impactos sociais e ambientais causados pela instalação de uma usina hidrelétrica? E como funciona uma termelétrica?</p>	<p>Sociedade, Ambiente e Física</p>	<p>“Ambientais: mudança de clima, alguns peixes desaparecem, animais fogem para refúgios secos, etc. Sociais: várias pessoas deixam suas casas e têm que começar do zero. Basicamente, nas termelétricas, a caldeira é aquecida com água e produz vapor, o qual, em alta pressão, move as pás da turbina do gerador” (G1). “Os impactos ambientais são irreversíveis. Durante a construção de uma usina hidrelétrica muitas árvores de madeira são derrubadas, outras são submersas apodrecendo debaixo da água permitindo a proliferação de mosquito causadores de doenças. Termelétrica: as caldeiras são aquecidas com água e produz vapor, que em alta pressão move as pás das turbinas do gerador. A energia nuclear, por meio de reações também é uma fonte de calor para aquecer a água” (G4). “É custosa e demorada, provoca a inundação de grandes áreas e o deslocamento da população local. A queima de combustíveis fósseis aquece a água de uma caldeira, produzindo vapor, o qual movimentam as turbinas do gerador elétrico” (G7). “Usina termelétrica: Neste tipo de usina a queima de combustíveis fósseis aquece a água de uma caldeira produzindo vapor, o qual movimentam as turbinas do gerador elétrico. Processo de transformação: energia térmica→cinética→elétrica. Hidrelétrica desvantagens: além de cara, provoca inundação” (G12).</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

Novamente alguns grupos tiveram grande dificuldade em responder a questão no primeiro encontro e copiaram trechos do texto que não tinham nada a ver com a pergunta. Por outro lado, vale destacar a resposta do grupo 10 que sugeriu que a termelétrica precisa de “algo que dê calor para gerar vapor”, um bom ponto de partida para iniciar o estudo deste tema.

No último encontro ainda é possível observar alguns erros quanto aos impactos causados pela construção de uma hidrelétrica, mas a maioria das respostas está de acordo com o que foi estudado. Quanto ao funcionamento das termelétricas as respostas melhoraram consideravelmente, visto que no primeiro encontro alguns grupos ignoraram esta pergunta e outros tentaram explicar utilizando-se de trechos do texto. Além disso, alguns grupos conseguiram explicar muito bem o funcionamento de uma termelétrica e cabe destacar que o grupo 12 fez um esquema, demonstrando os tipos de energia envolvidos, assim como fora feito na questão número 2.

E por último os quadros 8 e 9 apresentam as respostas dadas na questão número 4 que pedia que os alunos sugerissem fontes para obter energia elétrica que fossem sustentáveis, mas ao mesmo tempo eficientes:

Quadro 8: Questão 4 no primeiro encontro

Questões	Categorias	Unidades significativas
Cite algumas fontes de obtenção de energia elétrica e que sejam eficientes e sustentáveis.	Física, Sociedade e Ambiente.	<p>“Águas já utilizadas, menos poluição, redução de água e menos desperdício” (G1) (Ambiente, Sociedade).</p> <p>“Solar e eólica” (G2, G5, G7, G8, G9) (Física).</p> <p>“Teto solar e cata-vento” (G12) (Física).</p> <p>“Energia solar, eólica e recentemente está sendo desenvolvido um carro que abastece através de um carregador” (G3) (Física).</p> <p>“Energia solar, energia eólica, energia cinética” (G6) (Física).</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 9: Questão 4 no último encontro

Questões	Categorias	Unidades significativas
Cite algumas fontes de obtenção de energia elétrica e que sejam eficientes e sustentáveis.	Física	<p>“Energia solar, energia eólica, hidreletricidade” (G12).</p> <p>“Eólica e Solar” (G10, G11, G8, G7, G5, G3, G2).</p> <p>“Hidrelétrica, eólica, solar, gás natural” (G9).</p> <p>“Energia eólica, energia solar, biomassa” (G6).</p> <p>“Energia eólica, energia solar, hidreletricidade, energia das marés, energia geotérmica” (G4).</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

No questionário inicial a maioria dos grupos citou a energia solar e a eólica como fontes de obtenção de energia elétrica eficientes e sustentáveis. Vale destacar que o grupo 3 citou os carros elétricos, o grupo 6 falou de energia cinética que era um dos tipos de energia que o professor esperava aparecer na questão número 2 e que não aconteceu na atividade inicial. Também é interessante que o grupo 12 usou palavras diferentes, da linguagem deles, para se referir a energia solar (teto solar) e a eólica (cata-vento).

Quando o mesmo questionário foi apresentado no último encontro, todos os grupos citaram a energia solar e eólica. Ainda apareceram outras fontes alternativas como geotérmica, das marés, biomassa e a própria hidrelétrica. Também citaram o gás natural, pois em um dos textos trabalhados foi feita uma comparação entre o gás natural e o petróleo em termos de poluição, mostrando que o gás natural, embora não seja renovável, apresenta baixo impacto ambiental, sendo uma alternativa viável e sustentável.

De uma maneira geral, foi possível encontrar indícios de aprendizagem comparando-se o questionário inicial com o questionário final. Também foi possível mostrar que conhecer aquilo que o aluno já sabe é muito importante para a construção do conhecimento (AUSUBEL *et al*, 1978 – prefácio).

E foi dessa forma que a sequência se desenvolveu, levando sempre em consideração os conhecimentos prévios dos alunos, tentando construir um material potencialmente significativo e despertando o interesse dos discentes, condições necessárias para que ocorra uma aprendizagem significativa (LEMOS, 2006).

6.2 ANÁLISE DA INTERAÇÃO DURANTE OS JOGOS

Nesta seção serão analisados e comentados diálogos entre os alunos durante a aplicação dos jogos e que mostram que o uso de jogos permite identificar aspectos das teorias de aprendizagem vistas no referencial teórico adotado. Foram gravados áudios das aulas que envolviam a utilização de jogos para que fossem analisadas as conversas e interações entre os alunos e entre eles e o professor. A gravação foi feita de maneira amadora, utilizando-se um *smartphone* e um aplicativo de gravação de áudio. A qualidade das gravações não ficou muito boa e não foi possível utilizar nenhum aplicativo para fazer a transcrição, devendo a mesma ser feita de maneira bem rudimentar, com o professor/pesquisador ouvindo os diálogos e transcrevendo. Foi gravado um áudio em cada turma, nomeados “jogo cadeira 1001cn 25.10.18” (28:57) e “jogo cadeira 1002cn 25.10.18” (46:48).

Desta forma, serão analisados trechos dos diálogos que permitem observar a interação entre os alunos e verificar como ela auxilia na construção do conhecimento. Os trechos são

selecionados, ora na turma 1001cn, ora na turma 1002cn, uma vez que não temos intenção de comparar resultados de uma em relação à outra.

No dia 25/10/2018 foi aplicado o jogo intitulado Cadeira da Inteligência na turma 1001CN. O professor começa explicando o jogo:

Professor: Então vamos lá, vou explicar pra vocês. Cada um tem um papel, com um número provavelmente, este papel é importante você não mostrar para os colegas, por quê? O objetivo é o que? Você, quando você acertar uma pergunta você tem direito de pedir o papel de alguém. Então o ideal é você pegar o papel que você acha maior, se a pessoa te mostrar você vai que é bom ou ruim, não faz sentido você mostrar o papel. (aluna interrompe e pede pra trocar o papel porque outro colega viu o papel dela, o professor faz a troca). Agora tem um papelzinho aí que está escrito assim: senta na cadeira. Esse papel não te dá o direito de sentar na cadeira não, mas se por acaso a Bianca acertou a pergunta minha, aí ela vai escolher o papel de alguém e escolheu o papel do Emanuel que está escrito senta na cadeira, aí ela vai automaticamente pra cadeira, mesmo que a pontuação dela seja pequena. Entendeu? Esta carta é uma carta coringa, porque vai chegar uma hora que quem está na cadeira vai estar com um número muito alto e vai ser difícil alguém ultrapassar ele. Só se ganhar dele, tiver um número mais alto que ele, certo? Pra começar vou sortear alguém pra começar aqui. (alguns alunos pedem pra começar, mas o professor diz que vai sortear). Vou sortear pra ficar mais justo, ta? Quantas pessoas tem aqui? De um a vinte e ... vou pelo número da chamada sortear alguém que é melhor ta? Pela chamada aí de um a trinta e três vai sortear o número doze. Quem é o 12? Emanuel começa na cadeira Emanuel. Então o Emanuel começa na cadeira e quem está na cadeira nós temos que saber os pontos que ele tem. Quantos pontos você tem aí, Emanuel?

Emanuel: 40

Professor: então o Emanuel tem 40. Se alguém teve com 10 por exemplo tem que acertar uma pergunta e tirar um número maior que somado passa de 40. Se der igual não vai pra cadeira. Então vamos lá. O Emanuel vai escolher alguém pra poder responder a primeira pergunta. Escolhe alguém aí Emanuel. Eu vou fazer duas perguntas pra essa pessoa. Aí a pessoa pode ganhar dois papéis. Pra ficar justo eu vou sortear as perguntas, elas estão numeradas aqui e vou sortear. Senão vão falar que coloquei pergunta fácil pra um, difícil pra outro, vou sortear. Emanuel escolheu Amanda pra responder. Sorteando saiu a pergunta numero 14 que fala o seguinte: Quando a gente dobra a velocidade o que acontece com a energia cinética?

Amanda: Quadriplica.

Professor: quadriplica tá certo? Então ela acertou uma pergunta. Mais uma pergunta pra ela. São duas perguntas.

Ana Flávia: a pessoa que tem que responder não é a da cadeira não?

Professor: não. O da cadeira só fica ali tranquilo. Continuando. Pergunta 9 pra ela: em uma usina hidrelétrica, quando a água passa pela turbina que está lá acoplada ao gerador, há transformação de um tipo de energia, que a água tem, em eletricidade. Qual tipo de energia é esse que a água tem que se transforma em energia elétrica?

Amanda: Não lembro.

Professor: Não lembra?

Amanda: Cinética. Sei lá.

Professor: cinética ou não lembra?

Amanda: ah, cinética (com um pouco de dúvida).

Professor: cinética, então você acertou. Acertou duas perguntas, pode escolher dois papéis da sala. Então vai lá.

Amanda: eu quero da Ana Kathleen e da Gabi. Pode abrir?

Professor: pode abrir os três papéis, o seu e mais dois que você escolheu, 30...mais 50...mais 20... 100. Então agora a Amanda está com 100 e vai pra cadeira. Emanuel ganha outro papel, pois o valor que ele tinha (40) todos já sabiam. Mesma coisa com Ana Kathleen e Gabi. Então agora Amanda vai escolher alguém pra responder as perguntas e... escolheu Isabelly. Então é assim, todo mundo que está aqui já está participando do jogo não é mesmo, mesmo que ninguém te escolher pra responder aí você pode ficar tranquilo não é? Agora vou sortear as perguntas pra Isabelly. Sorteando ... a pergunta 13: cite duas desvantagens das usinas termelétricas. Isso a gente viu um dia desses.

Isabelly: eu não vim na aula passada. Eu não sei essa parte aí não.

Professor: então passou essa. Segunda pergunta, pergunta 15: quando eu dobro a massa o que acontece com a energia cinética?

Isabelly: também não sei não.

Professor: então vamos lá, eu vou falar as duas respostas pra vocês, senão não adianta né gente? A primeira pergunta sobre as desvantagens das usinas termelétricas, alguém pode cita alguma aí?

Alunos: usa carvão mineral, tem queima.

Professor: isso. Tem queima né? Então gera poluição, é poluente. Outra coisa também, é mais... cara porque tem o custo do carvão, é... mais o que? Não é renovável, porque o carvão é extraído igual o petróleo. E a segunda pergunta, quando eu dobro a massa a energia dobra também tá? Aquela hora vimos a velocidade. A velocidade tá ao quadrado, por isso quadruplica, a massa não está ao quadrado, se eu dobrar ela dobra a energia, certo? Então, já que a Isabelly errou duas perguntas, ela que vai escolher alguém pra tentar tirar a Amanda dali.

Isabelly: Gabrielly.

Professor: então vamos Gabrielly. Sortear pra você uma pergunta aqui. Olha que beleza, saiu o número 13 de novo, que eu acabei de falar. Duas desvantagens das usinas termelétricas. (Gabrielly não prestou atenção e desistiu de responder essa. Os alunos falaram que acabaram de falar, mas ela não conseguiu).

Professor: calma, calma. Nem tudo está perdido. Pergunta 10: em uma usina hidrelétrica, quando a água desce pelo duto... não...aquela hora eu perguntei quando a água passa lá no gerador, aí transforma cinética em elétrica. Agora quando ela está vindo aqui oh (mostrando no quadro em forma de desenho) quando a água está descendo, qual energia que ela tinha no início e qual que está se transformando aqui. Mas essa tem opções: vamos lá, transformando cinética em potencial gravitacional, potencial elástica em elétrica, potencial gravitacional em cinética ou cinética em potencial elástica? A, b, c ou d? posso deixar você ver as opções (na folha do professor), talvez fica mais fácil.

Gabrielly: é... acho que é B.

Professor: errado. É a C. por quê? Resposta C fala que está transformando potencial gravitacional, porque a água está num lugar...alto né...no princípio...ela vai cair, então ela vai transformar energia potencial gravitacional em cinética...ela vai aumentar a velocidade da água que depois ...mas aqui você sabia, não tínhamos falado que no gerador era cinética em elétrica, faltava falar qual que transformava em cinética, entre as opções lá...

Amanda: Só tinha ela.

Professor: isso , só tinha ela que era alguma coisa em cinética. Então beleza. Já que você errou as duas, seu papel não vai dar 100 né? Então você vai escolher alguém pra responder agora.

Gabrielly: Ana Flávia.

Professor: kkkk, que amiga. Ana Flávia, você implicou com ela, porque ela errou, agora ela escolheu você, vamos lá.

Ana Flávia: Mas não vai ser a mesma pergunta...

Professor: não vai, quer dizer, as vezes vai. Pergunta 16: Quando eu dobro a deformação, que é o "x", o que acontece com a energia elástica?

Ana Flávia: ai gente...

Professor: fala aí... quando eu dobro o "x" que é a deformação o que acontece com a energia potencial elástica?

Ana Flávia: duplica?

Professor: duplica? Errou. É o mesmo esquema da velocidade daquela hora. Dobrou aqui, quadriplica lá, porque está ao quadrado.

Ana Flávia: ah tá.

Professor: mas vamos pra segunda pergunta, tem chance ainda. Pergunta 7, essa não saiu ainda não hein... O que é energia?

Alunos riem...

Professor: O que é energia? Desiste?

Ana Flávia: calma aí, deixa eu pensar...ai eu estou nervosa. Ah, não sei não. É o que? O que é energia?

Professor: é... a energia ...eu poderia aceitar várias respostas possíveis né? Mas assim, basicamente, é a capacidade de realizar trabalho, ou seja, se um corpo tem capacidade de realizar trabalho, o trabalho pode ser uma deformação... então por exemplo, quando eu falo que esse ventilador tem energia, é uma energia que está armazenada né, gravitacional, mas por quê? Se por caso se romper ali, ele vai cair, vai adquirir velocidade, vai causar um estrago, então ele tem energia por isso, ele vai realizar um trabalho. Tem várias definições que a gente pode aceitar aí, mas o mais simples seria essa. Capacidade de realizar trabalho. Então agora já que a Ana Flávia errou as duas ela vai escolher alguém pra responder pra mim agora.

Ana Flávia: Airam.

Professor: vamos lá então, Airam. Sortear aqui uma perguntinha, número 13, já foi o 13 três vezes, caramba...cite duas desvantagens de uma usina termelétrica.

Ana Flávia: Ah, não sai essa pra mim.

Airam: é poluente e cara.

Professor: beleza. Acertou uma. Segunda pergunta pra ela, 22: a pergunta 22 é de conta e aí vai ficar moleza pra ela, vem cá então fazer aqui pra gente no quadro, faz no quadro que aí todo mundo vê, é melhor. Calcule a energia potencial elástica de um corpo que está preso a uma mola com constante elástica de 1400N/m quando é deformado 20cm.

Este foi um trecho, retirado do diálogo entre o professor a turma 1001CN, durante a aplicação do jogo Cadeira da Inteligência, no dia 25/10/2018. A parte transcrita inclui desde o início até o minuto dezessete do áudio gravado nesta turma.

Neste trecho, é possível observar a interação entre o professor e a turma. Também é possível observar que a explicação do jogo continua durante a sua aplicação.

Neste início do jogo, os alunos ainda estavam errando muito as perguntas. Mesmo já tendo tido três encontros com explicação sobre o conteúdo presente no jogo.

É possível perceber que a utilização do jogo, principalmente pela disputa entre eles com o objetivo de ganhar, contribuiu para a aprendizagem deste conteúdo. Os alunos levam o jogo muito a sério, facilitando assim a construção do conhecimento (HUIZINGA, 2004).

Outro fato interessante, que pode ser observado neste diálogo é no que diz respeito à Teoria da Aprendizagem Significativa, que embasa este trabalho. Vimos que um dos fatores que contribuem para a aprendizagem significativa é a revisão recorrente dos assuntos já trabalhados. Quando o professor, ao utilizar o aplicativo para sortear as perguntas a serem feitas, escolhe a opção “com repetição” ele permite que possam surgir perguntas que já foram feitas e, inclusive, já foi dada a resposta. Desta forma, muitos alunos conseguiram compreender alguma coisa do conteúdo estudado ao prestarem mais atenção quando o professor estava falando a resposta de uma pergunta que alguém não soube responder, um pouco diferente das aulas tradicionais onde, muitas vezes, eles não estão tão atentos. O fato de as perguntas poderem se repetir aliado ao fato de estarem em uma competição fez com que os alunos ficassem mais motivados a prestar atenção nas explicações e interessados em aprender significativamente (Lemos, 2006), de forma que não queriam ser satirizados pelos colegas ao responderem de forma equivocada uma pergunta repetida, por exemplo, e também pelo fato de que ela poderia sair para ele novamente e ele poderia estar mais bem preparado.

Em seguida são apresentados trechos dos diálogos registrados na turma 1002CN, também no dia 25/10/2018. No intervalo de 5:00” até 7:50 foi apontada a conversa a seguir:

Professor: Então a Letícia vai escolher alguém pra responder primeiro. Duas perguntas.

Letícia: Samara.

Professor: Beleza. Samara eu vou fazer uma pergunta pra você. Sortear o número da pergunta, porque aí é mais justo, oito. Pergunta oito é a seguinte: é possível, fisicamente falando, fazer força sobre um objeto sem que haja realização de trabalho? ... Lá do comecinho da matéria. É possível fazer força em um objeto e não realizar trabalho?

Samara: depende de que objeto.

Professor: na mesa por exemplo. Posso fazer uma força nela e não realizar trabalho?

Samara: Eu acho que pode fazer sem realizar trabalho.

Professor: pode?... pode. Pode sim. Por quê? O trabalho depende do deslocamento também. Se eu fizer força na mesa, mas a força é muito pequena, tem força, mas não tem trabalho, não houve mudança de posição nenhuma. Então acertou uma. Segunda pergunta pra você. Vai ser a pergunta ... número onze que é: Qual é a unidade de medida padrão, do sistema internacional, para energia e trabalho?

Alunos: ai acho que eu sei...

Samara: a resposta é energia?

Professor: o que seria isso, a resposta em energia?

Samara: tipo assim, tipo esses negócio, energia cinética?

Professor: não sei. É a unidade de medida, no final o que a gente coloca.

Samara: metro?

Professor: errado.

Luíza: eu sei... eu sei... é joule.

Professor: isso... agora é só pra gente esclarecer, não está valendo ponto não. Qual que é gente? Joule não é?... só acertou uma pergunta, só vai escolher o papel de uma pessoa, vai.

Vale destacar que é preciso seguir as regras do jogo, mas o professor não deve abrir mão de questionar os alunos, desta forma, ajudá-los na construção do conhecimento. No diálogo citado, na primeira resposta o professor questiona a aluna porque vê que ela respondeu sem muita segurança. Ao questioná-la ele permite que sejam esclarecidas as dúvidas que ela mesma possui e também as dúvidas dos demais alunos. Assim ele atua como mediador e contribui para o desenvolvimento do aluno (REGO, 2004).

Na segunda pergunta ele permite que outra aluna responda a questão, mas nesse caso sem valer pontos para o jogo, pois não é a vez dela responder. O importante é sempre esclarecer todas as incertezas existentes.

No intervalo de 12:25 a 15:00 o professor questiona uma aluna sobre uma desvantagem das usinas hidrelétricas:

Professor: Escolhe alguém aí agora pra responder.

Aluno: A Luíza.

Professor: Luíza... pergunta treze pra Luíza, a treze é fácil: duas vantagens das usinas termelétricas... não, desculpa, duas DESVANTAGENS das usinas termelétricas.

Luíza: Quê... espera... é... poluição

Professor: por que polui mesmo?

Luíza: quê?

Professor: por que polui mesmo?

Luíza: por causa das paradas que ela solta, é isso? Esqueci o nome...ai eu esqueci o outro.

Professor: são duas. Vamos lá.

Luíza: e... (faz gesto representando dinheiro), é isso?

Professor: mais cara? Muito bem, isso aí. Então por que ela polui?... polui porque queima né? Então vai emitir gases poluentes.

Luíza: é de carvão não é?

Professor: é de carvão mineral. Isso aí. Além disso poderia falar que não é renovável. E a pergunta onze: qual é a unidade de medida padrão do sistema internacional para energia e trabalho?

Thaíza: de novo?

Luíza: Ué... Joule.

Professor: isso. Acertou duas. Vai pegar dois papeis.

Ao somar os papéis dá um total de 110 pontos que é o valor que a pessoa sentada na cadeira tem. Então surge a dúvida se ela tem o direito de sentar na cadeira ou não.

Luíza: sessenta com cinqüenta... cento e dez. viu? Quase.

Professor: é. Empate não tira da cadeira não.

Luíza: Ah... tá errado isso aí Leomir...Ah...

Samara: é de quem ficar mais tempo?

Professor: não. É de quem ficar no final. Quando der o tempo que marquei aqui, quando o celular despertar.

Neste diálogo, é importante destacar que na primeira pergunta o professor questiona a aluna, mesmo ela já tendo acertado a questão. Isso ocorre porque o professor quer verificar se ela realmente aprendeu, de forma significativa, ou apenas decorou as respostas. E, embora ela não tenha conseguido explicar muito bem, usando as palavras que o professor pretendia ouvir, foi possível verificar que ela tinha entendido esta parte do conteúdo. Na mesma pergunta, sobre uma característica das usinas termelétricas, o professor aceita uma resposta que foi apenas gestual. A aluna, na intenção de dizer que a termelétrica é mais cara em comparação com outras fontes faz um gesto, muito popular, que representa dinheiro. Desta forma o professor aceitou a resposta.

Este fato se deve ao que foi visto no referencial teórico que embasa este trabalho: quando se busca uma aprendizagem significativa não se deve buscar uma resposta específica, do jeito que o professor deseja, mas sim busca que o aluno construa a resposta com as suas palavras, da forma como ele entendeu, ou até mesmo gestos. Assim como afirma Moreira (2011, p.26): “uma aprendizagem significativa não pode depender do uso de determinados signos em particular”. O professor deve permitir respostas que utilizem uma linguagem mais acessível ao aluno (BRAATHEN, 2012).

No dia 08/11/2018 foi aplicado o jogo de tabuleiro Monopólio de Energia e o professor usou, novamente, o celular para gravar áudios dos diálogos e interações entre os alunos. O professor gravou três áudios na turma 1001 e dois na turma 1002. Foram nomeados de “1001 parte 1” (15:44), “1001 parte 2” (26:42), “1001 parte 3” (24:05), “1002 parte 1” (11:59) e “1002 parte 2” (47:22). A tarefa de transcrever esses áudios foi bem mais difícil do que da outra aula, isto porque no jogo da cadeira da inteligência os alunos estavam sentados enfileirados e na maior parte do tempo, em silêncio. É possível ouvir nitidamente as palavras ditas pelo professor que está mais próximo do celular gravando e também é possível escutar as falas dos alunos respondendo às perguntas. No jogo de tabuleiro os alunos estão sentados em grupos e são vários

grupos conversando ao mesmo tempo. Desta forma, foi mais trabalhoso fazer a transcrição dos áudios. Os alunos dificilmente serão identificados por nome nesta etapa.

Na turma 1001CN foi possível ver o seguinte diálogo (“1001 parte 1 (08:45 a 09:07):

Aluno: Leomir, o que acontece quando faz a pergunta e a pessoa erra?

Professor: ela vai tirar uma carta de revés.

Aluno: e o que acontece?

Professor: faz o que tiver escrito aí. A sorte vai ser sempre ganhar algum dinheiro, alguma coisa assim e o revés você vai ter que pagar.

Este diálogo envolve dúvidas quanto às regras do jogo, assim como este outro (“1001 parte 1” 11:15 a 11:55):

Aluno: Leomir, aqui o primeiro, segundo e terceiro nível é a rodada?

Professor: não. É o seguinte. Se você tiver uma casinha dessa... quem é esse azul aqui?

Amanda: eu.

Professor: você? Então ...a Amanda comprou esta termo aqui, se ela comprar essa aqui também, ela tem duas da mesma cor, então se alguém parar na propriedade dela vai pagar aluguel nível dois... e se ela comprar as três aí nível três, aí fica rico, milionário. Então a idéia é você sempre comprar da mesma cor. Mas é difícil né...

Depois foi possível observar a conversa entre duas alunas em um grupo que estava jogando (10:20 a 10:55). Uma delas caiu em uma casa de perguntas, no tabuleiro, e a outra fez a pergunta pra ela:

A1: em uma usina hidrelétrica, quando a água passa pela turbina acoplada ao gerador, há conversão de qual tipo de energia elétrica... não ... há conversão de qual tipo de energia em energia elétrica? É uma energia, aí passa pra outro tipo.

A2: não sei...

A1: não vai responder não? Energia cinética. É energia cinética, aí passa pela turbina lá e vira energia elétrica. Tire um revés.

A2: este carro está gastando muito combustível. Pague 90.

Na turma 1001cn, por volta do minuto 17:00, do segundo áudio gravado, uma aluna disse:

Aluna: Leomir, traz em todas as aulas.

A aluna estava se referindo ao jogo. Os alunos gostaram bastante do jogo de tabuleiro, pois conseguiram aprender e revisar o conteúdo, de uma forma bem divertida.

Outra parte interessante foi quando houve um leilão. Entre 22:30 e 25:00 do áudio 1001 parte 2, um dos jogadores não tinha mais dinheiro para pagar o aluguel e foi obrigado a hipotecar

uma de suas propriedades. Sendo assim ele a vendeu ao banco pela metade do preço e esta propriedade foi para leilão:

Alunos: professor, como faz quando ele não tem dinheiro pra pagar?

Professor: tem que vender alguma propriedade que ele tiver. O que ele tem aí?

Aluno: tem essa aqui.

Professor: qual é o valor dela, que ele pagou nela, escrito na propriedade aí?

Aluno: 280.

Professor: então ele vende ela ao banco por metade do preço, ou seja, 140. E aí ela vai pra leilão.

Aluno: Como funciona o leilão?

Professor: vou fazer com vocês. Quem quer comprar essa propriedade aqui?

Aluno: mas por quanto?

Professor: uai. É leilão. Quem pagar mais leva.

Alunos: eu pago 60... 100 ... 110...

Professor: mais alguém?

Aluno: eu pago 500.

Alunos riem porque este aluno não tem esse dinheiro e ele desiste de comprar.

Professor: alguém mais?

Alunos: eu quero... 150... 160... 180... 190 meu bem...

Professor: 190 final? Então fechou. Ela comprou uma propriedade que valia 280 por 190.

No áudio 1001 parte 3 no inicio acontece um diálogo entre o professor e uma aluna que questiona sobre ser possível aceitar mais de uma resposta em algumas questões:

Professor: Qual é o problema Ana Paula?

Ana Paula: o problema é que tem várias respostas.

Professor: Então... mas não vale a pena aceitar a resposta que está certa não?

Ana Paula: vale a pena, mas aqui não está.

Professor: Não está todas uai... não tem só uma resposta certa.

Como já foi dito anteriormente, é preciso ser flexível na aceitação das respostas e, embora os alunos cobrem isto do professor, esta aluna questionou isto.

No minuto 1001 parte 3 (13:15 a 13:55) os alunos, que já estão acertando as perguntas com mais facilidade, querem trocar as perguntas. O professor diz que já está na hora de encerrar a aula e, conseqüentemente, o jogo. Mas os alunos querem continuar jogando.

A1: o trabalho é uma grandeza escalar ou vetorial?

A2: escalar.

A1: Leomir, tem que trocar as perguntas aí.

A3: O Leomir. Tem como trocar as perguntas não?

Professor: como assim trocar as perguntas?

A3: troca com outro grupo.

Professor: é tudo igual. Mas também já acabou né? Acabando a aula já...

A3: ah não. Está legal.

É importante destacar que os alunos, neste momento, já estão acertando a maioria das perguntas, já estão muito mais familiarizados com o tema estudado, o que não estava acontecendo no início da aplicação do primeiro jogo.

No fim da aula um dos alunos ainda pediu que trouxesse o jogo mais vezes (1001 parte3 18:05 a 18:20)

Aluno: ficou muito bom, ta Leomir? Traz mais vezes.

Professor: muito obrigado. Vou trazer na próxima aula.

E outro aluno pediu que o professor desse o jogo de tabuleiro para ele, no áudio “1002 parte 1 10:10”:

Aluno: Professor, depois você dá esse jogo pra mim?

Professor: eu vou usar em outra sala...

Aluno: aí depois você dá pra mim?

Professor: vou pensar no seu caso...

Outros alunos pediram para tirar fotos das perguntas do jogo (“1002 parte 2 25:28”):

A1: Leomir, a gente tirou foto das perguntinhas pra poder estudar pra prova ta?

Professor: tudo bem. A prova vai estar fácil.

A1: que dia?

Professor: Na próxima aula. Na próxima quinta é feriado e na outra é a prova, dia vinte e dois.

A1: essa matéria é fácil...

A2: Leomir, dá a prova em dupla?

Professor: vou pensar sobre isso.

É um fato que não costuma acontecer em aulas tradicionais. Os alunos demonstraram muito interesse e estavam motivados durante a execução do jogo, fato este que aumenta as chances de aprendizagem do conteúdo (FRIEDMAN, 1996).

Na aplicação do jogo de tabuleiro houve grande interação por parte dos alunos e, nesta etapa, o professor/pesquisador se tornou apenas um mediador do processo de aprendizagem. Os próprios alunos construíram o conhecimento nos momentos de interação provocados pelo jogo.

As diferenças entre os alunos foram fundamentais e nesta etapa muitos alunos que têm mais facilidade e já tinham conseguido compreender o conteúdo estudado foram importantes para ajudar os colegas a assimilarem o que ainda não tinham conseguido compreender. Como afirma Moreira (2009, p.22) quando a interação ocorre dentro da zona de desenvolvimento proximal, ou seja, entre o que aluno consegue fazer com ajuda dos companheiros ou professor e o que ele consegue fazer sozinho, há o desenvolvimento e a compreensão de algo novo. Desta forma acontece um “bom aprendizado” (VYGOTSKY, 1991, p.60).

6.3 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO FINAL UTILIZANDO O APLICATIVO “PLICKERS”

Conforme já foi mencionado anteriormente, esta etapa da sequência didática foi realizada de maneira individual. Os alunos responderam a 10 questões escolhidas pelo professor, envolvendo o conteúdo estudado durante este bimestre. Estas questões se encontram no apêndice “E” desta dissertação.

Nesta etapa o professor utilizou o aplicativo plickers e seu site gerou um consolidado com os resultados que serão analisados nesta seção. Como a aplicação ocorreu em duas turmas distintas o consolidado foi dividido em duas partes. A figura 31 apresenta o consolidado da turma 1001CN e a figura 32 o da turma 1002CN. Os nomes dos alunos foram borrados, para manter o sigilo.

Figura 31: Resultado da turma 1001CN na atividade do plickers

Name ^	Total	Set 1 Today 9:33 AM • 64%					SET 2 Today 9:52 AM • 85%			Set 3	Set 4
		Goku é um super saojin, que nas horas	Um ciclista desce uma ladeira, com	Uma das modalidades presentes nas	Em uma usina hidrelétrica quando a	Sobre as afirmacoes abaixo	Alguns atómos antigos	Quando um corpo cai, em queda livre, o	Quando dobramos a velocidade o	A Energia Cláética é um tipo de	A Energia Potencial Gravitacional
Class Average	77%	71%	75%	63%	64%	48%	100%	60%	96%	100%	96%
[Redacted]	90%	D	D	B	A	C	C	A	B	C	A
[Redacted]	70%	B	D	D	C	C	C	B	B	C	A
[Redacted]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
[Redacted]	80%	D	D	B	A	D	C	A	B	C	A
[Redacted]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
[Redacted]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
[Redacted]	100%	D	D	B	A	C	C	B	B	C	A
[Redacted]	88%	-	-	B	C	C	C	B	B	C	A
[Redacted]	60%	D	D	B	B	D	C	A	B	C	D
[Redacted]	89%	D	D	-	A	D	C	B	B	C	A
[Redacted]	70%	D	C	C	A	D	C	B	B	C	A
[Redacted]	70%	D	D	C	A	D	C	B	A	C	A
[Redacted]	60%	B	D	D	C	C	C	A	B	C	A
[Redacted]	100%	D	D	B	A	C	C	B	B	C	A
[Redacted]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
[Redacted]	70%	D	A	C	A	D	C	B	B	C	A
[Redacted]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
[Redacted]	70%	B	D	B	C	C	C	A	B	C	A
[Redacted]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
[Redacted]	60%	C	B	C	A	A	C	B	B	C	A
[Redacted]	80%	D	D	B	A	D	C	A	B	C	A
[Redacted]	80%	D	D	C	A	D	C	B	B	C	A
[Redacted]	70%	D	D	B	C	D	C	A	B	C	A
[Redacted]	80%	D	D	B	A	D	C	A	B	C	A
[Redacted]	90%	D	D	B	C	C	C	B	B	C	A
[Redacted]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
[Redacted]	70%	D	A	C	A	D	C	B	B	C	A
[Redacted]	100%	D	D	B	A	C	C	B	B	C	A
[Redacted]	80%	B	A	B	A	C	C	B	B	C	A
[Redacted]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
[Redacted]	70%	B	D	D	C	C	C	B	B	C	A
[Redacted]	80%	D	D	B	A	D	C	A	B	C	A
[Redacted]	60%	A	C	B	C	C	C	A	B	C	A

Fonte: *printscreen* da tela do site www.plickers.com

Figura 32: Resultado da turma 1002CN na atividade do plickers

Name ^	Total	Set 1 Today 10:56 AM 57%					SET 2 Today 11:08 AM 80%			Set 3	Set 4
		Goku é um super sayajin, que nas horas	Um ciclista desce uma ladeira, com	Uma das modalidades presentes nas	Em uma usina hidráulica queda a	Sobre as afirmativas abaixo	Alguns relógios antigos	Quando um corpo cai, em queda livre, o	Quando dobramos a velocidade o	A Energia Cinética é um tipo de	A Energia Potencial Gravitacional
Class Average	72%	52%	0%	74%	74%	83%	100%	43%	96%	100%	96%
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70%	C	C	B	A	C	C	A	B	C	A
	80%	D	C	B	A	C	C	C	B	C	A
	60%	D	C	D	D	A	C	B	B	C	A
	80%	B	B	B	A	C	C	B	B	C	A
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	90%	D	B	B	A	C	C	B	B	C	A
	70%	C	C	B	A	C	C	C	B	C	A
	70%	C	C	B	A	C	C	C	B	C	A
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60%	C	C	A	A	C	C	A	B	C	A
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	70%	C	C	B	A	C	C	C	B	C	A
	90%	D	B	B	A	C	C	B	B	C	A
	50%	D	C	D	D	D	C	B	C	C	A
	60%	C	C	B	D	C	C	C	B	C	A
	70%	C	A	A	A	C	C	B	B	C	A
	80%	D	A	B	A	C	C	C	B	C	A
	70%	B	C	B	A	C	C	A	B	C	A
	80%	D	B	B	A	C	C	B	B	C	B
	70%	D	C	B	D	A	C	B	B	C	A
	60%	A	B	D	D	C	C	B	B	C	A
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	80%	D	C	B	A	C	C	A	B	C	A
	80%	D	B	B	A	C	C	C	B	C	A
	50%	D	C	D	D	A	C	A	B	C	A
	80%	D	C	B	A	C	C	C	B	C	A
	80%	C	B	B	A	C	C	B	B	C	A

Fonte: *printscreen* da tela do site www.plickers.com

De uma maneira geral os alunos se saíram bem nesta atividade. Na turma 1001CN tivemos 77% de acertos e na turma 1002CN 72% de acertos. As questões 6 e 9 tiveram 100% de acertos em ambas as turmas, sendo que a questão número 6 se referia a energia potencial elástica relacionando-a com um relógio movido a corda e a questão número 9 versava sobre a energia cinética relacionando-a com o movimento.

Os alunos gostaram muito desta atividade e ela também é muito interessante para o professor, pois apresenta os resultados por questão e por aluno, de maneira que o professor possa fazer as intervenções que achar necessárias.

Em comparação com as respostas dadas pelos alunos durante os jogos, principalmente no primeiro jogo, é possível observar que no decorrer da aplicação dos jogos os alunos conseguiram aprender bastante sobre o conteúdo estudado. No início dos jogos os alunos erravam muito as respostas e, nesta última atividade, tiveram um desempenho que pode ser considerado bom.

Isso mostra que a grande interação ocorrida durante os jogos, entre professor e alunos e entre os próprios discentes, foi muito importante para a construção do conhecimento (Moreira, 2009) e a consolidação das competências e habilidades previstas no currículo mínimo do estado (RIO DE JANEIRO, 2012).

Desta forma, pode-se afirmar que o fato dos alunos estarem motivados com a estratégia utilizada favoreceu a promoção do desenvolvimento de habilidades importantes para o seu desenvolvimento e permitiu a construção do conhecimento (SANTANA, 2008).

6.4 ANÁLISE DA PROPOSTA QUESTIONÁRIO EM GRUPO

No último encontro desta sequência foi aplicado um questionário para que os alunos avaliassem a sequência didática elaborada pelo professor. O mesmo continha cinco questões abertas, sendo que as duas primeiras indagavam se gostaram da utilização e se aprenderam o conteúdo com a utilização dos dois jogos didáticos. A terceira questão era sobre a utilização de simulações virtuais e atividades em grupo. A quarta indagava sobre a sequência didática completa, de uma forma geral, questionando se gostavam deste tipo de atividade ou se preferiam as aulas tradicionais. E a quinta e última pergunta era sobre utilizar ou não uma sequência como esta em suas aulas, uma vez que os alunos entrevistados estão cursando a modalidade normal e, provavelmente, serão futuros professores.

O quadro a seguir mostra alguns trechos das respostas dadas pelos alunos:

Quadro 10: Respostas do alunos na Avaliação da Proposta

Questão	Respostas
Façam um comentário sobre a Cadeira da Inteligência, dizendo se gostaram da sua utilização e se aprenderam o conteúdo com o jogo.	<p>“Gostamos, preferimos aulas assim pois interagimos mais” (G3).</p> <p>“Sim. Com as perguntas que foram feitas podemos responder e usando o jogo que traz interesse nosso” (G4).</p> <p>“Sim, pois foi um jeito de interagir com a turma e fazer com que ela aprendesse ao mesmo tempo” (G8).</p>
Façam um comentário sobre o jogo de tabuleiro Monopólio de Energia, dizendo se gostaram e se aprenderam o conteúdo durante a aula em que o jogo foi aplicado. Sugerem alguma mudança nas regras?	<p>“Gostamos muito, aprendemos um pouco. Ao invés de ficar na prisão por três rodadas, ficar por duas só. E me dá o jogo que falou que ia dar” (G2).</p> <p>“O jogo é muito bom e educativo, porém é muito demorado” (G9).</p> <p>“Sim, que mudasse a regra de aluguel para um preço só, o preço da compra.</p>

	<p>Adoramos muito jogar pois uma muito interativa que foi muito educativa” (G11).</p> <p>“Sobre o jogo de tabuleiro, achamos muito legal e interessante, pois além de ser divertido, nos faz aprender e trabalhar em grupo. Na nossa opinião, não seria necessário nenhuma mudança” (G8).</p>
<p>Além dos jogos, vocês gostaram das atividades em grupo? E da simulação virtual que demonstra a conservação e a dissipação de energia em uma pista de skate?</p>	<p>“Sim, pois desenvolvemos o companheirismo. Gostamos muito também, pois é uma forma diferente de explicar e que nos chamou muito a atenção” (G1).</p> <p>“Sim, melhor impossível, a aula foi muito mais atrativa” (G3).</p> <p>“Sim, gostamos de tudo. Melhor bimestre de física” (G11).</p>
<p>Agora de uma forma geral, vocês gostaram da utilização dessa sequência que é um pouco diferente das aulas tradicionais ou preferem as aulas tradicionais com explicação do conteúdo pelo professor e resolução de exercícios? Como esta entrevista está sendo realizada em grupo, favor mencionar se houver divergências quanto às respostas.</p>	<p>“Nós preferimos as aulas diferentes, pois nos chamam mais atenção e despertam a vontade de participar das aulas” (G1).</p> <p>“Parte prefere ela tradicional com explicação do conteúdo e exercícios, pois confunde menos. A outra parte acha que com os jogos fica mais dinâmico” (G6).</p> <p>“Gostamos muito dessas aulas que “fogem” das aulas tradicionais” (G7).</p> <p>“Gostamos dos dois modos, mas com os jogos aprendemos nos divertindo e isso foi muito mais legal e interessante” (G11).</p> <p>“Preferimos os jogos, pois são diferentes e nos ajudou a aprender de um jeito diferente” (G5).</p>
<p>Como futuros professores, vocês utilizariam uma sequência didática envolvendo a utilização de jogos em suas aulas?</p>	<p>“Sim, pois é sempre bom alguma mudança e sair um pouco da rotina” (G12).</p> <p>“Sim” (G10, G3, G5, G6, G8).</p>

	<p>“Sim, achamos um ótimo método” (G7).</p> <p>“Sim, pois temos mais interesse da turma e ajuda no desenvolvimento deles no conteúdo aplicado através dos jogos e de outros tipos de materiais usados” (G4).</p>
--	--

Fonte: Elaborado pelo autor

Como já era de se esperar, a avaliação da proposta por parte dos alunos foi boa e eles consideraram, em sua maioria, que a sequência didática apresentada contribuiu para a aprendizagem, pois manteve o interesse da turma e saiu um pouco da rotina. Inclusive os alunos relataram o interesse em utilizar a estratégia em suas aulas, quando concluírem o curso.

A sequência didática foi avaliada pelos alunos como uma forma interativa e ao mesmo tempo educativa, além de legal e interessante. Os discentes, em sua maioria, disseram que esta forma diferente de explicar chama mais atenção e desperta a vontade de participarem das aulas. Também observaram que acabaram por aprender enquanto estavam se divertindo.

E, embora a grande maioria dos alunos tenha gostado do método utilizado, foi possível observar que também existem alunos que preferem as aulas tradicionais. O professor/pesquisador já havia observado este detalhe na aplicação de um dos jogos e por isso pediu que o fato fosse mencionado caso algum aluno do grupo discordasse dos demais.

Enfim, a proposta foi válida, os alunos demonstraram interesse e houve grande interação entre os mesmos, colaborando com a aprendizagem dos conteúdos. Este fato foi observado pelos próprios alunos e citado em suas respostas, de forma que eles também conseguiram concluir que o interesse da turma pelo conteúdo ministrado é importante para a aprendizagem e que é possível aprender através da interação, tanto entre aluno e professor, quando entre aluno e aluno. Ou seja, é possível aprender de forma divertida.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o intuito de melhorar a aprendizagem dos conteúdos estudados em Física, no ensino médio e aumentar o interesse dos alunos por esta disciplina, desenvolveu-se esta pesquisa que culminou na elaboração de um produto educacional envolvendo, entre outras atividades, a utilização de dois jogos didáticos.

Toda a sequência didática elaborada esteve voltada para provocar uma maior interação entre os alunos e aumentar o interesse e a motivação dos mesmos durante as aulas de Física. A sequência foi pautada em referenciais teóricos da linha construtivista, inspirando-se nas idéias de Ausubel e Vygotsky.

Buscou-se elaborar um material que atendesse as expectativas dos alunos em relação à aprendizagem, isto é, uma proposta que fosse vista por parte dos alunos como algo interessante, mas que não deixasse a desejar no quesito conteúdo, abordando assim o estudo de energia, em especial as competências e habilidades previstas pelo currículo mínimo do estado do Rio de Janeiro (RIO DE JANEIRO, 2012).

O produto educacional desenvolvido por este professor/pesquisador foi aplicado no Instituto de Educação Éber Teixeira de Figueiredo, uma escola da rede estadual fluminense, sendo o mesmo aplicado em duas turmas de ensino médio, na modalidade curso normal. A escolha destas turmas se justificou pelo fato de serem alunos que serão futuros professores, o que aumentou a relevância da proposta, uma vez que os sujeitos da pesquisa teriam um duplo interesse nesta participação.

A sequência foi desenvolvida desde meados de 2017 e foi aplicada no quarto bimestre de 2018. Foram coletados dados através de questionários e áudios gravados durante as aulas.

A maior dificuldade durante a execução do projeto foi a parte de transcrever os áudios gravados, isto porque a qualidade da gravação não foi muito boa e, pela observação do professor, este acredita que mesmo com um gravador de melhor qualidade seria difícil capturar de maneira eficiente os diálogos e interações entre os alunos, pois quando se busca fugir das aulas tradicionais torna-se necessário fugir de toda aquela ideia de alunos quietos e sentados enfileirados. Desta forma, a própria interação, que foi o alvo da proposta, em alguns momentos, foi obstáculo para coletar dados importantes para a avaliação do desenvolvimento do projeto.

Mesmo assim, pode-se dizer que a proposta mostrou-se eficiente e atendeu aos anseios do professor/pesquisador, tendo também grande aceitação por parte dos discentes, que elogiaram muito o trabalho desenvolvido.

Acredita-se que todos os objetivos foram alcançados e mostrou-se que os jogos didáticos podem ser instrumentos eficazes para auxiliar a aprendizagem dos conceitos estudados em

Física, aumentando a interação entre os alunos e deixando-os motivados em relação à escola, que é uma tarefa muito difícil nos dias de hoje, fato este observado nas experiências diárias deste professor/pesquisador.

Enfim, considerando o referencial adotado, o desenvolvimento do produto educacional, a aplicação e a análise dos dados, pode-se dizer a pesquisa obteve êxito e foram encontrados indícios de aprendizagem significativa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, P. N. *Educação lúdica: Técnica e Jogos Pedagógicos*. 11ª ed. São Paulo: Loyola, 2003.

ALVARENGA, B. e MÁXIMO, A. *Física*. Volume 1. São Paulo: Scipione, 2006.

ALVARENGA, B. e MÁXIMO, A. *Curso de Física*. Volume 1. São Paulo: Scipione, 2011.

ALONSO, M. e FINN, E. J. *Física um Curso Universitário*. Vol. 1 Mecânica, 2ª ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1972.

ANDRÉ, M. O que é um estudo de caso qualitativo em educação? *Revista da FAEBBA – Educação e Contemporaneidade*, v. 22, n. 40, p. 95-103, 2013.

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

BARDIN, L. *Análise de Conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2011.

BOGDAN, R. e BIKLEN, S. K. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto, Portugal: Editora Porto, 1994.

BRAATHEN, P.C. Aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa no processo de ensino-aprendizagem de química. *Revista Eixo*, v. 1, n. 1, p. 74-86, 2012.

BRASIL. *Estatuto da Criança e do Adolescente*. Lei Federal 8069 de 13/07/1990. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/Ccivil_03/leis/L8069.htm>.

BRASIL. *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*. Lei número 9394, 20 de dezembro de 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/Ccivil_03/leis/L9394.htm>.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Física*. Brasília: MEC/SEF, 1998.

COCHITO, M.I.S. *Cooperação e aprendizagem: educação intercultural*. Lisboa: ACIME, 2004.

COLAGRANDE, E. A. *Desenvolvimento de um jogo didático virtual para o aprendizado do conceito de mol*. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, 2008.

CUNHA, H.S. *Brinquedo, desafio e descoberta*. 1ª edição. Rio de Janeiro: Editora FAE, 1998.

FARIA, W. *Mapas Conceituais: aplicações ao ensino, currículo e avaliação*. São Paulo: EPU - Temas Básicos de Educação e Ensino, 1985.

FATARELI, Elton Fabrino *et al*. *Método cooperativo de aprendizagem jigsaw no ensino de cinética química*. *Química Nova na Escola*, v. 32, n. 3, p. 161-168, 2010.

FRIEDMANN, A. *O direito de brincar: a brinquedoteca*. 4ª ed. São Paulo: Abrinq, 1996.

FROEBEL, F. A. *A educação do homem*. Tradução de Maria Helena Câmara Bastos. Passo Fundo – RS: Editora UFP, 2001.

GASPAR, A. *Física*. Volume Único. São Paulo: Ática, 2003.

GASPAR, A. *Compreendendo a Física*. 2ª edição. Volume 1 Mecânica. São Paulo: Ática, 2013.

GOMES, R.R.; FRIEDRICH, M.A. *Contribuições dos jogos didáticos na aprendizagem de conteúdos de Ciências e Biologia*. Rio de Janeiro, Anais EREBIO, 2001.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R. e WALKER J. *Fundamentos de Física: mecânica*. Volume 1. Tradução e Revisão Técnica Ronaldo Sérgio de Biasi. 8ª edição. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

HUIZINGA, J. *Homo Ludens – O jogo como elemento da cultura*. São Paulo: Perspectiva, 2005.

KISHIMOTO, T. M. (org.). *Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação*. São Paulo: Cortez, 2001.

KISHIMOTO, T. M. *O Jogo e a educação infantil*. São Paulo: Pioneira, 2003.

JOHNSON, D. W., & JOHNSON, R. (1999). *Learning together and alone: Cooperative, competitive, and individualistic learning* (4nd ed.). Boston: Allyn& Bacon.

LE MOS, E.S.A aprendizagem significativa: estratégias facilitadoras e avaliação. *Aprendizagem Significativa em Revista*, v.1, n.1, p.25-35, 2011. Disponível em: <<https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/16653>>.

LOPES, M. G. *Jogos na Educação: criar, fazer e jogar*. 4º Ed. São Paulo: Cortez, 2001.

LOCATELLI, A. *Lúdico, como Recurso Pedagógico, nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental de uma escola Municipal de Imperatriz – MA*. Monografia. Faculdade Santa Teresinha, 2009.

MACEDO, L. *Competências e habilidades: elementos para uma reflexão pedagógica*. In: Exame Nacional do Ensino Médio (Enem): fundamentação teórico-metodológica/Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Brasília: O Instituto, 2005.

MACEDO, L. *4 cores, senha e dominó*. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1998.

MOREIRA, M. A. O que é afinal Aprendizagem significativa? Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 2012. Publicado em *Quirriculum: Revista de teoria, investigación y práctica educativa*. La Laguna, Espanha. N°25 (marzo 2012), p.29-56.

MOREIRA, M. A. *Teorias de aprendizagem*. São Paulo: EPU, 1999. 195 p.

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*. São Paulo: Centauro, 2010.

MOREIRA, M. A. Mapas Conceituais como Instrumentos para Promover a Diferenciação Conceitual Progressiva e a Reconciliação Integrativa. *Ciência e Cultura*, 32, v. 4: 474-479, 1980.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa: Um conceito subjacente. *Aprendizagem Significativa em Revista* – V1(3), pp. 25-46, 2011. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID16/v1_n3_a2011.pdf Acesso em: 23 fev. 2018.

NOVAK, J.D. e GOWIN, D.B. *Aprender a Aprender*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1986.

PEREIRA, R.F.; FUSINATO, P.A.; NEVES, M.C.D. Desenvolvendo um jogo de tabuleiro para o ensino de Física. *VII ENPEC*. Florianópolis, 2009.

PIETROCOLA, M. *et al. Física em contextos*. v.2. São Paulo: Editora do Brasil, 2016.

RAMALHO, F.; NICOLAU, G. F.; TOLEDO, P. A. *Vol.1*. 9ª edição. São Paulo: Moderna, 2007.

RAMOS, E. M. F.; FERREIRA, N. C. Brinquedos e jogos no ensino de Física. In: Roberto Nardi. (Org.). *Pesquisa em Ensino de Física*. 3ª edição, p.105-125. São Paulo: Escrituras, 2004.

REGO, T. C. *Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação*. 25. ed. Petrópolis: Vozes, 2014. 139 p.

RIO DE JANEIRO. *Currículo Mínimo - Física*. Rio de Janeiro: Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro, 2012.

SANTANA, E. M. *A Influência de atividades lúdicas na aprendizagem de conceitos químicos*. Belo Horizonte, In: SENEPT, 2008.

STUDART, N., “Simulações, Games e Gamificação no Ensino de Física”, in: Atas do XXI SNEF - Simpósio Nacional de Ensino de Física. Uberlândia: 2015. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxi/sys/resumos/T0150-31.pdf>

TAVARES, R. Construindo Mapas conceituais. *Ciências & Cognição*. Vol. 12: 72-85, 2007. Disponível em: <<http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v12/m347187.pdf>>.

TEZANI, T. C. R. O jogo e os processos de aprendizagem e desenvolvimento: aspectos cognitivos e afetivos. *Mostra das Produções Científicas Fênix*, v.1, p. 233 – 244, 2004.

VIEIRA, P. N. B. *Estratégias Alternativas de Ensino-Aprendizagem na Matemática: estudo empírico de uma intervenção com à aprendizagem cooperativa, no contexto do ensino profissional*. 271 f. Dissertação (Mestre em Psicologia) – Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação da Universidade do Porto, 2000.

VILLAS BÔAS, Newton; DOCA, Ricardo Helou; GUALTER, José Biscuola. Física. Vol.1. 2ªedição. São Paulo: Saraiva, 2013.

VYGOTSKY, L. S. *Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar*. Tradução de Maria da Penha Villalobos. 2. ed. São Paulo: Ícone, 1988, p. 103-117.

VYGOTSKY. L. S. *A Formação Social da Mente*. 4ª edição brasileira. São Paulo: Livraria Martins Fontes, 1991.

YOUNG, H. e FREEDMAN, R. *Física I*. 12ª edição. São Paulo: Adisson Wesley, 2008.

ZANON, D. A. V. ; GUERREIRO, M. A. S. ; OLIVEIRA, R. C. Jogo didático Ludo Químico para o ensino de nomenclatura dos compostos orgânicos: projeto, produção, aplicação e avaliação. *Ciências & Cognição (UFRJ)*.v. 13. Rio de Janeiro, 2008.

APÊNDICE A – TEXTO “NAS ÁGUAS DO NIÁGARA” E QUESTIONÁRIO INICIAL

Nas águas do Niágara



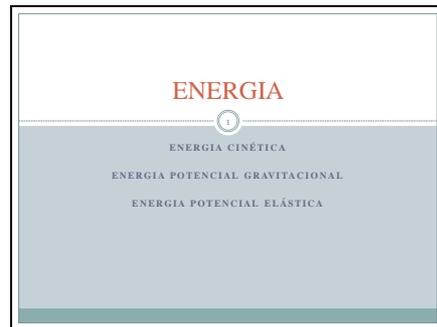
A eletricidade é um fenômeno que sempre despertou o interesse da humanidade e a evolução da sociedade está muito relacionada com o desenvolvimento e aperfeiçoamento dos fenômenos elétricos. Um grande impasse era como gerar eletricidade para atender lugares distantes e para atender cada vez mais pessoas e fábricas. Tudo precisava da eletricidade! Um grande passo foi dado, em 1831, quando o físico inglês Michael Faraday descobre a indução eletromagnética que é o princípio por trás dos geradores elétricos, ou seja, descobre que é possível transformar energia mecânica (movimento) em energia elétrica. O transporte de eletricidade a longas distâncias, só tornou-se possível com a invenção do sistema de geração de eletricidade em corrente alternada desenvolvido por Nikola Tesla, outro físico muito importante nesta história e após seus estudos sobre a aplicação da corrente alternada de alta frequência, o acoplamento de dois circuitos por indução mútua, entre outras patentes foi possível o surgimento de novos tipos de geradores e transformadores. E desta forma, em 1886, a Niagara Falls Power Company terminou a construção de canais subterrâneos, que desviavam água do Rio Niágara para turbinas, sendo este sistema capaz de produzir até 75 Megawatts de eletricidade, que era transportada até Buffalo, localizada no estado de Nova Iorque, a 32 km das Cataratas do Niágara. Companhias privadas do lado canadense também começaram a aproveitar a energia das cataratas. Foi um fato marcante na história da eletricidade! Era dada a largada para uma nova revolução, surgindo em todo o mundo novas usinas geradoras de energia elétrica, destacando-se inicialmente as hidrelétricas e termoeletricas. E até hoje a sociedade continua buscando novas formas de geração de eletricidade. Diante desse contexto convido vocês a responderem as questões:

- 1 – De que forma a geração de energia elétrica foi importante para o desenvolvimento da sociedade?
- 2 – Como funciona uma usina hidrelétrica e quais os tipos de energia que estão envolvidos desde o início da geração, quando o rio ainda se encontra no seu curso normal até o momento em que a água passa pela turbina?
- 3 – Quais os impactos sociais e ambientais causados pela instalação de uma usina hidrelétrica? E como funciona uma termelétrica?
- 4 – Cite algumas formas de obtenção de energia elétrica e que sejam eficientes e sustentáveis.

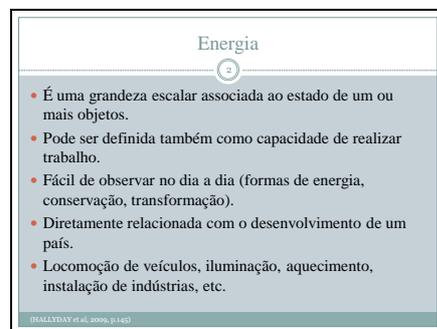
APÊNDICE B – SLIDES UTILIZADOS NO SEGUNDO ENCONTRO

Slides 2º encontro (Disponível em: <https://goo.gl/kkZRc5>).

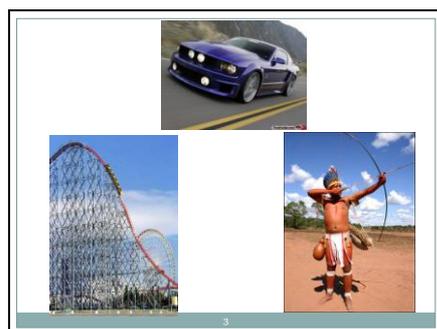
Slide 1



Slide 2



Slide 3



Slide 4

Trabalho

4

- Trabalho é uma grandeza física que pode ser definida como a energia transferida para um objeto ou de um objeto através de uma força que age sobre o mesmo.
- Trabalho positivo = força no mesmo sentido do deslocamento
- Trabalho negativo = força contrária ao deslocamento
- Obs.: Só há trabalho se houver deslocamento.



Slide 5

Trabalho

5

- O trabalho pode ser obtido pelo produto entre Força, deslocamento e cosseno do ângulo formado entre estas grandezas.

$$W = F \cdot d \cdot \cos\theta$$

Slide 6

Exemplo 1

6

- Uma pessoa arrasta um corpo sobre uma superfície horizontal exercendo, sobre ele, uma força $F = 10\text{N}$ como mostra a figura deste exercício. Sabendo-se que o corpo se desloca de A até B, responda:

- a) Qual é o valor do ângulo θ entre a Força F e o deslocamento do corpo?
- b) Qual foi o trabalho realizado pela pessoa?

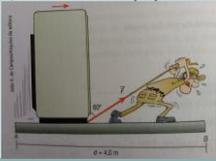


IMAGEM: ALVARENGA, 2011, p.100

Slide 7

Energia Cinética

7

- Um corpo possui energia quando tem capacidade de realizar trabalho. Logo, um corpo em movimento possui energia. Esta energia é chamada de Energia Cinética.
- Quando um corpo de massa "m" está se movendo com uma velocidade "v", ele possui energia cinética "Ec" dada pela expressão:

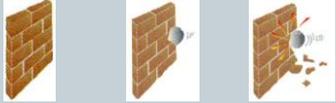
$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

Slide 8

Energia Cinética

8

A pedra com maior velocidade irá provocar maior estrago porque possui uma energia cinética maior.



Slide 9

Energia cinética

9

A pedra de maior massa provocará maior estrago, ou seja, realiza um trabalho maior, possui maior energia cinética.

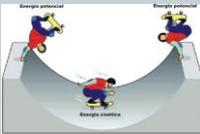


Slide 10

Exemplo 2

10

- O skatista a seguir possui massa de 75kg e velocidade de 5m/s, quando se encontra na parte mais baixa da rampa.
- a) Qual é o valor de sua Energia Cinética?
- b) O que acontece com a Energia cinética se a velocidade for dobrada?



https://www.sobiologia.com.br/conteudos/otava_serje/Energias.php

Slide 11

Energia Potencial Gravitacional

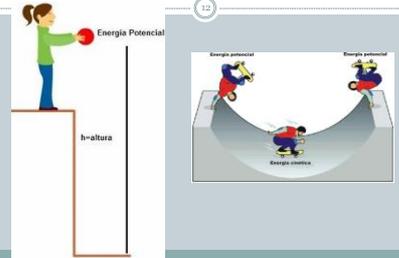
11

- Um corpo situado a uma certa altura possui energia potencial gravitacional, pois tem capacidade de realizar trabalho.
- A energia potencial é uma energia armazenada, latente. Ela se manifestará em forma de energia cinética.
- É calculada pelo produto entre a massa "m", a aceleração da gravidade "g" e a altura "h":

$$E_{pg} = m \cdot g \cdot h$$

Slide 12

12

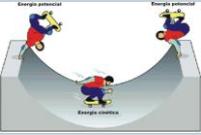


Slide 13

Exemplo 3

13

- Considerando os dados do exemplo 2, que a altura da rampa é de 1,25m e o valor da aceleração da gravidade é de 10m/s^2 , calcule o valor da energia potencial gravitacional do skatista no ponto mais alto da rampa.



Slide 14

Energia Potencial Elástica

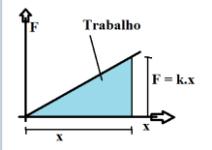
14

- Um corpo ligado à extremidade de uma mola comprimida (ou esticada) possui energia potencial elástica.
- A força elástica não é constante e, portanto, não se pode obter a Energia Potencial Elástica pelo produto direto entre a força e o deslocamento.
- Para calcular o trabalho que esta força realiza podemos obtê-lo pela área sob o gráfico Força x Deslocamento.
- A força é obtida pelo produto entre a força e a deformação ($F = k \cdot x$)

Slide 15

15

- A área do gráfico representa o trabalho realizado pela força elástica, ou seja, a Energia Potencial Elástica.
- $E_{pe} = \frac{1}{2} k \cdot x^2$



DMÁXIMO E ALVAREZ, 2011, p.1093

Slide 16

Exemplo 4

16

- Um mola possui constante elástica de 1200N/m. Calcule a energia potencial elástica que um corpo preso a esta mola adquire, quando ela sofre as deformações a seguir:

a) 10cm
b) 20cm
c) 5cm



Obs.: O que acontece com a energia quando se dobra a deformação?

Slide 17

Lista de exercícios

17

- Acesse o link abaixo para visualizar a lista de exercícios ou utilize o Qrcode:
- <https://goo.gl/gWNMq7>



Slide 18

Referências

18

- HALLIDAY, D.; RESNICK, R. e WALKER J. Fundamentos de Física: mecânica. Volume 1. Tradução e Revisão Técnica Ronaldo Sérgio de Biasi. 8ª edição. Rio de Janeiro: LTC, 2009.
- ALVARENGA, B. e MÁXIMO, A. Curso de Física. Volume 1. São Paulo: Scipione, 2011.
- MATEMATICAS Y FISICA. Disponível em: <<https://matfiscamonteria.blogspot.com.br/2017/10/energia-potencial-gravitacional.html>>. Acesso em: 27.fev.2018.
- Só biologia. Disponível em: <https://www.sobiologia.com.br/conteudos/oitava_serie/Energia2.php>. Acesso em: 27.fev.2018.

APÊNDICE C – LISTA DE EXERCÍCIOS

Lista de Exercícios sobre Energia (cinética, potencial gravitacional e elástica)

Professor: Leomir Toledo de Barros

- 1 – Um bloco de massa $m = 2,0\text{kg}$ está se deslocando com uma velocidade $v = 4\text{m/s}$.
- Qual é a energia cinética deste bloco?
 - Se triplicarmos a massa o que acontecerá com a energia cinética do bloco?
 - E se dobrarmos a velocidade, o que acontecerá com a energia cinética do bloco?
- 2 – Um carro popular apresenta massa de 1200 kg e se desloca em uma estrada com velocidade de 108km/h (30m/s). Nesta mesma estrada, um caminhão com massa de 4500 kg , trafega com velocidade de 54km/h (15m/s). Quem possui maior energia cinética?
- 3 – Um caminhão apresenta massa de 9000 kg quando está carregado. Sabendo que sua energia cinética vale, em determinado instante, 1800000J . Qual é o módulo de sua velocidade neste instante?
- 4 – Uma pessoa situada no alto de um edifício, cuja altura é $8,0\text{m}$, deixa cair um corpo de massa $m=10,0\text{kg}$. Considerando $g=10\text{m/s}^2$, responda:
- Qual é a energia potencial gravitacional do corpo, no alto do edifício?
 - Qual é a energia potencial gravitacional do corpo ao passar por um ponto, a uma altura $h=2,0\text{m}$ acima do solo?
- 5 - Dois montanhistas fazem uma escalada. Bill escolhe uma trilha abrupta, curta, enquanto Joe escala por uma via suave, comprida. Os dois têm a mesma massa. No cume da montanha, discutem sobre quem ganhou mais energia potencial. Bill acredita que seja ele pois fez um grande esforço. Joe acha que ganhou mais energia potencial gravitacional do que Bill porque percorreu um caminho mais longo. Quem está com a razão? Explique sua resposta.

6 - Um ciclista sobe uma ladeira. Pedalando vigorosamente, ele consegue manter a velocidade constante. Pode-se então afirmar que a sua:

- A. energia cinética está aumentando;
- B. energia cinética está diminuindo;
- C. energia potencial gravitacional está aumentando;
- D. energia potencial gravitacional está diminuindo;
- E. energia potencial gravitacional é constante.

7 -Qual é energia potencial elástica acumulada numa mola de constante de elasticidade $k=300\text{N/m}$ quando é comprimida 12 cm?

8 –(ENEM - adaptada) Uma das modalidades presentes nas olimpíadas é o salto com vara. As etapas de um dos saltos de um atleta estão representadas na figura:

Figura 33: Questão 86 – ENEM 2011



Fonte: Disponível em: <http://educacao.globo.com/provas/enem-2011/questoes/86.html>

- a) Qual transformação ocorre da etapa I para a etapa III?
- b) E da etapa I para II?

APENDICE D – QUESTÕES PARA ESTUDO DOS TEXTOS DO LIVRO

Trabalho em Grupo

A partir da leitura dos textos do livro didático, páginas 52 a 61, responda as questões a seguir:

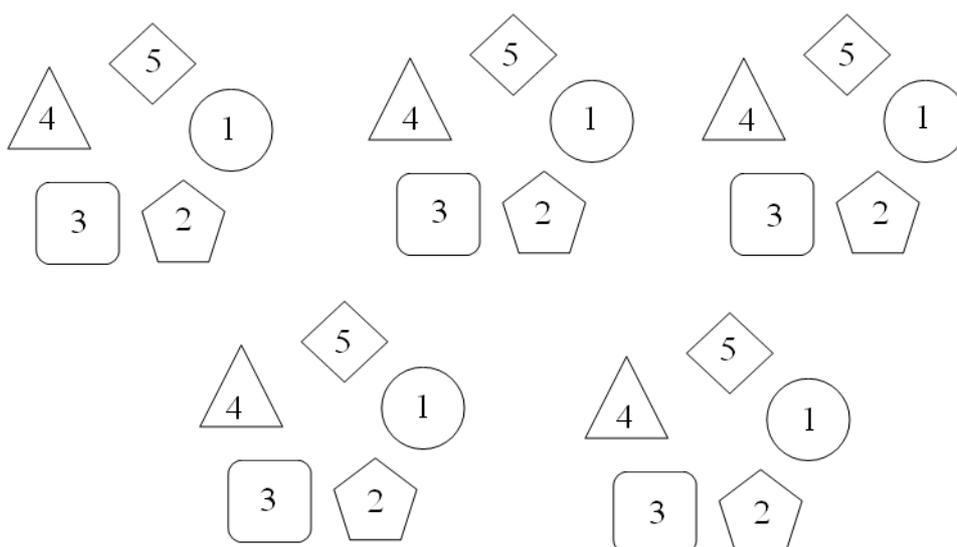
- 1) Como funciona uma usina hidrelétrica? Quais são as principais vantagens e desvantagens? Você recomendaria a construção de uma usina desta na cidade em que você mora?
- 2) Como funciona uma usina termoelétrica? Quais são as principais vantagens e desvantagens? Você recomendaria a construção de uma usina desta na cidade em que você mora?
- 3) Como funciona uma usina nuclear (ou termonuclear)? Quais são as principais vantagens e desvantagens? Você recomendaria a construção de uma usina desta na cidade em que você mora?
- 4) O texto afirma que: “quase a totalidade da energia utilizada na Terra tem origem nas radiações solares”. Explique qual é a relação que a energia solar tem com:
 - a) As hidrelétricas
 - b) A energia nuclear
 - c) A energia eólica
 - d) A energia química presente nos combustíveis fósseis
- 5) Sobre a matriz energética nacional, existe alguma relação entre os transportes do gráfico 4.1 e os petróleo e derivados do gráfico 4.2? Uma vez que o petróleo é considerado uma fonte de energia não renovável, o que você sugere para que se utilize mais energia renovável sem prejudicar o setor de transportes? Comente sobre a utilização do gás natural em substituição ao petróleo, fato que já é comum em nossa sociedade, destacando vantagens e desvantagens em termos ambientais e econômicos.

Para esta aula foi utilizada uma estratégia conhecida como JIG SAW. Esta estratégia é utilizada para trabalho em grupo. Serão disponibilizados textos sobre o conteúdo. Os textos utilizados foram os presentes no livro didático utilizado pelos alunos (PIETROCOLA *et al*, 2016, vol.2, p.52-61) e se encontram no anexo A desta dissertação.

Para a execução desta etapa os alunos foram divididos em 5 grupos de 5 integrantes. Foram apresentadas para cada equipe um questionário que inclui 5 perguntas a serem respondidas pelo grupo. Cada aluno é diretamente responsável por uma questão, embora colabore com os colegas ao responderem as outras questões. Os alunos irão ler os textos das páginas 52 a 61 e responder as questões que foram proposta anteriormente.

No primeiro momento cada integrante do grupo fica responsável por uma questão destas. A figura abaixo mostra a disposição dos grupos na formação inicial.

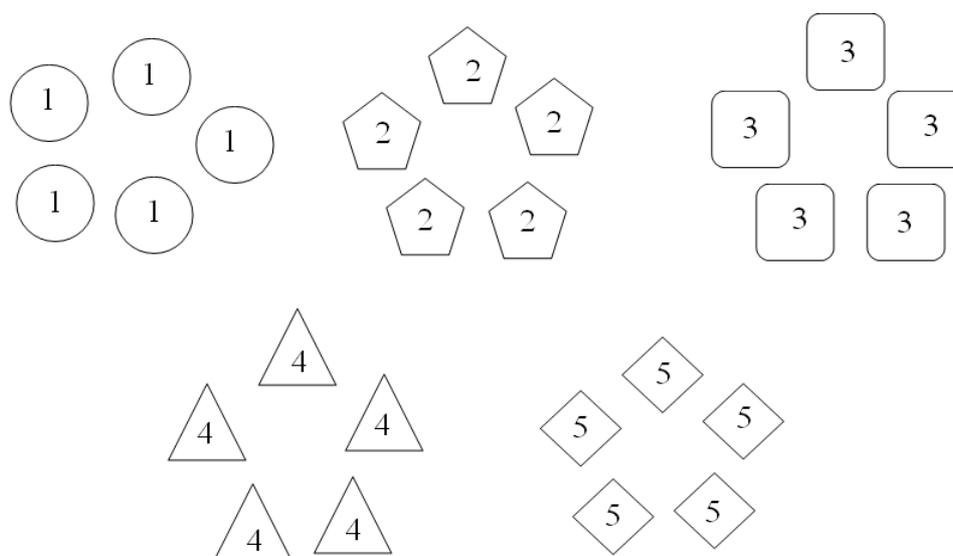
Figura 34: Formação inicial dos grupos



Fonte: Elaborado pelo autor

Em um segundo momento serão formados novos grupos, denominados grupos especialistas. Nesta etapa os grupos são formados de acordo com a questão designada para cada aluno. Sendo assim todos os alunos da turma que ficaram responsáveis pela questão 01 formarão um grupo para discutirem especificamente sobre esta questão. E assim acontece com os demais integrantes dos grupos, como podemos ver na figura 35.

Figura 35: Formação dos grupos especialistas



Fonte: Elaborado pelo autor

No final desta etapa todos os alunos voltam para o grupo inicial para montarem as respostas finais que serão entregues ao professor.

O quadro a seguir mostra o tempo estimado de cada atividade, totalizando uma hora e quarenta minutos que é o tempo total deste encontro.

Quadro 11: Sugestão para o *jigsaw*

Atividade	Tempo estimado
Preparação dos textos e divisão dos grupos	20 minutos
Distribuição e elaboração das respostas de cada pergunta	30 minutos
Formação e discussão nos grupos especialistas	20 minutos
Preparação da resposta final e entrega ao professor	30 minutos

Fonte: Elaborado pelo autor

APENDICE E – QUESTÕES DA AVALIAÇÃO FINAL

1 – Goku é um supersayajin, que nas horas vagas treina seus poderes em um local bem distante. Imagine que um dia ele lançou uma esfera que se movimentou com uma velocidade constante de 30m/s. Qual é a energia cinética da esfera?

Figura 36: Goku⁴



Fonte: Disponível em: https://dragonball.fandom.com/wiki/File:Goku_super_saiyajin_2.png

- a) 13500J
- b) 3375J
- c) 225J
- d) 6750J

2 – Um ciclista desce uma ladeira, com forte vento contrário ao movimento. Observa-se que ele consegue manter a velocidade constante. Pode-se então afirmar que sua:

- a) Energia cinética está aumentando
- b) Energia cinética está diminuindo
- c) Energia potencial gravitacional está aumentando
- d) Energia potencial gravitacional está diminuindo

3 – (ENEM-2011) Uma das modalidades presentes nas olimpíadas é o salto com vara. As etapas de um dos saltos de um atleta estão representadas na figura ao lado.

⁴ Goku é um personagem de desenho animado, muito popular entre os adolescentes. É o protagonista da franquia Dragon Ball, criada por Akira Toriyama.

Figura 37: Questão 86 - ENEM 2011



Fonte: Disponível em: <http://educacao.globo.com/provas/enem-2011/questoes/86.html>

Da etapa I para a etapa III ocorre transformação de:

- Energia cinética em energia potencial elástica
- Energia cinética em energia potencial gravitacional
- Energia potencial gravitacional em energia cinética
- Energia potencial gravitacional em energia potencial elástica

4 – Em uma usina hidrelétrica, quando a água passa pela turbina e pelo gerador ocorre transformação de energia:

- Cinética em elétrica
- Eólica em elétrica
- Elétrica em cinética
- Potencial gravitacional em cinética

5 – Sobre as afirmativas abaixo, marque a opção INCORRETA:

- A usina hidrelétrica utiliza fonte renovável.
- A usina hidrelétrica causa impacto ambiental, embora seja menor que a termelétrica
- A usina termelétrica utiliza fonte renovável, já que geralmente é utilizado o carvão mineral
- A usina termelétrica tem a vantagem de poder ser construída mais próxima das regiões povoadas economizando assim os custos com as linhas de transmissão.

6 – Alguns relógios antigos funcionavam à corda. Dentro deles existia uma mola que era comprimida quando girávamos a chave posicionada atrás do mesmo. Qual é o tipo de energia envolvido nesta situação?

- a) Energia cinética
- b) Energia potencial gravitacional
- c) Energia potencial elástica
- d) Energia elétrica

7 – Quando um corpo cai, em queda livre, o que acontece com sua energia potencial gravitacional e com sua energia cinética?

- a) Epg aumenta e Ec diminui
- b) Epg diminui e Ec aumenta
- c) Epg e Ec aumentam
- d) Epg e Ec diminuem

8 – Quando dobramos a velocidade o que acontece com a energia cinética?

- a) Dobra
- b) Quadriplica
- c) Não se altera
- d) Cai pela metade

9 – A energia cinética é um tipo de energia que está associado a qual grandeza física a seguir?

- a) Altura
- b) Deformação
- c) Velocidade
- d) Temperatura

10 – A energia potencial gravitacional está associada com qual grandeza física a seguir?

- a) Altura
- b) Velocidade
- c) Deformação
- d) Temperatura

APENDICE F – AVALIAÇÃO DA PROPOSTA

ROTEIRO PARA ENTREVISTAS

Durante este bimestre o professor desenvolveu um projeto de pesquisa sobre a utilização de uma proposta diferenciada para a aprendizagem de Física com ênfase em jogos didáticos. Para isto foi elaborada uma sequência didática que destaca a interação dos alunos, incluindo trabalhos em grupos, jogos didáticos, sendo um jogo de tabuleiro “Monopólio de Energia” e o jogo “Cadeira da Inteligência”, além de aulas teóricas, listas de exercícios e uma simulação virtual (Pista de Skate) que demonstra a conservação de Energia.

- 1) Façam um comentário a Cadeira da Inteligência, dizendo se gostaram da sua utilização e se aprenderam o conteúdo com o jogo.
- 2) Façam um comentário sobre o jogo de tabuleiro Monopólio de Energia, dizendo se gostaram e se aprenderam o conteúdo durante a aula em que o jogo foi aplicado. Sugerem alguma mudança nas regras?
- 3) Além dos jogos vocês gostaram das atividades em grupo? E da simulação virtual que demonstra a conservação e a dissipação de energia em uma pista de skate?
- 4) Agora de uma forma geral, vocês gostaram da utilização dessa sequência que é um pouco diferente das aulas tradicionais ou preferem as aulas tradicionais com explicação do conteúdo pelo professor e resolução de exercícios? Como esta entrevista está sendo realizada em grupo, favor mencionar se houver divergências quanto às respostas.
- 5) Como futuros professores, vocês utilizariam uma sequência didática envolvendo a utilização de jogos em suas aulas?

APENDICE G – TUTORIAL PARA UTILIZAÇÃO DO APLICATIVO PLICKERS

O aplicativo plickers é muito interessante e pode ser utilizado por professores para a aplicação de atividades avaliativas de uma forma bem divertida e interativa.

Uma das grandes vantagens da utilização deste aplicativo é que somente o professor precisa utilizar o *smartphone* e ter o aplicativo instalado. Os alunos não utilizarão o celular.

Primeiramente o professor deve baixar o aplicativo que se encontra disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.plickers.client.android> ou ainda no link encurtado: <https://goo.gl/a6qmWt> ou ainda utilizando o *qr*code a seguir:

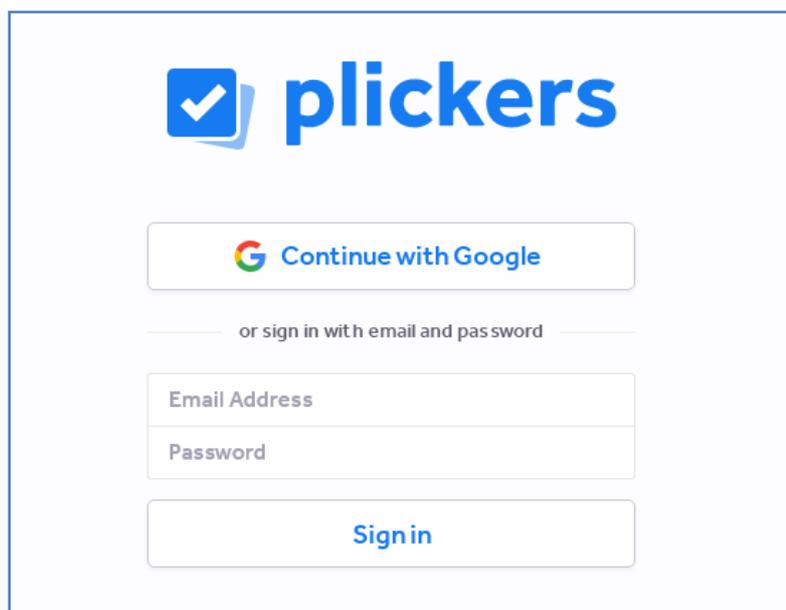
Figura 38: Link para o download do aplicativo “Plickers”



Fonte: Elaborado pelo Autor

Após baixar o aplicativo o professor deve acessar o site www.plickers.com e escolher entre as opções que incluem realizar um cadastro ou utilizar uma conta do Google que é a opção mais fácil, como mostra a figura:

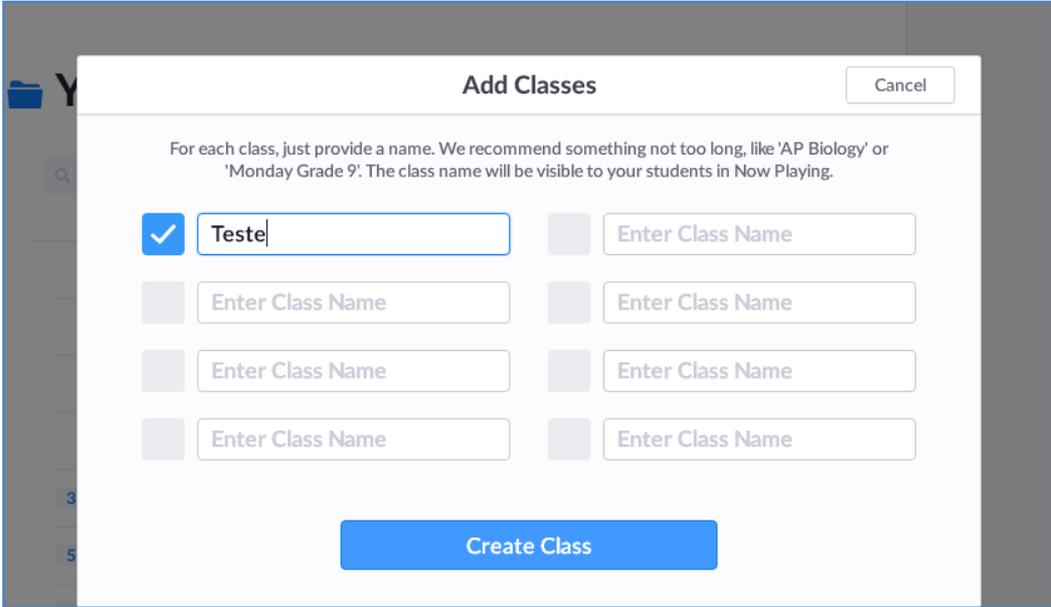
Figura 39: *Printscreen* da tela de login



Fonte: www.plickers.com

Depois de fazer o *login* utilizando a conta do Google, o professor irá cadastrar as turmas em que ele utilizará o aplicativo. O professor irá escolher o nome da turma e clicar em “CreateClass” como mostra a figura:

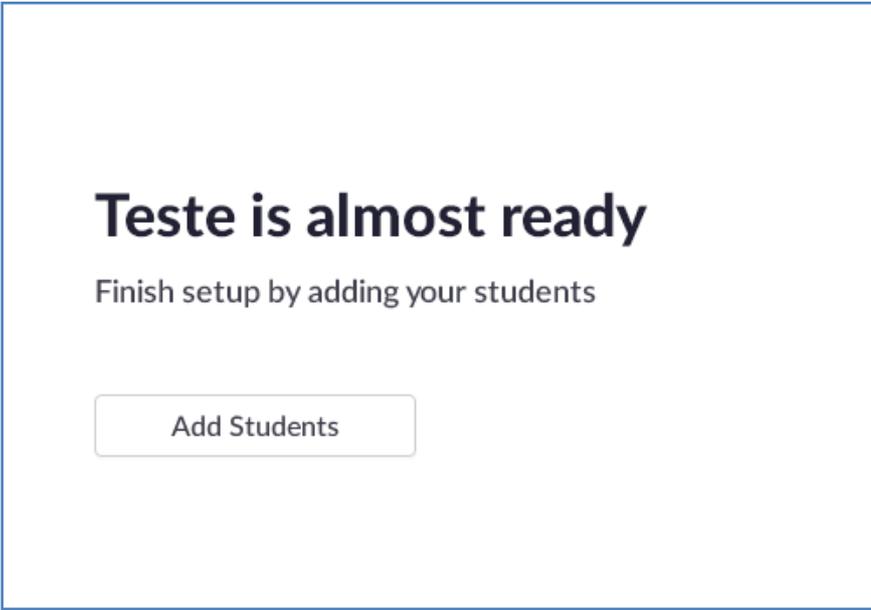
Figura 40: *Printscreen* da tela de criação de turmas



Fonte: www.plickers.com

Após isso o professor vai clicar em “AddStudents” como na figura:

Figura 41: *Printscreen* da tela de adicionar estudantes



Fonte: www.plickers.com

E, em seguida, escrever os nomes dos estudantes da classe e clicar em “Next”:

Figura 42: *Printscreen* da tela de inclusão dos nomes dos estudantes

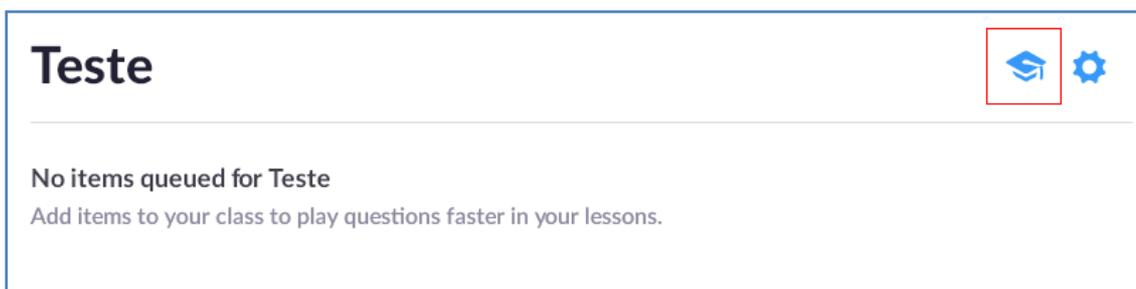
Fonte: www.plickers.com

Após inserir os nomes de todos os alunos da classe e clicar em “Next” aparecerá a tela mostrada na Figura e o professor deve clicar em “As Entered” e depois em “Done”. Isto definirá a ordem dos cartões seguindo a ordem que o professor inseriu os alunos dentro da classe.

Figura 43: *Printscreen* da tela de definição dos números associados aos estudantes

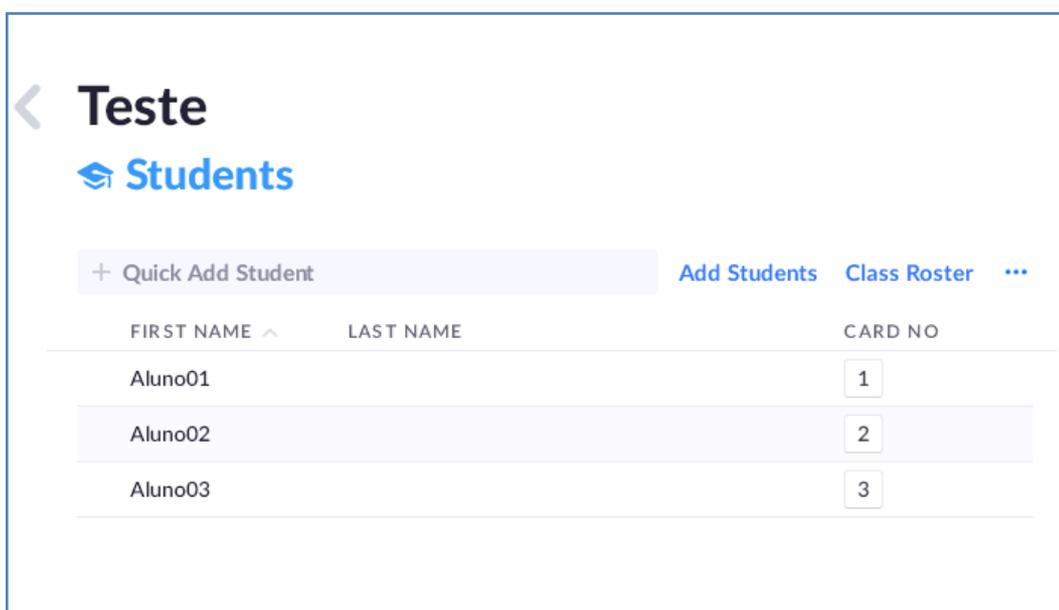
Fonte: www.plickers.com

O professor pode selecionar a classe e clicar em “Go to Students” para ver a ordem dos cartões e seus respectivos alunos.

Figura44: *Printscreen* "Go to Students"

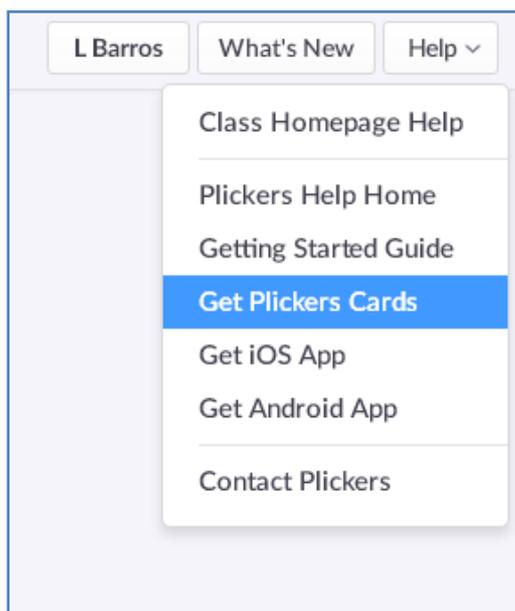
Fonte: www.plickers.com

Ao fazer isso aparecerá a tela apresentada na figura 45:

Figura 45: *Printscreen* contendo os nomes dos alunos e respectivos cartões

Fonte: www.plickers.com

Após o cadastro dos estudantes e da classe o professor deverá imprimir os cartões. Para isto basta ir no canto superior direito e na aba “help” escolher a opção “Get plickers cards” como mostra a figura 46:

Figura 46: *Printscreen* da opção para imprimir os cartões

Fonte: www.plickers.com

Na tela que se abrirá, mostrada na figura, o professor deve escolher entre as opções de cartões. A opção “standard” atende a uma classe de até 40 alunos e é a mais econômica na hora da impressão. Cada cartão utilizará metade de uma folha A4.

Figura 47: *Printscreen* das opções de impressão dos cartões

Print for Free

Printing your Plickers cards for FREE is always an option!

Choose formatting options with larger answers for younger classes, or smaller answers for older classes. Download the PDF that best suits your needs and Print.

We recommend printing on cardstock so your cards are more durable. If you choose to also laminate your cards, a matte laminate helps prevent glare, which sometimes interferes with scanning.

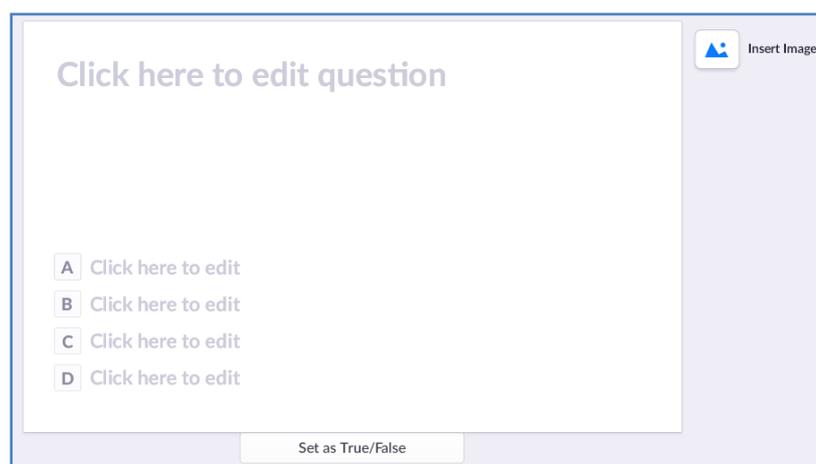
Plickers Set	# of cards	Cards per sheet	Font size	Ideal for...
Standard	40	2	normal	Most classrooms of average size
Expanded	63	2	normal	Large student groups in a standard classroom setting
Large Font	40	2	large	Younger students or anyone who may have trouble reading the letter answers
Large Cards Expanded	63	1	normal	Large student groups in especially large, non-standard classrooms

Fonte: www.plickers.com

O professor deve recortar os cartões e distribuir aos alunos na ordem que foram cadastrados.

Após o cadastro da turma e dos alunos e da impressão dos cartões o professor irá inserir as questões que ele deseja utilizar na avaliação. Para isto basta selecionar a opção “New question” para elaborar uma questão ou a opção “New set” onde ele pode elaborar um conjunto com até 05 questões na versão gratuita do aplicativo. As opções são bem parecidas e o professor deve inserir a perguntas, as alternativas e pode ainda acrescentar uma figura se achar necessário como mostra a figura. Também é possível alternar entre questões com quatro alternativas e questões de verdadeiro ou falso.

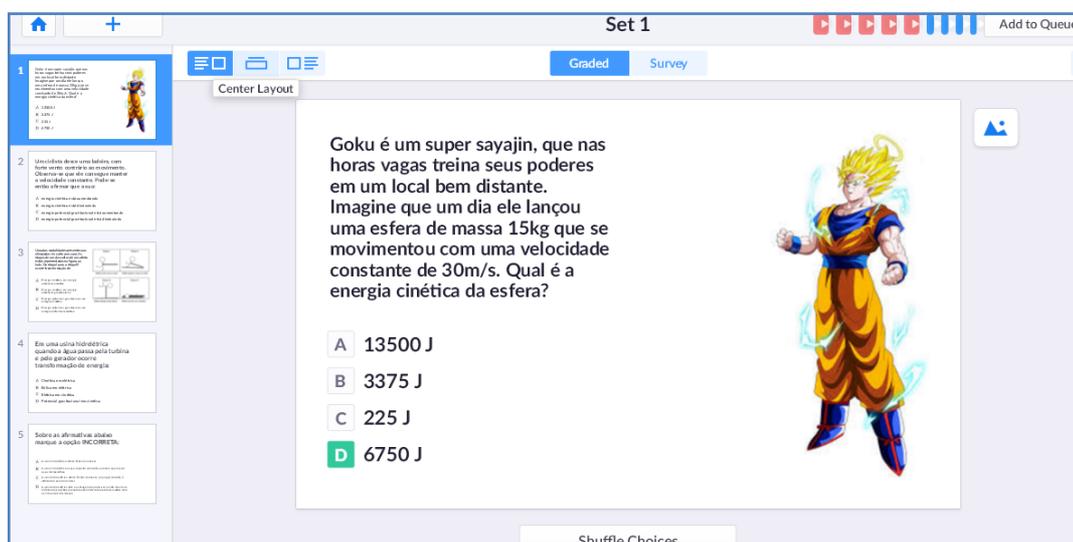
Figura 48: Tela de inserir questões



Fonte: www.plickers.com

A figura 49 mostra um set com 05 questões onde está selecionada uma questão contendo imagem. É possível inverter a ordem das alternativas clicando em “shufflechoices” e também é possível alterar o layout colocando a imagem centralizada, à direita ou à esquerda.

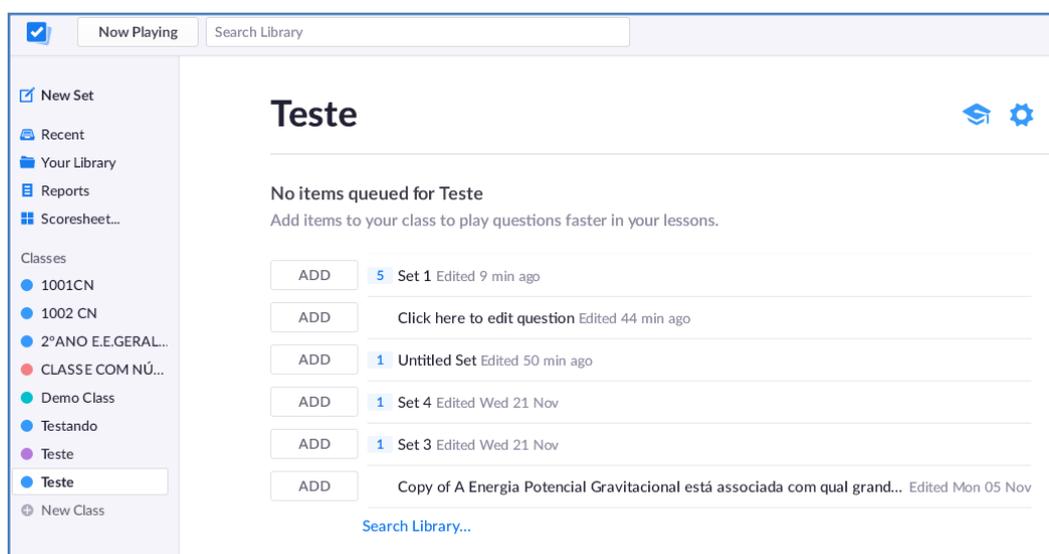
Figura 49: Exemplo de questão sobre energia cinética



Fonte: www.plickers.com

Depois de elaborar as questões o professor deve selecionar a turma e adicionar quais questões serão utilizadas. Basta escolher a questão ou o grupo (set) que deseja e clicar em “Add”.

Figura 50: Adicionando questões no perfil da turma



Fonte: www.plickers.com

Por fim é só selecionar “NowPlaying” e partir para o *smartphone*.

No celular é necessário fazer o *login* com a mesma conta que foi utilizada no computador. Depois é só selecionar a turma e clicar em cima da questão para que ela seja exibida tanto no celular quanto no computador. Utilizando um projetor, é possível que toda a turma veja a questão e levante sua plaquinha com a resposta que considera correta. O professor vai utilizar o *smartphone* para capturar as respostas dadas pelos alunos. Basta apontar o celular na direção dos cartões que o mesmo faz a captura e armazena a resposta. No momento da captura o professor consegue ver na tela do celular o nome do aluno e se a resposta está correta (aparece um ponto verde) ou se está errada (aparece um ponto vermelho). Observe a figura:

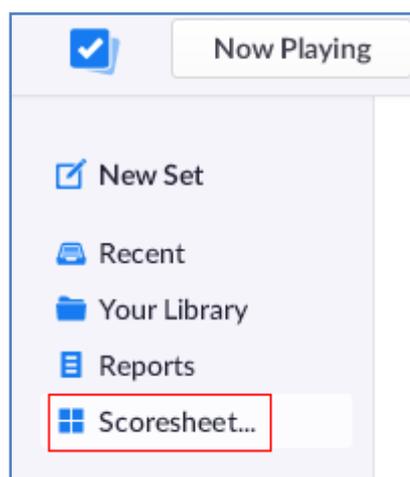
Figura 51: Capturando as respostas dos alunos



Fonte: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.plickers.client.android>

Após exibir todas as questões e capturar todas as respostas o professor pode escolher a opção “scoresheet” localizada no canto superior esquerdo e obter resultados da turma selecionada.

Figura 52: Localizando a opção de gerar resultados



Fonte 1

É possível selecionar a turma e ver a porcentagem de acertos de cada aluno que participou do teste. É possível ver a quantidade de acertos por questão também. A figura mostra como são exibidos os resultados.

Figura 53: Exibindo os resultados da turma

Name ^	Total	Set 1 Thu 22 Nov • 64 %					SET 2 Thu 22 Nov • 85 %			Set 3	Set 4
		Goku é um super sayajin, que nas horas	Um ciclista desce uma ladeira, com	Uma das modalidades presentes nas	Em uma usina hidrelétrica quando a	Sobre as afirmativas abaixo	Alguns relógios antigos	Quando um corpo cai, em queda livre, o	Quando dobramos a velocidade o	A Energia Cinética é um tipo de	A Energia Potencial Gravitacional
Class Average	77 %	71 %	75 %	63 %	64 %	48 %	100 %	60 %	96 %	100 %	96 %
[Redacted]	90 %	D	D	B	A	C	C	A	B	C	A
[Redacted]	70 %	B	D	D	C	C	C	B	B	C	A
[Redacted]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
[Redacted]	80 %	D	D	B	A	D	C	A	B	C	A
[Redacted]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
[Redacted]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
[Redacted]	100 %	D	D	B	A	C	C	B	B	C	A
[Redacted]	88 %	-	-	B	C	C	C	B	B	C	A
[Redacted]	60 %	D	D	B	B	D	C	A	B	C	D
[Redacted]	89 %	D	D	-	A	D	C	B	B	C	A
[Redacted]	70 %	D	C	C	A	D	C	B	B	C	A
[Redacted]	70 %	D	D	C	A	D	C	B	A	C	A

Fonte: www.plickers.com

APENDICE H – PRODUTO EDUCACIONAL



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
FLUMINENSE



UMA PROPOSTA DIFERENCIADA PARA A APRENDIZAGEM DE ENERGIA COM ÊNFASE EM JOGOS

PRODUTO EDUCACIONAL

ROTEIRO PARA O PROFESSOR

Leomir Toledo de Barros

Campos dos Goytacazes/RJ
2019

APRESENTAÇÃO

Caro Professor,

Apresento a você este roteiro de atividades que faz parte da sequência didática, por mim apresentada como produto do mestrado nacional profissional para ensino de Física. As atividades foram preparadas para um bimestre e envolve os conceitos relacionados à energia, incluindo energia cinética, potencial gravitacional e elástica, conservação da energia mecânica, dissipação e alguns tipos de usinas mais comuns para geração de energia elétrica.

Foi preparado para ser utilizado em turmas de segundo ano do ensino médio como prevê o currículo mínimo do estado do Rio de Janeiro e também em turmas de curso normal, nível médio, onde este conteúdo é visto no primeiro ano.

A sequência é composta de aulas teóricas, listas de exercícios, textos que podem ser replicados, apresentação de slides, questionários e destaca a utilização de dois jogos didáticos: Cadeira da Inteligência (um jogo de perguntas e respostas dirigido pelo professor e com a participação de toda a classe) e Monopólio de Energia (um jogo de tabuleiro).

Neste roteiro você encontra a descrição de todas as atividades e ainda uma descrição detalhada da construção dos jogos didáticos, incluindo link para um arquivo editável que contem as cartas utilizadas no jogo, o tabuleiro, as listas de exercícios e slides. Desta forma, o professor pode utilizar o material ou até mesmo fazer algumas alterações se achar necessário.

SUMÁRIO

APOIO AO PROFESSOR	119
SUBSÍDIOS TEÓRICOS.....	119
A FÍSICA PRESENTE NO PRODUTO EDUCACIONAL	120
Trabalho e Energia Cinética	121
Energia Potencial Gravitacional e Elástica	123
Conservação e Transformação de energia	126
DIVISÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA EM MOMENTOS/ENCONTROS	133
1º ENCONTRO (AULAS 01 E 02) – CONCEPÇÕES PRÉVIAS	134
Texto “Nas águas do Niágara”	134
Energia Cinética	135
Energia Potencial Gravitacional	135
Energia Potencial Elástica.....	136
2º ENCONTRO – (AULAS 03 E 04) – SUPORTE TEÓRICO I	137
Sugestão de Slides: Disponível em: https://goo.gl/kkZRc5	138
Lista de Exercícios sobre Energia (cinética, potencial gravitacional e elástica)	144
3º ENCONTRO – (AULAS 05 E 06) – SUPORTE TEÓRICO II	146
4º ENCONTRO – (AULAS 07 E 08) – JOGO I – CADEIRA DA INTELIGÊNCIA	149
Perguntas do Jogo Cadeira da Inteligência:	152
Cartões Utilizados no Jogo Cadeira da Inteligência	155
5º ENCONTRO – (AULAS 09 E 10) – SUPORTE TEÓRICO III – SIMULAÇÕES VIRTUAIS E CONSERVAÇÃO DE ENERGIA	156
6º ENCONTRO – (AULAS 11 E 12) – JOGO II - JOGO DE TABULEIRO “MONOPÓLIO DE ENERGIA”	157
Tabuleiro do jogo Monopólio de Energia	157
Regras do Jogo.....	158
Cartas do Jogo	160
7º ENCONTRO – (AULAS 13 E 14) – AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM E DA PROPOSTA	166
Questões da Avaliação Final	166
Questionário Final.....	171
Avaliação da Proposta:.....	172
MATERIAL PARA O ALUNO	173
REFERÊNCIAS	1811

APOIO AO PROFESSOR

Nesta seção são apresentados os aportes teóricos que fundamentaram a elaboração deste trabalho e, conseqüentemente, a construção desta sequência didática que enfatiza a utilização de jogos didáticos com o objetivo de aumentar o interesse dos alunos pelos conteúdos ensinados em Física e facilitar a aprendizagem dos mesmos.

São apresentados também nesta seção os conteúdos a serem trabalhados pelo professor e a divisão dos encontros do produto educacional.

SUBSÍDIOS TEÓRICOS

A pesquisa que culminou na elaboração deste produto educacional se baseou nos referenciais teóricos da linha construtivista, em especial nas teorias de Vygotsky e Ausubel.

Desta forma, a sequência que será apresentada aqui tem foco na interação entre os alunos, considerando que ela é o fator fundamental para a construção do conhecimento. Nesta perspectiva as diferenças são importantes e irão contribuir para a ampliação das capacidades individuais.

O papel do professor, nesta perspectiva, é um papel de mediador das interações e também interage com suas experiências que contribuirão para o desenvolvimento do aluno. É um papel muito importante, mas não é o detentor do conhecimento (REGO, 2014).

Também serão considerados os conceitos presentes na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, observando sempre a interação entre os conhecimentos prévios do aluno e os novos conhecimentos (MOREIRA, 2009).

Partindo dessa concepção buscou-se fazer com que o aluno tivesse uma predisposição para aprender e foi elaborado um material que seja potencialmente significativo objetivando fazer com que o aluno tenha a intenção de aprender de maneira significativa (LEMOS, 2006).

Este trabalho destaca também a importância da ludicidade para a aprendizagem de conceitos estudados em Física no Ensino Médio, em especial os conteúdos relacionados à conservação e transformação de energia.

Para que o aluno participe de uma atividade e haja aprendizagem é necessário motivação e que o interesse por ela seja maior que qualquer outra coisa que o rodeia. Também é notável que a necessidade humana de apresentar suas ideias e convicções faz com que o aluno tenha grande interesse nos jogos, onde ele é um sujeito ativo, ou seja, o jogo poderá

despertar o interesse do aluno e aumentar as chances de se obter uma aprendizagem (FRIEDMAN, 1996).

Santana (2008) afirma que o jogo promove o desenvolvimento de competências e habilidades e aumenta a motivação dos alunos, destacando ainda sua capacidade para a melhoria das relações com as regras e trabalho em grupo.

Studart também ressalta a importância dos jogos e enfatiza que eles são “mais atraentes, motivadores, desafiadores e engajadores do que a maioria das coisas que as escolas promovem” (STUDART, 2015, p.9), sendo assim uma estratégia com grande potencial.

Portanto, observa-se que os jogos têm grande capacidade para propiciar ao aluno um ambiente de aprendizagem.

Além disso, este trabalho envolve a utilização de aprendizagem colaborativa e traz a utilização de uma estratégia conhecida como *jigsaw*.

A técnica se chama *jigsaw* e não, não envolve o personagem dos filmes de terror “Jogos Mortais”. Na verdade, tanto a técnica, quanto o personagem do filme tem o nome porque esse é o nome dado àqueles quebra-cabeças tradicionais.

É uma atividade grupal que busca aumentar a interação entre os alunos e ajudá-los no desenvolvimento de competências e habilidades importantes para a aprendizagem.

No encontro em que a técnica será utilizada ela será explicada com mais detalhes.

A FÍSICA PRESENTE NO PRODUTO EDUCACIONAL

O conteúdo da Física que estará presente neste trabalho é a Energia. Este tema é estudado no quarto bimestre no primeiro ano do ensino médio, na modalidade curso normal, nas escolas públicas estaduais do Rio de Janeiro, como prevê o currículo mínimo (RIO DE JANEIRO, 2012).

O currículo mínimo coloca como habilidades a serem desenvolvidas pelos alunos: compreender as diferentes manifestações da energia na natureza, identificar etapas em processos de obtenção, transformação, utilização ou reciclagem de recursos naturais energéticos e compreender o funcionamento de usinas termelétricas, hidrelétricas e nucleares, avaliando vantagens e desvantagens da construção e do funcionamento destas, em termos ambientais e sociais (RIO DE JANEIRO, 2012).

A princípio busca-se definir a palavra Energia. Nos livros de Física, Ramalho descreve a energia como “um conceito difícil de ser definido” (RAMALHO *et al.*, 2007, p. 282), mas que por já estar arraigada no nosso pensamento, praticamente a aceitamos sem definição.

Sendo assim, é mais fácil relacioná-la com outros conceitos físicos já estudados do que defini-la, como por exemplo quando associamos a energia cinética ao movimento ou a energia potencial em função da posição que ocupa (RAMALHO *et al.*, 2007).

Halliday (2009) também considera o termo Energia difícil de definir por ser muito amplo, mas dá uma definição um pouco vaga, que já dá uma ideia do conceito: “energia é uma grandeza escalar associada ao estado de um ou mais objetos” ou “um número que associamos a um sistema de um ou mais objetos” (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2009, p. 145).

Apesar de ser difícil de definir, é fácil observar, no dia a dia, suas formas de se apresentar. Neste capítulo serão mostradas algumas formas de energia, a sua conservação e a transformação de um tipo em outro.

Vale destacar também que se torna necessário que o aluno conheça o conceito de energia, porque ela desempenha um papel muito importante no mundo atual, estando diretamente relacionada com o desenvolvimento de um país, pois envolve locomoção de veículos, iluminação, aquecimento, instalação de indústrias, etc. (ALVARENGA E MÁXIMO, 2011).

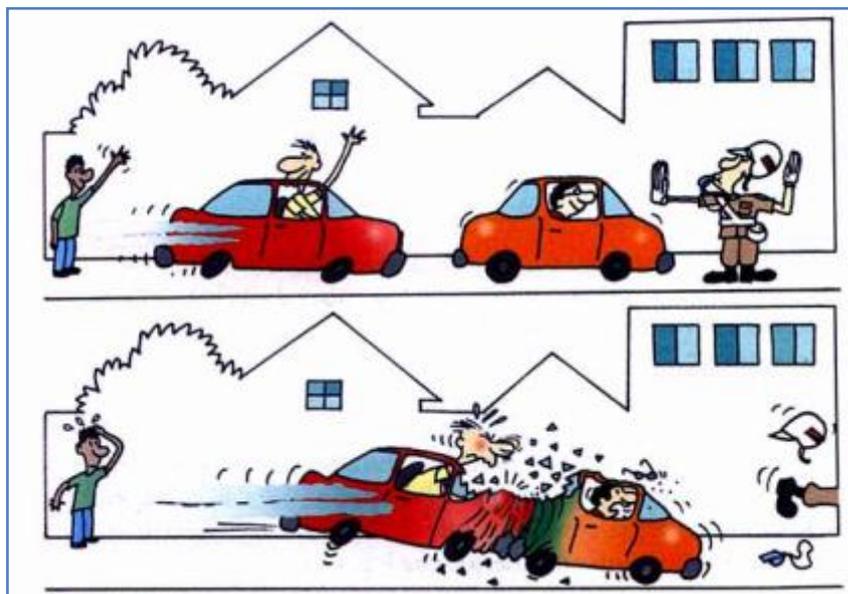
Além disso, é necessário compreender que existem vários tipos de energia e que a quantidade total de energia de um sistema se conserva. Desta forma temos a energia mecânica (que se divide em cinética, potencial gravitacional e potencial elástica), energia térmica (associada à vibração de átomos ou moléculas, ocasionando o aumento de temperatura), energia elétrica (que se relaciona às cargas elétricas), energia química (presentes nos alimentos, nos combustíveis fósseis e nas baterias), energia nuclear (associada à energia de ligação entre partículas constituintes do núcleo atômico) e energia por aniquilação de pares na reação entre matéria e antimatéria (PIETROCOLA *et al.*, 2016).

Trabalho e Energia Cinética

O trabalho é uma grandeza física que pode ser definida como “a energia transferida para um objeto ou de um objeto através de uma força que age sobre o mesmo. Quando a energia é transferida para o objeto, o trabalho é positivo; quando a energia é transferida do objeto, o trabalho é negativo” (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2009, p. 147).

Pode-se observar que essas duas grandezas estão relacionadas, sendo a energia definida como capacidade de realizar trabalho. A figura a seguir mostra a relação entre a energia cinética, associada ao movimento do automóvel e sua capacidade de realizar um trabalho:

Figura 54: Um corpo que possui energia cinética é capaz de realizar trabalho



Fonte: Alvarenga e Máximo (2006, p. 293)

O trabalho de uma força constante é definido como o produto entre o módulo da força, o deslocamento e o cosseno do ângulo entre a força e o deslocamento. Faz-se necessário destacar que a força só realiza trabalho se houver deslocamento e que o trabalho é uma grandeza escalar, apesar de ser obtida pelo produto de duas grandezas vetoriais (ALVARENGA E MÁXIMO, 2011). A equação 1 apresenta esta definição de trabalho:

$$T = F d \cos \theta \quad (1),$$

onde T é o trabalho realizado, F é a força, d é o deslocamento e θ é o ângulo entre a força e o deslocamento.

Cabe ainda salientar que o conceito de trabalho, em física, é diferente do conceito que os alunos têm de trabalho, seguindo os seus conhecimentos cotidianos (GASPAR, 2003, p.106).

O trabalho é considerado positivo quando a força (ou componente da força) está no mesmo sentido do deslocamento, e negativo quando estão em sentidos contrários (ALVARENGA E MÁXIMO, 2011).

O entendimento do conceito de trabalho é importante para compreender o conceito de energia cinética de uma partícula, pois esta é “igual ao trabalho total realizado para acelerá-la a partir do repouso até sua velocidade presente” (YOUNG e FREEDMAN, 2008, p. 190).

Pode-se dizer também que qualquer corpo em movimento tem capacidade de realizar trabalho e, portanto, possui energia cinética (ALVARENGA E MÁXIMO, 2011, p.285).

Desta forma a equação 2, conhecida como teorema da energia cinética, mostra que o trabalho é igual à variação da energia cinética, isto é, a diferença entre a energia cinética final e a energia cinética inicial:

$$T = \Delta E_c \quad (2),$$

onde T é o trabalho realizado e ΔE_c é a variação da energia cinética.

Pode-se também definir a variação da energia cinética como o trabalho realizado sobre uma partícula pela força resultante (Alonso e Finn, 1972).

Para se chegar à fórmula da energia cinética, uma das formas possíveis é considerar uma força resultante constante atuando em um bloco, utilizar a segunda lei de Newton, a equação de Torricelli, e, utilizando a expressão de trabalho que é igual ao produto da força pelo deslocamento, conclui-se que o trabalho é igual à variação da energia cinética (RAMALHO *et al.*, 2007, p. 282). Halliday faz essa demonstração da mesma forma (HALLIDAY *et al.*, 2009, p. 147).

Em outras palavras, a energia cinética de um corpo pode ser obtida pela equação 3:

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 \quad (3),$$

onde E_c é a Energia Cinética, m é a massa e v é a velocidade da partícula.

Existem outras maneiras de se obter a equação para o cálculo da energia cinética, sendo que a descrita anteriormente é uma das mais simples e comum.

Energia Potencial Gravitacional e Elástica

Um dos tipos de energia mecânica é a potencial, sendo que nesta seção destacaremos a gravitacional e a elástica. “Tecnicamente, energia potencial é qualquer energia que pode ser associada à configuração (arranjo) de um sistema de objetos que exercem forças uns sobre os outros” (HALLIDAY, 2009, p. 172).

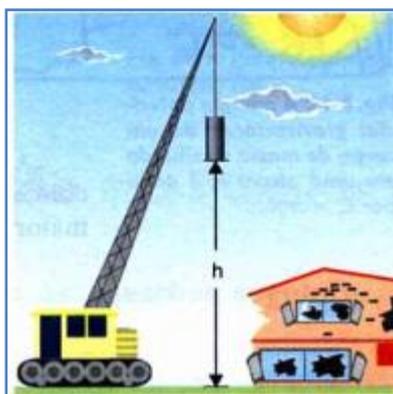
A energia potencial é uma forma de energia latente, ou seja, está sempre prestes a se converter em outro tipo de energia, a cinética. A energia potencial pode ser gravitacional ou elástica (VILLAS BÔAS; DOCA; GUALTER, 2013).

A diferença de energia potencial gravitacional é definida como o trabalho que o peso realiza no deslocamento entre dois pontos. Desta forma pode-se demonstrar, utilizando o trabalho como produto da força pelo deslocamento e substituindo o produto da massa pela

gravidade no lugar da força (peso) conclui-se que a energia potencial gravitacional é o produto entre massa, gravidade e deslocamento (ou altura). Esta demonstração pode ser encontrada no Halliday (2009, p. 151).

A figura a seguir mostra um guindaste erguendo um peso. Este situado a certa altura em relação ao solo é um bom exemplo de situação onde há energia potencial gravitacional envolvida:

Figura 55: Um corpo, situado a certa altura, possui energia potencial gravitacional



Fonte: Alvarenga e Máximo (2006, p. 297)

Diz-se então que se um corpo posicionado a certa altura em relação a um plano horizontal de referência está sujeito à ação da aceleração da gravidade e possui Energia Potencial Gravitacional, que, em situações onde a altura é muito menor que o raio da Terra, pode ser calculada pela equação 4:

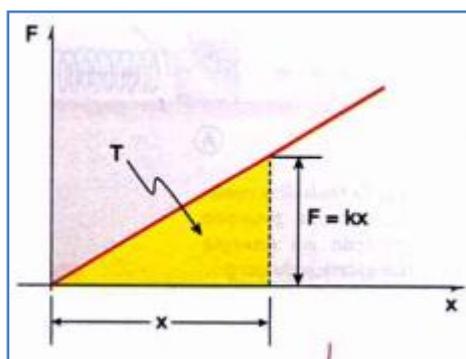
$$E_g = m g h \quad (4),$$

onde E_g é a energia potencial gravitacional, m é a massa; g é a aceleração de gravidade e h é a altura.

Para a energia potencial elástica o processo é um pouco diferente porque a força elástica é uma força variável, não sendo possível aplicar a segunda lei de Newton. Portanto para demonstrar a fórmula da energia potencial elástica recorre-se ao cálculo. Para calcular o trabalho realizado por uma força elástica entre dois pontos A e B, pode-se dividir a distância entre eles em frações muito pequenas, onde em cada uma dessas frações a força é praticamente constante. Sendo assim, o trabalho realizado entre A e B é igual à soma de todos os trabalhos em cada uma destas frações. Desta forma o trabalho realizado é calculado por meio de uma integral, obtendo-se a expressão da energia potencial elástica (HALLIDAY, 2009, p. 155).

Porém existe outra forma mais simples de se obter a equação da energia potencial elástica, considerando que a força é variável. Basta montar um gráfico da força exercida por uma mola em função de sua deformação (ALVARENGA e MÁXIMO, 2006, p. 301) como mostra a figura a seguir:

Figura 56: Gráfico da força elástica em relação à deformação



Fonte: Alvarenga e Máximo (2006, p. 301)

Assim, a energia potencial elástica pode ser obtida através da área do triângulo formado pelo gráfico que representa o produto entre a força elástica e o deslocamento, dividido por dois.

Logo, a energia potencial elástica E_{elast} depende da constante elástica da mola k e da deformação x sofrida em relação a sua posição inicial (posição em que ela não apresenta deformação) é dada pela equação 5:

$$E_{elast} = \frac{1}{2} kx^2 \quad (5).$$

Esta é a energia que encontramos armazenada em sistemas elásticos deformados, ou seja, quando um corpo está preso a uma mola ou elástico ele possui energia potencial elástica (VILLAS BÔAS; DOCA; GUALTER, 2013).

A figura a seguir mostra alguns exemplos de corpos armazenando este tipo de energia:

Figura 57: Exemplo de Energia Potencial Elástica



Fonte: Gaspar (2013, p. 196).

Conservação e Transformação de energia

O conceito de conservação da energia é um dos mais importantes da física e pode ser enunciado desta forma: “A energia não pode ser criada nem destruída, mas unicamente transformada. O aparecimento de certa forma de energia é sempre acompanhado do desaparecimento de outra forma de energia em igual quantidade” (RAMALHO, 2007, p. 300).

Vale ressaltar que esta afirmação é válida apenas para situações macroscópicas, pois quanticamente é possível criar energia.

A figura 58 mostra um exemplo de transformação de energia em uma situação que acontece em uma modalidade olímpica: o salto com vara:

Figura 58: Fabiana Murer e o salto com vara



Fonte: Gaspar (2013, p. 206).

Esta situação envolve os três tipos de energia vistos até o momento. Gaspar (2013, p. 206) afirma que o salto começa com uma corrida, onde ela armazena energia cinética que irá se transformar em energia potencial elástica no momento em que a vara se curva e, esta ao se alongar, permite que a atleta ganhe certa altura, ou seja, adquire energia potencial gravitacional.

Para entender melhor o conceito de conservação é necessário compreender que existem forças conservativas e forças não conservativas. Uma força é considerada conservativa se pode converter energia cinética em potencial e fazer o processo inverso. Quando somente forças conservativas realizam trabalho a energia mecânica total permanece constante (YOUNG e FREEDMAN, 2008, p. 228).

Mas nem todas as forças são conservativas. O trabalho realizado por uma força não conservativa não pode ser representado por nenhuma função que forneça uma energia potencial (Young e Freedman; 2008), e, portanto, quando em um sistema há forças não conservativas, como força de atrito e força de resistência de um fluido, a energia mecânica não se conserva.

Vale destacar que independente de haver conservação, há transformação de energia, isto é, existem várias formas de energia e um pode se transformar em outra. Ramalho destaca:

“A energia mecânica transforma-se passando de potencial a cinética, ou vice-versa, permanecendo constante nos sistemas conservativos. Se atuarem forças dissipativas, haverá energia dissipada correspondente ao trabalho realizado por essas forças” (RAMALHO, 2007, p. 299).

Quando há atrito, por exemplo, há transformação da energia dissipada (que é transferida às suas moléculas e átomos) causando um aumento de energia cinética. Esta energia cinética interna é chama energia térmica (RAMALHO; 2007).

Além da energia térmica, existem energia química (armazenada nas substâncias e liberada em reações químicas), energia nuclear (relacionada à disposição das partículas no interior do núcleo atômico) e energia luminosa (que se propaga sob a forma de ondas eletromagnéticas). Estas formas de energia podem ser transformadas em energia elétrica (associada às cargas elétricas) que é tão importante para o ser humano.

Em síntese, o princípio de conservação da energia e a possibilidade de uma forma ser transformada em outra, permite várias formas de se obter energia elétrica.

Nas usinas hidrelétricas, por exemplo, a energia potencial gravitacional da água represada transforma-se em energia cinética na queda, movimento uma turbina acoplada a um gerador. Este faz o processo (usando a indução eletromagnética) de conversão da energia cinética em energia elétrica (RAMALHO; 2007). A figura 59 mostra uma queda de água que pode ser aproveitada em uma usina deste tipo:

Figura 59: Energia potencial em uma queda de água

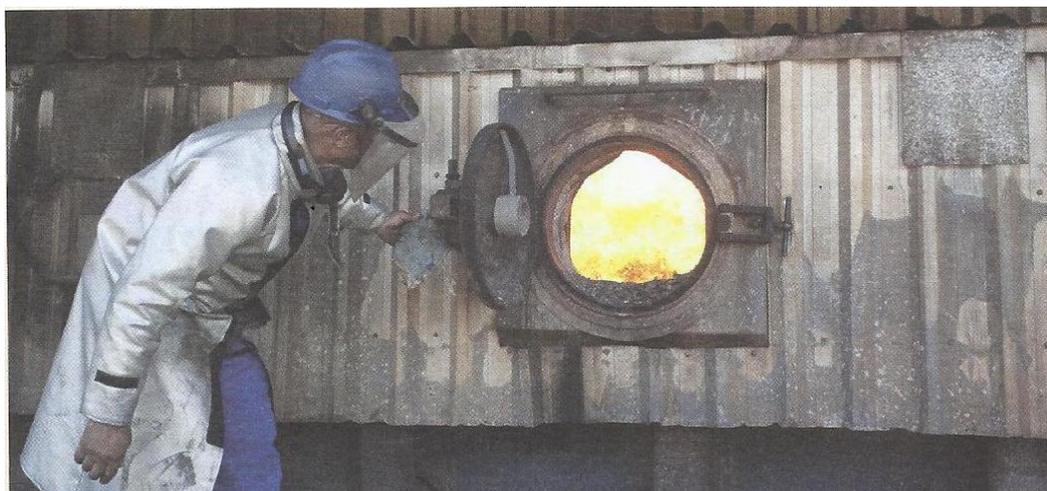


Fonte: Alvarenga e Máximo (2006, p. 307)

“Nas usinas termelétricas a rotação das turbinas é feita pelo vapor de água produzido pela queima de um combustível como, por exemplo, o carvão” (RAMALHO; 2007, p. 316).

O processo após a movimentação das turbinas é semelhante ao da hidrelétrica, ou seja, com a utilização de um gerador, que utiliza a indução eletromagnética.

Figura 60: Caldeira de uma usina termelétrica



Fonte: (PIETROCOLA *et al*, 2016, p.61).

Existem ainda algumas fontes alternativas para a geração de energia elétrica. Destacam-se a eólica, solar e nuclear, embora ainda existam muitas outras formas.

As usinas eólicas utilizam os ventos, ou seja, as correntes de ar que se formam na atmosfera, incidindo sobre pás, movimentando-as e este movimento aciona um gerador. (RAMALHO; 2007).

A figura 61 mostra um parque eólico situado no estado do Rio Grande do Sul, na cidade de Osório:

Figura 61: Parque eólico em Osório-RS



Fonte: Disponível em: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/energia-eolica-no-brasil.htm>

Possui grandes vantagens, principalmente em termos ambientais, uma vez que não interfere no efeito estufa e é renovável (PIETROCOLA *et al.*, 2016).

A Energia Solar pode ser de duas formas como explica Ramalho: “pode ser captada pelos coletores solares, utilizados para o aquecimento de água, e pelas células fotovoltaicas, que convertem diretamente energia solar em energia elétrica” (RAMALHO; 2007, p. 317). Nesta última, lâminas recobertas com material semicondutor, como o silício, ficam expostas à luz solar e esta excita os elétrons do silício, formando uma corrente elétrica (PIETROCOLA *et al.*, 2016).

É um tipo de energia que, embora tenha baixa eficiência, não é poluente e não interfere no efeito estufa. É uma alternativa sustentável em termos ambientais e que tem crescido muito nos últimos anos (PIETROCOLA *et al.*, 2016).

A figura a seguir mostra casas com este sistema instalado. Ainda é um investimento custoso, mas que tem retorno a médio e longo prazo:

Figura 62: Casas com energia solar



Fonte: Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/energia-solar-no-brasil.html>

As usinas nucleares funcionam de maneira parecida com as termelétricas de carvão. Um vapor de água aciona a turbina acoplada a um gerador. A diferença é que o vapor é obtido pela queima de combustíveis nas termoelétricas e por processo de fissão de núcleos atômicos pesados na nuclear (RAMALHO; 2007).

Neste trabalho não aprofundaremos nos processos nucleares envolvidos, mas é importante mostrar que é uma forma alternativa de se obter energia elétrica.

No Brasil predominam as hidrelétricas, mas em muitos países há necessidade de se utilizar a energia nuclear. Tem a vantagem de não emitir poluentes que contribuam para o efeito estufa, mas ainda não há tecnologia para tratar o lixo nuclear, o que causa risco de contaminação nuclear (PIETROCOLA *et al.*, 2016).

Nas usinas nucleares temos o seguinte processo de transformação de energia: energia nuclear em térmica, térmica em cinética e por último cinética em elétrica (PIETROCOLA *et al.*, 2016).

A figura 63 mostra o reator nuclear da usina Angra 2, no município de Angra dos Reis – RJ:

Figura 63: Reator nuclear de Angra 2



Fonte: (PIETROCOLA *et al.*, 2016, p. 61)

Além destas formas de se obter energia elétrica, existem diversas outras que não serão abordadas neste trabalho.

Todos estes temas são sugeridos pelo currículo mínimo do Estado do Rio de Janeiro no estudo de Energia, sugerindo que sejam abordados a partir de uma proposta concreta, aproximando-se da realidade do aluno e tirando proveito disso (RIO DE JANEIRO, 2012).

DIVISÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA EM MOMENTOS/ENCONTROS

O produto educacional desenvolvido foi elaborado e preparado para ser aplicado em sete (07) momentos/encontros, tendo duração cem minutos cada, ou seja, duas aulas de 50 minutos.

O quadro a seguir mostra essa divisão em logo abaixo são apresentados, de forma mais detalhada, os encontros:

Quadro 12: Divisão da Sequência em Momentos/Encontros

Momento/Encontro	Atividades Desenvolvidas
1º Encontro: Concepções Prévias	Texto: Nas águas do Niágara Questionário Introdução do conteúdo
2º Encontro: Suporte Teórico I	Slides e Explicação Oral Lista de Exercícios
3º Encontro: Suporte Teórico II	<i>JIGSAW</i> Divisão dos grupos, Leitura dos Textos, Elaboração das Respostas, Discussão nos grupos especialistas e Elaboração da Resposta Final
4º Encontro: Jogo I – Cadeira da Inteligência	Aplicação do Jogo: Cadeira da Inteligência
5º Encontro: Suporte Teórico III – Simulação Virtual e Conservação da Energia	Simulação Virtual
6º Encontro: Jogo II – Jogo de Tabuleiro Monopólio de Energia	Aplicação do jogo de tabuleiro: Monopólio de Energia
7º Encontro: Avaliação da aprendizagem e da proposta	Avaliação com utilização do aplicativo Plickers Questionário Final com as mesmas perguntas do questionário inicial Avaliação da Proposta

Fonte: Elaborado pelo autor

1º ENCONTRO (AULAS 01 E 02) – CONCEPÇÕES PRÉVIAS

O objetivo desta aula é contextualizar o tema “Energia” e verificar os conhecimentos prévios dos alunos a partir de um questionário inicial.

Os alunos formarão grupos de 5 pessoas, farão a leitura do texto “Nas águas do Niágara” e responderão as perguntas que se encontram no fim do texto.

Texto “Nas águas do Niágara”

Nas águas do Niágara



A eletricidade é um fenômeno que sempre despertou o interesse da humanidade e a evolução da sociedade está muito relacionada com o desenvolvimento e aperfeiçoamento dos fenômenos elétricos. Um grande impasse era como gerar eletricidade para atender lugares distantes e para atender cada vez mais pessoas e fábricas. Tudo precisava da eletricidade! Um grande passo foi dado, em 1831, quando o físico inglês Michael Faraday descobre a indução eletromagnética que é o princípio por trás dos geradores elétricos, ou seja, descobre que é possível transformar energia mecânica (movimento) em energia elétrica. O transporte de eletricidade a longas distâncias, só tornou-se possível com a invenção do sistema de geração de eletricidade em corrente alternada desenvolvido por Nikola Tesla, outro físico muito importante nesta história e após seus estudos sobre a aplicação da corrente alternada de alta frequência, o acoplamento de dois circuitos por indução mútua, entre outras patentes foi possível o surgimento de novos tipos de geradores e transformadores. E desta forma, em 1886, a Niagara Falls Power Company terminou a construção de canais subterrâneos, que desviavam água do Rio Niágara para turbinas, sendo este sistema capaz de produzir até 75 Megawatts de eletricidade, que era transportada até Buffalo, localizada no estado de Nova Iorque, a 32 km das Cataratas do Niágara. Companhias privadas do lado canadense também começaram a aproveitar a energia das cataratas. Foi um fato marcante na história da eletricidade! Era dada a largada para uma nova revolução, surgindo em todo o mundo novas usinas geradoras de energia elétrica, destacando-se inicialmente as hidrelétricas e termoeletricas. E até hoje a sociedade continua buscando novas formas de geração de eletricidade. Diante desse contexto convido vocês a responderem as questões:

- 1 – De que forma a geração de energia elétrica foi importante para o desenvolvimento da sociedade?
- 2 – Como funciona uma usina hidrelétrica e quais os tipos de energia que estão envolvidos desde o início da geração, quando o rio ainda se encontra no seu curso normal até o momento em que a água passa pela turbina?
- 3 – Quais os impactos sociais e ambientais causados pela instalação de uma usina hidrelétrica? E como funciona uma termelétrica?
- 4 – Cite algumas formas de obtenção de energia elétrica e que sejam eficientes e sustentáveis.

Após a leitura do texto e a resolução das questões o professor introduzirá os conceitos de energia cinética, energia potencial gravitacional e energia potencial elástica. É importante que estes conceitos só sejam apresentados após todos os grupos entregarem as respostas da atividade anterior, de modo que esta explicação não interfira nas respostas. Esta introdução será de maneira bem simples, uma vez que este conteúdo será estudado no próximo encontro, mas é importante iniciá-lo aproveitando que provavelmente surgiram dúvidas a partir da leitura do texto. A seguir são sugeridos alguns textos que o professor pode utilizar para introduzir o tema. O professor pode passar um resumo utilizando o quadro didático ou utilizar a forma impressa.

Energia Cinética

A energia cinética é a energia que um corpo possui quando está em movimento. Em outras palavras, é o trabalho necessário para acelerar uma partícula do repouso até a velocidade presente. A energia cinética depende da massa e da velocidade.

$$E_c = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

E_c = Energia Cinética (Joule)

m = massa (Kg)

v = velocidade (m/s)

Energia Potencial Gravitacional

É a energia que um corpo possui em virtude de sua posição em relação a um determinado referencial, que geralmente é o solo. Este tipo de energia depende da massa, da aceleração da gravidade e da altura.

$$E_{pg} = m \cdot g \cdot h$$

E_{pg} = Energia Potencial Gravitacional (Joule)

m = massa (Kg)

g = aceleração da gravidade (10 m/s²)

h = altura (em metros)

Energia Potencial Elástica

É a energia que um corpo possui quando está preso à uma mola, um elástico ou qualquer material que possa ser deformado. Depende da constante elástica e da deformação:

$$E_{pe} = \frac{k \cdot x^2}{2}$$

E_{pe} = Energia Potencial Elástica (Joule)

K = constante elástica (N/m)

x = deformação da mola ou elástico (em metros)

2º ENCONTRO – (AULAS 03 E 04) – Suporte Teórico I

O objetivo desta aula é dar um suporte teórico para o aluno, apresentando o conteúdo energia. São apresentados, por meio de slides, os conceitos de energia cinética, energia potencial gravitacional e energia potencial elástica. A apresentação de slides conta com alguns exemplos de questões envolvendo estes conceitos e aplicação das fórmulas que já foram passadas na aula anterior. Após a apresentação dos slides os alunos resolvem uma lista de exercícios para verificação da aprendizagem. Esta lista possui exercícios que envolvem cálculos e algumas questões teóricas.

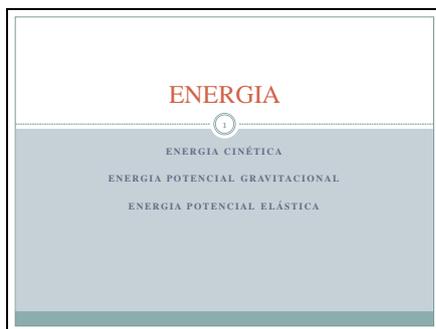
Os slides estão disponíveis em: <https://goo.gl/kkZRc5> e a seguir é apresentada uma prévia desta apresentação.

Após a apresentação dos slides os alunos resolvem uma lista de exercícios para a verificação da aprendizagem. Esta lista conta com questões envolvendo cálculos, além de questões conceituais e teóricas.

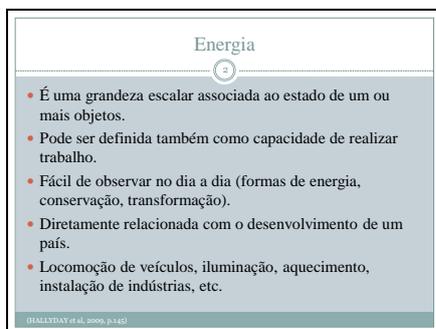
Encontra-se a seguir a lista de exercícios que foi utilizada nesta aplicação.

Sugestão de Slides: Disponível em: <https://goo.gl/kkZRc5>

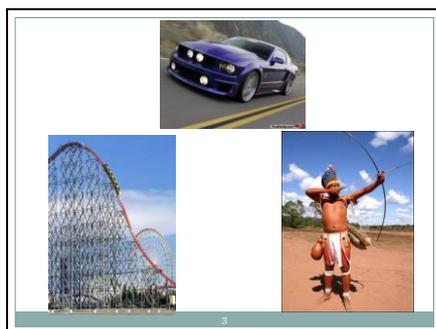
Slide 1



Slide 2



Slide 3



Slide 4

Trabalho

4

- Trabalho é uma grandeza física que pode ser definida como a energia transferida para um objeto ou de um objeto através de uma força que age sobre o mesmo.
- Trabalho positivo = força no mesmo sentido do deslocamento
- Trabalho negativo = força contrária ao deslocamento
- Obs.: Só há trabalho se houver deslocamento.



Slide 5

Trabalho

5

- O trabalho pode ser obtido pelo produto entre Força, deslocamento e cosseno do ângulo formado entre estas grandezas.

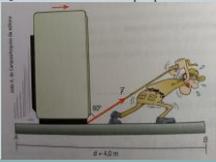
$$W = F \cdot d \cdot \cos\theta$$

Slide 6

Exemplo 1

6

- Uma pessoa arrasta um corpo sobre uma superfície horizontal exercendo, sobre ele, uma força $F = 10\text{N}$ como mostra a figura deste exercício. Sabendo-se que o corpo se desloca de A até B, responda:
 - a) Qual é o valor do ângulo θ entre a Força F e o deslocamento do corpo?
 - b) Qual foi o trabalho realizado pela pessoa?



(MAXIMO E ALVARENGA, 2011, p.260)

Slide 7

Energia Cinética

7

- Um corpo possui energia quando tem capacidade de realizar trabalho. Logo, um corpo em movimento possui energia. Esta energia é chamada de Energia Cinética.
- Quando um corpo de massa "m" está se movendo com uma velocidade "v", ele possui energia cinética "Ec" dada pela expressão:

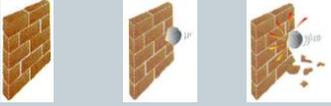
$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

Slide 8

Energia Cinética

8

A pedra com maior velocidade irá provocar maior estrago porque possui uma energia cinética maior.



Slide 9

Energia cinética

9

A pedra de maior massa provocará maior estrago, ou seja, realiza um trabalho maior, possui maior energia cinética.

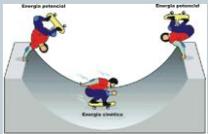


Slide 10

Exemplo 2

10

- O skatista a seguir possui massa de 75kg e velocidade de 5m/s, quando se encontra na parte mais baixa da rampa.
- a) Qual é o valor de sua Energia Cinética?
- b) O que acontece com a Energia cinética se a velocidade for dobrada?



<http://www.sobbiologia.com.br/contenidos/otava_secto/Energia2.php>

Slide 11

Energia Potencial Gravitacional

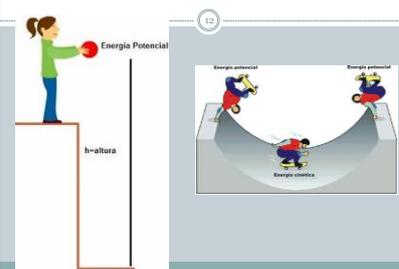
11

- Um corpo situado a uma certa altura possui energia potencial gravitacional, pois tem capacidade de realizar trabalho.
- A energia potencial é uma energia armazenada, latente. Ela se manifestará em forma de energia cinética.
- É calculada pelo produto entre a massa "m", a aceleração da gravidade "g" e a altura "h":

$$E_{pg} = m \cdot g \cdot h$$

Slide 12

12

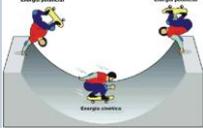


Slide 13

Exemplo 3

13

- Considerando os dados do exemplo 2, que a altura da rampa é de 1,25m e o valor da aceleração da gravidade é de 10m/s^2 , calcule o valor da energia potencial gravitacional do skatista no ponto mais alto da rampa.



Slide 14

Energia Potencial Elástica

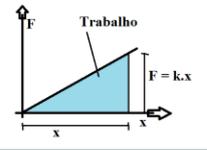
14

- Um corpo ligado à extremidade de uma mola comprimida (ou esticada) possui energia potencial elástica.
- A força elástica não é constante e, portanto, não se pode obter a Energia Potencial Elástica pelo produto direto entre a força e o deslocamento.
- Para calcular o trabalho que esta força realiza podemos obtê-lo pela área sob o gráfico Força x Deslocamento.
- A força é obtida pelo produto entre a força e a deformação ($F = k \cdot x$)

Slide 15

15

- A área do gráfico representa o trabalho realizado pela força elástica, ou seja, a Energia Potencial Elástica.
- $E_{pe} = \frac{1}{2} k \cdot x^2$



[MAXIMO E ALVARENGA, 2011, p.593]

Slide 16

Exemplo 4

16

- Um mola possui constante elástica de 1200N/m . Calcule a energia potencial elástica que um corpo preso a esta mola adquire, quando ela sofre as deformações a seguir:
 - a) 10cm
 - b) 20cm
 - c) 5cm



Obs.: O que acontece com a energia quando se dobra a deformação?

Slide 17

Lista de exercícios

17

- Acesse o link abaixo para visualizar a lista de exercícios ou utilize o Qrcode:
- <https://goo.gl/gWNNmq7>



Slide 18

Referências

18

- HALLIDAY, D.; RESNICK, R. e WALKER J. Fundamentos de Física: mecânica. Volume 1, Tradução e Revisão Técnica Ronaldo Sérgio de Biasi. 8ª edição. Rio de Janeiro: LTC, 2009.
- ALVARENGA, B. e MÁXIMO, A. Curso de Física. Volume 1. São Paulo: Scipione, 2011.
- MATEMATICAS Y FISICA. Disponível em: <<https://matfiscamonteria.blogspot.com.br/2017/10/energia-potencial-gravitacional.html>>. Acesso em: 27.fev.2018.
- Só biologia. Disponível em: <https://www.sobiologia.com.br/conteudos/oitava_serie/Energia2.php>. Acesso em: 27.fev.2018.

Lista de Exercícios sobre Energia (cinética, potencial gravitacional e elástica)

Professor: Leomir Toledo de Barros

- 1 – Um bloco de massa $m = 2,0\text{kg}$ está se deslocando com uma velocidade $v = 4\text{m/s}$.
- Qual é a energia cinética deste bloco?
 - Se triplicarmos a massa o que acontecerá com a energia cinética do bloco?
 - E se dobrarmos a velocidade, o que acontecerá com a energia cinética do bloco?
- 2 – Um carro popular apresenta massa de 1200 kg e se desloca em uma estrada com velocidade de 108km/h (30m/s). Nesta mesma estrada, um caminhão com massa de 4500 kg , trafega com velocidade de 54km/h (15m/s). Quem possui maior energia cinética?
- 3 – Um caminhão apresenta massa de 9000 kg quando está carregado. Sabendo que sua energia cinética vale, em determinado instante, 1800000J . Qual é o módulo de sua velocidade neste instante?
- 4 – Uma pessoa situada no alto de um edifício, cuja altura é $8,0\text{m}$, deixa cair um corpo de massa $m=10,0\text{kg}$. Considerando $g=10\text{m/s}^2$, responda:
- Qual é a energia potencial gravitacional do corpo, no alto do edifício?
 - Qual é a energia potencial gravitacional do corpo ao passar por um ponto, a uma altura $h=2,0\text{m}$ acima do solo?
- 5 – Dois montanhistas fazem uma escalada. Bill escolhe uma trilha abrupta, curta, enquanto Joe escala por uma via suave, comprida. Os dois têm a mesma massa. No cume da montanha, discutem sobre quem ganhou mais energia potencial. Bill acredita que seja ele pois fez um grande esforço. Joe acha que ganhou mais energia potencial gravitacional do que Bill porque percorreu um caminho mais longo. Quem está com a razão? Explique sua resposta.

6 – Um ciclista sobe uma ladeira. Pedalando vigorosamente, ele consegue manter a velocidade constante. Pode-se então afirmar que a sua:

- a) energia cinética está aumentando;
- b) energia cinética está diminuindo;
- c) energia potencial gravitacional está aumentando;
- d) energia potencial gravitacional está diminuindo;
- e) energia potencial gravitacional é constante.

7 – Qual é energia potencial elástica acumulada numa mola de constante de elasticidade $k=300\text{N/m}$ quando é comprimida 12 cm?

8 – (ENEM - adaptada) Uma das modalidades presentes nas olimpíadas é o salto com vara. As etapas de um dos saltos de um atleta estão representadas na figura:

Figura 64: Questão 86 - ENEM 2011



Fonte: Disponível em: <http://educacao.globo.com/provas/enem-2011/questoes/86.html>

- a) Qual transformação ocorre da etapa I para a etapa III?
- b) E da etapa I para II?

3º ENCONTRO – (AULAS 05 E 06) – Suporte Teórico II

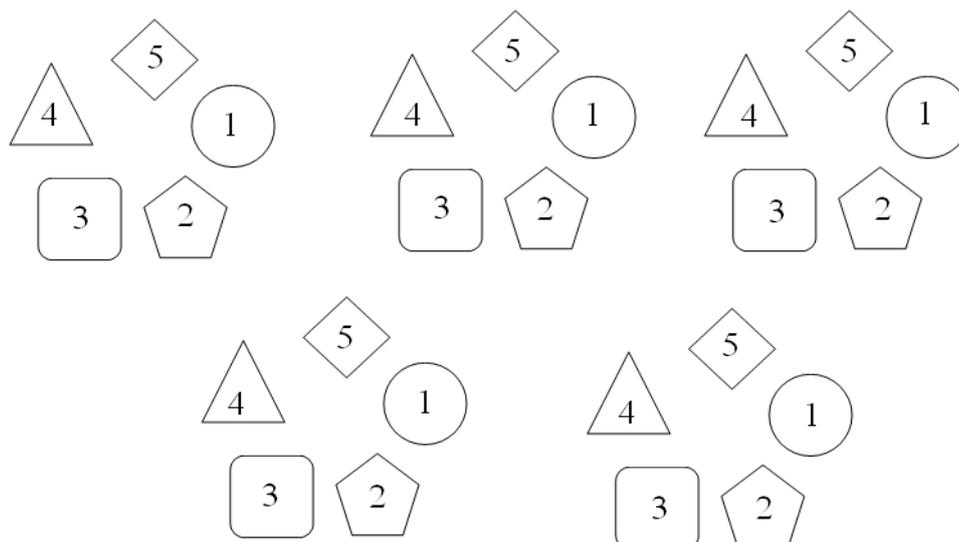
O objetivo deste encontro é complementar o suporte teórico dado na aula anterior. Para isto foi utilizada uma estratégia conhecida como JIG SAW. Esta estratégia é utilizada para trabalho em grupo. Serão disponibilizados textos sobre o conteúdo. Os textos utilizados foram os presentes no livro didático utilizado pelos alunos (PIETROCOLA *et al*, 2016, vol.2, p.52-61).

Para a execução desta etapa os alunos foram divididos em 5 grupos de 5 integrantes. Foram apresentadas para cada equipe um questionário que inclui 5 perguntas a serem respondidas pelo grupo. Cada aluno é diretamente responsável por uma questão, embora colabore com os colegas ao responderem as outras questões. Os alunos irão ler os textos das páginas 52 a 61 e responder as questões a seguir:

- 1) Como funciona uma usina hidrelétrica? Quais são as principais vantagens e desvantagens? Você recomendaria a construção de uma usina desta na cidade em que você mora?
- 2) Como funciona uma usina termoeletrica? Quais são as principais vantagens e desvantagens? Você recomendaria a construção de uma usina desta na cidade em que você mora?
- 3) Como funciona uma usina nuclear (ou termonuclear)? Quais são as principais vantagens e desvantagens? Você recomendaria a construção de uma usina desta na cidade em que você mora?
- 4) O texto afirma que: “quase a totalidade da energia utilizada na Terra tem origem nas radiações solares”. Explique qual é a relação que a energia solar tem com:
 - a) As hidrelétricas
 - b) A energia eólica
 - c) A energia química presente nos combustíveis fósseis
- 5) Sobre a matriz energética nacional, existe alguma relação entre os transportes do gráfico 4.1 e os petróleo e derivados do gráfico 4.2? Uma vez que o petróleo é considerado uma fonte de energia não renovável, o que você sugere para que se utilize mais energia renovável sem prejudicar o setor de transportes? Comente sobre a utilização do gás natural em substituição ao petróleo, fato que já é comum em nossa sociedade, destacando vantagens e desvantagens em termos ambientais e econômicos.

No primeiro momento cada integrante do grupo fica responsável por uma questão destas. A figura abaixo mostra a disposição dos grupos na formação inicial.

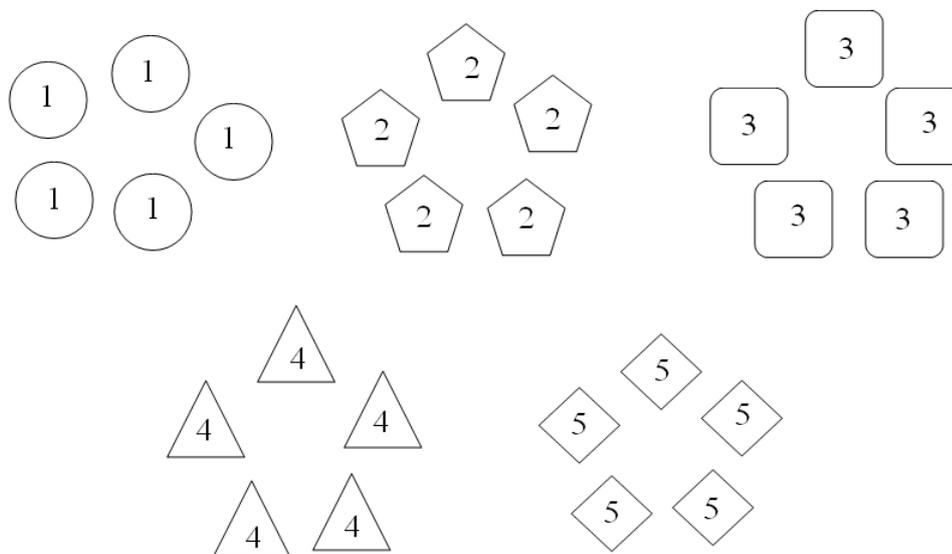
Figura 65: Formação inicial dos grupos



Fonte: Elaborado pelo autor

Em um segundo momento serão formados novos grupos, denominados grupos especialistas. Nesta etapa os grupos são formados de acordo com a questão designada para cada aluno. Sendo assim todos os alunos da turma que ficaram responsáveis pela questão 01 formarão um grupo para discutirem especificamente sobre esta questão. E assim acontece com os demais integrantes dos grupos, como podemos ver na figura.

Figura 66: Formação dos grupos especialistas



Fonte: Elaborado pelo autor

No final desta etapa todos os alunos voltar para o grupo inicial para montarem as respostas finais que serão entregues ao professor.

O quadro 13 mostra o tempo estimado de cada atividade, totalizando uma hora e quarenta minutos que é o tempo total deste encontro.

Quadro 13: Sugestão para o *jigsaw*

Atividade	Tempo estimado
Preparação dos textos e divisão dos grupos	20 minutos
Distribuição e elaboração das respostas de cada pergunta	30 minutos
Formação e discussão nos grupos especialistas	20 minutos
Preparação da resposta final e entrega ao professor	30 minutos

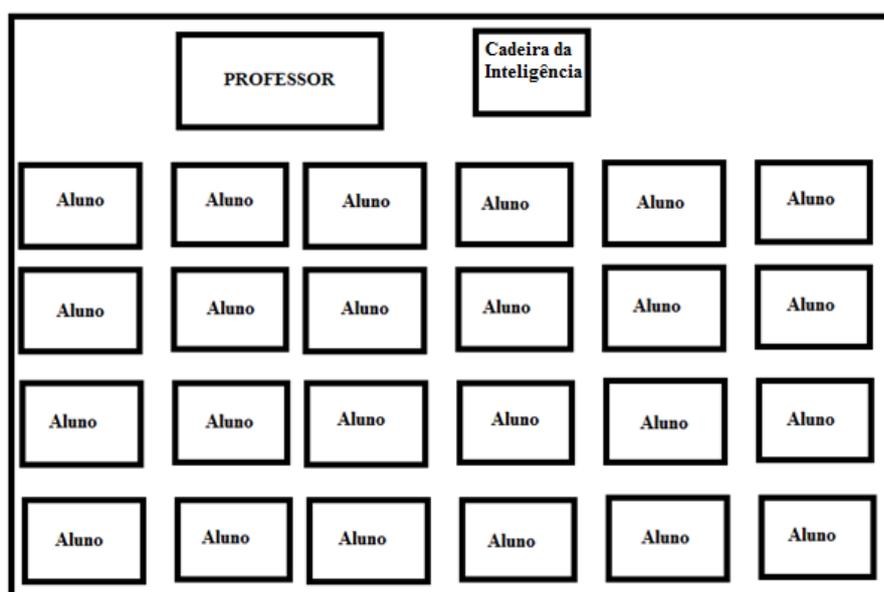
Fonte: Elaborado pelo autor

4º ENCONTRO – (AULAS 07 E 08) – Jogo I: Cadeira da Inteligência

O objetivo desta aula é revisar os conteúdos estudados até aqui de uma maneira divertida. Nesta aula será utilizado o jogo “Cadeira da Inteligência”, onde o professor interage com os alunos e utiliza-se da motivação dos alunos na competição para que os mesmos compreendam os conceitos de forma eficiente e prazerosa.

Este jogo é conduzido pelo professor e conta com a participação de todos os alunos da classe. Os alunos ficam dispostos em fileiras como nas aulas tradicionais. O professor coloca uma cadeira na frente de todos, virada para os alunos, e esta é conhecida como a cadeira da inteligência. O aluno que estiver sentado nela no fim da aula ou no fim de um tempo determinado pelo professor, vencerá o jogo. A figura a seguir mostra a organização da sala.

Figura 67: Organização da sala para a Cadeira da Inteligência



Fonte: Elaborado pelo Autor

Cada aluno recebe um cartão numerado pelo professor e não deve mostrá-lo aos demais. É imprescindível que os alunos não saibam qual o número do cartão dos colegas. A figura mostra os cartões do jogo que deverão ser confeccionados pelo professor:

Figura 68: Cartões do Jogo Cadeira da Inteligência

50	50	50	50
30	30	30	30
20	20	20	20
10	10	10	10
30	30	30	30
20	20	20	20
10	10	10	10
50	30	20	Senta da Cadeira (Carta Coringa)

Fonte: Elaborado pelo Autor

Após todos os alunos já estarem com os cartões entregues pelo professor o jogo se iniciará. O professor deve escolher/sortear um aluno para iniciar o jogo sentado na Cadeira da Inteligência. Este aluno sentará na Cadeira e mostrará o seu cartão, pois o valor constante neste é o valor a ser superado pelos outros jogadores.

Na primeira rodada de perguntas, o aluno que está sentado na Cadeira da Inteligência tem o direito de escolher quem responderá as perguntas feitas pelo professor. Este fará duas perguntas para o aluno selecionado. Para ser mais justo sugiro a utilização de um aplicativo para sortear as perguntas como, por exemplo, o aplicativo “Sorteio Rápido” disponível em: <<https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.kurticao.sorteiorapido&hl=pt>>.

O aplicativo deve ser configurado no modo com repetição para que as perguntas sejam repetidas. Assim o conteúdo é sempre revisado e os alunos ficam mais atentos às respostas dos colegas, pois a mesma pergunta pode sair novamente.

O professor define o limite inferior e o limite superior de acordo com o número de perguntas a serem feitas.

A figura 69 mostra algumas telas do aplicativo.

Figura 69: Fotos do aplicativo Sorteio Rápido



Fonte: Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.kurticao.sorteiorapido&hl=pt>

O professor irá fazer duas perguntas para o aluno e ele terá o direito de adquirir cartões numerados dos seus colegas com base no número de perguntas que ele acertar. Se ele acertar uma pergunta, ele pode escolher um cartão. Se acertar duas, ganhará dois cartões. Para que ele possa se sentar na Cadeira da Inteligência, o valor do seu cartão somado com os cartões que ele ganhar por ter acertado alguma pergunta, deve ser superior ao valor do cartão de quem está na Cadeira da Inteligência.

Se o aluno que responder as perguntas superar o valor a ser batido ele se senta na cadeira, estabelecendo-se um novo valor a ser batido. O aluno que estava na cadeira e aqueles que tiveram seus cartões solicitados, ganham novos cartões que serão distribuídos pelo professor, mantendo assim o sigilo dos valores de cada jogador.

Se o aluno que responder as perguntas não superar o valor a ser batido ele irá escolher outro aluno para responder as perguntas na próxima rodada. Se o seu cartão foi mostrado ele deve ser trocado, assim como todos aqueles que tiveram seus cartões solicitados, ainda que o valor não supere o do aluno sentado na Cadeira da Inteligência.

É importante destacar que só tem direito a solicitar cartões numerados aqueles que acertarem as perguntas.

A medida que as perguntas começam a se repetir com mais frequência, fica mais fácil de acertar. Mas por outro lado, o valor a ser batido vai ficando mais alto, dificultando a vida

dos alunos que almejam sentar-se na Cadeira da Inteligência. Para que os alunos não percam o interesse, quando o valor limite estiver muito alto, temos a carta coringa.

Carta Coringa: esta carta não dá o direito ao seu portador de se sentar na Cadeira da Inteligência, somente pelo fato dele estar com ela. Mas quando algum aluno acerta um pergunta e dentre os cartões está a carta coringa, ele poderá se sentar na Cadeira da Inteligência, mesmo que o valor seja inferior ao do aluno que está vencendo o jogo. Isto significa que o jogo só se encerra no tempo definido pelo professor e mesmo que o valor esteja muito alto, sempre será possível ir para a Cadeira da Inteligência.

A seguir são apresentadas as perguntas relacionadas ao tema “Energia” que foram utilizadas por este professor/pesquisador:

Perguntas do Jogo Cadeira da Inteligência:

- 1) O trabalho é uma grandeza escalar ou vetorial?

Resposta: Escalar

- 2) Ao utilizar um estilingue ou uma atiradeira, qual o tipo de Energia que está envolvido nesta situação?

Resposta: Energia Potencial Elástica

- 3) Alguns relógios antigos funcionavam à corda. Dentro deles existia uma mola que era comprimida quando girávamos a chave posicionada atrás do mesmo. Qual é o tipo de energia envolvido nesta situação?

Resposta: Energia Potencial Elástica

- 4) Quando um corpo cai, em queda livre, o que acontece com sua energia potencial gravitacional e com sua energia cinética?

Resposta: E_{pg} diminui e E_c aumenta.

- 5) Qual é o tipo de Energia que está associada ao movimento ou a velocidade?

Resposta: Energia Cinética

- 6) Qual é o tipo de Energia que está associada à altura em relação à superfície (ou solo)?

Resposta: Energia potencial Gravitacional

7) O que é energia?

Resposta: Podem ser aceitas diversas respostas desde a mais básica que poderia ser: capacidade de realizar trabalho.

8) É possível, fisicamente falando, fazer força sobre um objeto, sem que haja realização de trabalho?

Resposta: Sim, se não houver deslocamento não há realização de trabalho.

9) Em uma usina hidrelétrica, quando a água passa pela turbina acoplada ao gerador, há conversão de qual tipo de energia em energia elétrica?

Resposta: Energia Cinética

10) Em uma usina hidrelétrica, quando a água desce pelo duto, há conversão de qual tipo de energia?

Resposta:

(e) Cinética em potencial gravitacional

(f) Potencial elástica em elétrica

(g) Potencial gravitacional em cinética

(h) Cinética em potencial elástica

11) Qual é a unidade de medida padrão do sistema internacional para energia e trabalho?

Resposta: Joule

12) Cite uma vantagem de uma usina hidrelétrica:

Resposta: é considerada uma energia limpa e renovável

13) Cite duas desvantagens de uma usina termoeletrica

Resposta: Polui e não é renovável

14) Quando Dobramos a velocidade o que acontece com a energia cinética?

Resposta: Quadriplica

15) Quando dobramos a massa o que acontece com a energia cinética?

Resposta: Dobra

16) Quando dobramos a deformação o que acontece com a energia potencial elástica?

Resposta: Quadriplica

17) Quando triplicamos a velocidade o que acontece com a energia cinética?

Resposta: Fica nove vezes maior

18) Calcule a energia cinética de um corpo de massa 50kg e velocidade 10m/s.

Resposta: 2500J

19) Calcule a energia cinética de um corpo de massa 20kg e velocidade de 4m/s.

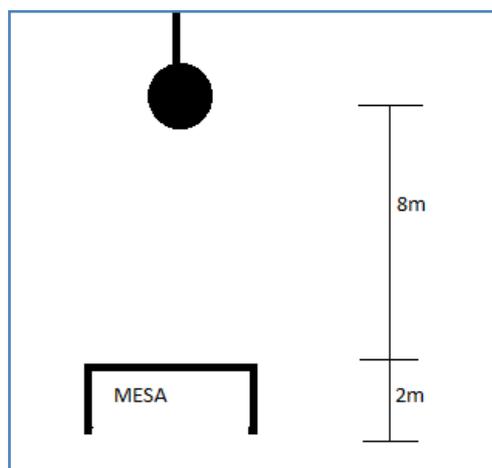
Resposta: 160J

20) Calcule a energia potencial gravitacional de um corpo pendurado a uma altura de 15m, sendo sua massa 8kg. Considere $g = 10\text{ms}^{-2}$.

Resposta: 1200J

21) Calcule a energia potencial gravitacional, em relação à mesa, de um corpo pendurado como mostra a figura a seguir:

Figura 70: Exemplo de situação envolvendo Energia potencial gravitacional



Fonte: Elaborado pelo autor

Resposta: 1600J

22) Calcule a energia potencial elástica de um corpo preso a uma mola com constante elástica $k=1400\text{N/m}$ quando é deformada 20cm.

Resposta: 28J

Em seguida é apresentada, em forma de tabela, a confecção dos cartões utilizados no jogo. Assim, é possível que o professor modifique os valores se achar necessário.

Cartões Utilizados no Jogo Cadeira da Inteligência

Quadro 14: Cartões Utilizados no Jogo Cadeira da Inteligência

50	50	50	50
30	30	30	30
20	20	20	20
10	10	10	10
30	30	30	30
20	20	20	20
10	10	10	10
50	30	20	Senta na Cadeira (Carta Coringa)

Fonte: Elaborado pelo Autor

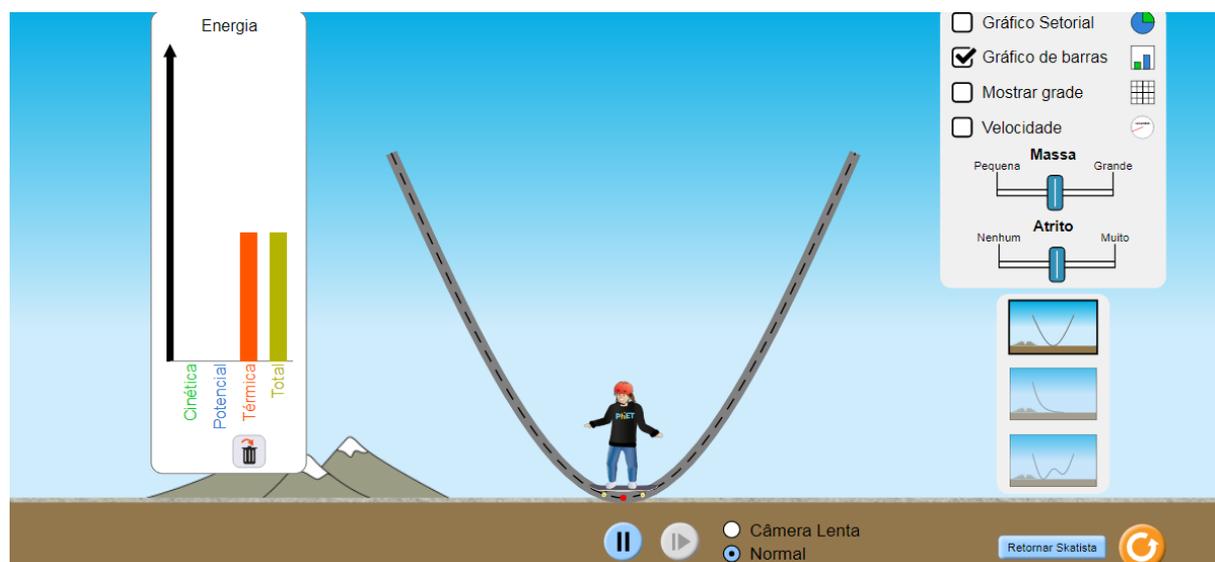
5º ENCONTRO – (AULAS 09 E 10) – Suporte Teórico III – Simulações Virtuais e Conservação de Energia

Nesta aula serão apresentados os conteúdos relacionados à conservação da energia mecânica, incluindo as forças conservativas e dissipativas. Utilizamos simulação virtual e aula dialogada.

Será utilizada a simulação “Energia na Pista de Skate”, disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park-basics/latest/energy-skate-park-basics_pt_BR.html>. Esta simulação permite observar a variação da Energia Cinética e da Energia Potencial Gravitacional enquanto um skatista está na pista. São feitas observações na ausência de atrito e depois com a inclusão desta força dissipativa com o objetivo de mostrar a conservação da energia.

A figura a seguir mostra a tela desta simulação:

Figura 71: *Printscreen* da Tela da Simulação: Energia na Pista de Skate



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

É possível demonstrar o aumento das Energias Cinética e Potencial com o aumento da massa, a dissipação da energia em forma de calor e a conservação da energia total dos sistemas.

6º ENCONTRO – (AULAS 11 E 12) – Jogo II - Jogo de Tabuleiro

“Monopólio de Energia”

Neste encontro, será apresentado aos alunos o jogo desenvolvido por este professor/pesquisador denominado “Monopólio de Energia”.

O jogo é baseado em Monopoly, que é um dos jogos de tabuleiro mais populares do mundo. No Brasil a versão mais conhecida é chamada de Banco Imobiliário. O objetivo principal do jogo é ficar rico e levar os adversários à falência.

Na versão criada por este pesquisador, as propriedades são relacionadas à energia, usinas hidrelétricas, termelétricas, eólicas, nucleares, petrolíferas, entre outras.

A figura a seguir mostra o tabuleiro desenvolvido neste trabalho que também pode ser obtido no link: <https://goo.gl/jwB33U>

Tabuleiro do jogo Monopólio de Energia

Figura 72: Tabuleiro do jogo Monopólio de Energia



Fonte: Elaborado pelo Autor

O tabuleiro pode ser impresso em lona de vinil que é um material muito utilizado para impressão de banners. É um material que é resistente e pode ser dobrado facilmente, sendo resistente a rasgos e umidade. Se o professor preferir pode ser impresso em folha de papel A4 ou A3, mas neste caso a durabilidade será menor.

A seguir são apresentadas as regras deste jogo, que também podem ser encontradas em: <https://drive.google.com/open?id=143cX33XJT7p-3aR5HslvoRE6MQWwg5ph>

Regras do Jogo

Os jogadores escolhem um marcador plástico e decidem a ordem de jogada com os dados.

Um dos jogadores deverá atuar como Banco, pagando e recebendo, inclusive as suas compras. Cada jogador deve receber 5 notas de \$100,00; 6 notas de \$50,00, 6 notas de \$20,00 e 8 notas de \$10,00, totalizando \$1000,00.

Os jogadores lançam os dados e andam o número de casas sorteado. Quando o jogador tirar números iguais nos dados ele tem direito a mais uma jogada. Se tirar três vezes seguidas números iguais, ele vai para a cadeia e fica 3 rodadas sem jogar.

O jogador poderá comprar a propriedade em que parar pagando ao banco o valor estipulado no tabuleiro e pegar a carta de propriedade que contem os valores a ser cobrado a título de aluguel.

Quando o jogador parar em uma propriedade que já foi comprada, deverá pagar ao proprietário o aluguel indicado no título de propriedade.

Toda vez que um jogador passar pela linha de largada, receberá \$200 do banco.

Quando um jogador adquirir duas propriedades da mesma cor ele poderá cobrar o aluguel do nível 2 e quando adquirir todas as propriedades da mesma cor ele poderá cobrar o aluguel do nível 3, formando assim um monopólio.

No caso da companhia de energia elétrica e rede de postos de combustíveis o valor a ser cobrado é obtido pelo produto entre o número obtido nos dados e o valor constante no título destas propriedades. Não é possível aumentar o nível nestas propriedades.

Quando um jogador não tiver dinheiro suficiente para pagar o aluguel ele terá uma propriedade hipotecada. Neste caso ele deverá indicar uma propriedade de sua preferência e entregá-la ao banco, recebendo metade do valor pago e constante no tabuleiro. Na mesma hora inicia-se um leilão desta propriedade. O jogador que der o lance mais alto fica com essa propriedade e poderá cobra aluguéis.

O jogador que não tiver mais dinheiro, nem propriedades para hipotecar, estará fora do jogo. Vence o jogo aquele que conseguir se manter após todos falirem. Pode ser determinado um tempo máximo para o jogo e no final deste tempo todos os jogadores vendem suas propriedades ao banco pela metade do preço e aquele que acumular mais dinheiro será declarado o vencedor.

Quando um jogador for para a prisão ele ficará três rodadas sem jogar e não poderá receber os alugueis durante este tempo. Um jogador pode ir para a prisão quando cair na casa “vá para a prisão”, quando tirar uma carta de revés com esta ordem ou quando tirar números iguais nos dados por três vezes seguidas.

Quando o jogador cair em uma casa com o ponto de interrogação ele deverá sortear uma pergunta e respondê-la. Se acertar tirar uma carta de sorte e se errar tira uma carta de revés. As cartas possuem a resposta das perguntas, mas os jogadores podem entrar em consenso e aceitar uma resposta diferente da que está escrita.

Quando o jogador cair na casa de prisão ele será considerado apenas visitante e passa a vez para o próximo jogador. Na próxima rodada ele joga normalmente.

Os peões do jogo, os dados e o dinheiro utilizado no jogo podem ser adquiridos com um custo bem baixo em lojas de artigos para presentes (lojas de R\$1,99, entre outras).

As cartas de propriedades, sorte, revés e perguntas estão disponíveis no link: <<https://goo.gl/S18oo8>> ou ainda no *qr code* a seguir.

Figura 73: Link para baixar o arquivo com as cartas do jogo Monopólio de Energia



Fonte: Elaborado pelo Autor

As cartas de propriedades foram confeccionadas de acordo com o tema proposto para o desenvolvimento do jogo, ou seja, sobre Energia e, portanto, as propriedades se referem à usinas hidrelétricas, termelétricas, nucleares, solares, além de plataformas e refinarias de petróleo. A seguir são apresentadas as cartas de propriedades, sorte, revés e perguntas:

Cartas do Jogo

Parque Eólico
de Giribatu
100J

Aluguel
Nível 1 = 30J
Nível 2 = 90J
Nível 3 = 270J

Hidrelétrica
Belo Monte
220J

Aluguel
Nível 1 = 90J
Nível 2 = 250J
Nível 3 = 700J

Termo Gás
Natural
Macaé
180J

Aluguel
Nível 1 = 70J
Nível 2 = 200J
Nível 3 = 550J

Comp. Eólico
Alto Sertão I
80J

Aluguel
Nível 1 = 20J
Nível 2 = 60J
Nível 3 = 180J

Hidrelétrica
Tucuruí I e II
220J

Aluguel
Nível 1 = 90J
Nível 2 = 250J
Nível 3 = 700J

Angra I
300J

Aluguel
Nível 1 = 130J
Nível 2 = 390J
Nível 3 = 900J

Parque Eólico
Osório
60J

Aluguel
Nível 1 = 20J
Nível 2 = 60J
Nível 3 = 180J

Termo Gás
Natural Duque
de Caxias
200J

Aluguel
Nível 1 = 80J
Nível 2 = 220J
Nível 3 = 600J

Angra II
340J

Aluguel
Nível 1 = 140J
Nível 2 = 400J
Nível 3 = 1000J

Hidrelétrica
Itaipu
240J

Aluguel
Nível 1 = 100J
Nível 2 = 300J
Nível 3 = 7500J

Termo Gás
Natural
Furnas - Rio
180J

Aluguel
Nível 1 = 70J
Nível 2 = 200J
Nível 3 = 550J

Angra III
400J

Aluguel
Nível 1 = 180J
Nível 2 = 450J
Nível 3 = 1100J

Termo Carvão Mineral Figueira <u>160J</u>	
Aluguel Nível 1 = 50J Nível 2 = 150J Nível 3 = 450J	

Plataforma de Petróleo Maricá <u>160J</u>	
Aluguel Nível 1 = 50J Nível 2 = 150J Nível 3 = 450J	

Usina Solar Tauá <u>300J</u>	
Aluguel Nível 1 = 90J Nível 2 = 270J Nível 3 = 800J	

Termo Carvão Mineral Jorge Lacerda <u>120J</u>	
Aluguel Nível 1 = 30J Nível 2 = 90J Nível 3 = 280J	

Plataforma de Petróleo Saquarema <u>140J</u>	
Aluguel Nível 1 = 40J Nível 2 = 120J Nível 3 = 360J	

Refinaria de Paulínia <u>280J</u>	
Aluguel Nível 1 = 80J Nível 2 = 240J Nível 3 = 700J	

Termo Carvão Mineral Candiota <u>100J</u>	
Aluguel Nível 1 = 30J Nível 2 = 90J Nível 3 = 260J	

Parque Solar Lapa <u>320J</u>	
Aluguel Nível 1 = 100J Nível 2 = 300J Nível 3 = 900J	

Refinaria de Duque de Caxias <u>260J</u>	
Aluguel Nível 1 = 80J Nível 2 = 230J Nível 3 = 680J	

Plataforma de Petróleo Itaguaí <u>140J</u>	
Aluguel Nível 1 = 40J Nível 2 = 120J Nível 3 = 360J	

Usina Solar Cidade Azul <u>300J</u>	
Aluguel Nível 1 = 90J Nível 2 = 270J Nível 3 = 800J	

Refinaria Henrique Lage <u>260J</u>	
Aluguel Nível 1 = 80J Nível 2 = 230J Nível 3 = 680J	

Rede de Postos de Combustível

240J
 Aluguel:
 20J x
 Soma dos Dados

SORTE

Avance até o ponto de partida e:
 Receba 200J

SORTE

Suas empresas estão colaborando com o meio ambiente:
 Receba 90J

Companhia de Energia Elétrica

280J
 Aluguel:
 30J x
 Soma dos Dados

SORTE

Os investimentos em ações estão dando lucro.
 Receba 80J

SORTE

Férias! Vá para a casa de Férias. Você deve seguir o sentido do tabuleiro. Se passar pelo início receba dinheiro.

SORTE

Saída livre da Prisão. Guarde este cartão para quando for preciso ou negocie-o com outro jogador.

SORTE

Os investimentos em fontes alternativas de energia estão dando retorno.
 Receba 90J

SORTE

Ganhou uma rodada extra. Jogue os dados novamente

SORTE

Dia de Pagamento:
 Receba 120J

SORTE

Você tem direito à Restituição do Imposto de Renda.
 Receba 100J

SORTE

Mande alguém para a Prisão.

SORTE

Você tem direito a 50% de desconto em sua próxima aquisição.

SORTE

Ande 09 casas agora. Você não precisará pagar se cair em alguma propriedade.

REVÉS

Pague ao banco metade do valor de sua última propriedade adquirida.

SORTE

A verba para energia aumentou.

Receba 120J

REVÉS

Chegou o Verão e o Ar condicionado fez o seu consumo aumentar.

Pague 120J

REVÉS

Pague 50J ao banco e Volte 09 casas agora. Se passar pelo início em sentido contrário, deve devolver também os 200J.

SORTE

Você assumiu o Ministério de Energia.

Receba 140J

REVÉS

Neste Inverno, com os dias menores que as noites, sua placa fotovoltaica não está dando conta do consumo.

Pague 140J

REVÉS

Vá para a PRISÃO.

SORTE

Alta na bolsa de valores.

Receba 110J

REVÉS

Você caiu na malha fina do Imposto de Renda.

Pague 110J

REVÉS

Volte para a última casa que você estava. Se for propriedade pague novamente.

REVÉS

Seu carro está poluindo muito.

Pague 90J

REVÉS

O preço do botijão de gás subiu novamente.

Pague 100J

PERGUNTA

O trabalho é uma grandeza escalar ou vetorial?

Resposta: Escalar

REVÉS

Pague o Imposto de Renda devido.

Pague 110J

REVÉS

Outro aumento no preço da Gasolina.

Pague 120J

PERGUNTA

Ao utilizar um estilingue ou uma atiradeira, qual o tipo de Energia que está envolvido nesta situação?

Resposta: Energia Potencial Elástica

REVÉS

Seus investimentos deram errado e você tomou um prejuízo.

Pague 80J

REVÉS

Bandeira Vermelha: O nível das represas está muito baixo e vamos ter que acionar as termelétricas.

Pague 110J

PERGUNTA

Alguns relógios antigos funcionavam à corda. Dentro deles existia uma mola que era comprimida quando girávamos a chave posicionada atrás do mesmo. Qual é o tipo de energia envolvido nesta situação?

Resposta: Energia Potencial Elástica

REVÉS

Fique uma rodada sem jogar. Segure esta carta e quando chegar sua vez você devolve para encerrar a punição.

REVÉS

Este carro está gastando muito.

Pague 90J

PERGUNTA

Quando um corpo cai, em queda livre, o que acontece com sua energia potencial gravitacional e com sua energia cinética?

Resposta: Epg diminui e Ec aumenta.

PERGUNTA

Qual é o tipo de Energia que está associada ao movimento ou a velocidade?

Resposta: Energia Cinética

PERGUNTA

Qual deve ser o ângulo para aplicarmos uma força a um determinado objeto de modo que o trabalho seja o máximo possível?

Resposta: 0° (zero graus) em relação ao sentido do deslocamento.

PERGUNTA

Qual é a unidade de medida padrão do sistema internacional para energia e trabalho?

Resposta: Joule

PERGUNTA

Qual é o tipo de Energia que está associada à altura em relação à superfície (ou solo)?

Resposta: Energia potencial Gravitacional

PERGUNTA

Em uma usina hidrelétrica, quando a água passa pela turbina acoplada ao gerador, há conversão de qual tipo de energia em energia elétrica?

Resposta: Energia Cinética

PERGUNTA

Cite uma vantagem de uma usina hidroelétrica:

Resposta: é considerada uma energia limpa e renovável

PERGUNTA

O que é energia?

Resposta: Podem ser aceitas diversas respostas desde a mais básica que poderia ser: capacidade de realizar trabalho

PERGUNTA

Em uma usina hidroelétrica, quando a água desce pelo duto, há conversão de qual tipo de energia?

- A) Cinética em potencial gravitacional
 B) Potencial elástica em elétrica
 C) Potencial gravitacional em cinética
 D) Cinética em potencial elástica

Resposta: C

PERGUNTA

Cite duas desvantagens de uma usina termoeletrica

Resposta: Polui e não é renovável

PERGUNTA

É possível, fisicamente falando, fazer força sobre um objeto, sem que haja realização de trabalho?

Resposta: Sim, se não houver deslocamento não há realização de trabalho.

PERGUNTA

Em uma montanha-russa o carrinho é levado ao ponto mais alto sendo puxado por um motor. A partir daí ele pode percorrer os outros trechos, menos elevados, sem ajuda de força externa. Qual Lei física está envolvida?

Resposta: Conservação da Energia mecânica

PERGUNTA

O carvão mineral é uma fonte de energia renovável. Certo ou Errado?

Resposta: errado

7º ENCONTRO – (AULAS 13 E 14) – Avaliação da aprendizagem e da proposta

Neste último encontro realiza-se a avaliação da aprendizagem em duas etapas e também a avaliação da proposta por parte dos alunos.

Para a avaliação da aprendizagem foi utilizado o aplicativo “Plickers” que permite realizar um questionário de forma interativa e divertida. Foram elaboradas 10 questões sobre o conteúdo estudado durante o bimestre e, utilizando-se do aplicativo citado anteriormente, foi feita uma avaliação da aprendizagem dos alunos.

Cada aluno recebe um cartão que contem um código que permite que seja identificado o nome do aluno e este cartão contem 4 opções de respostas (A, B, C ou D). As perguntas elaboradas pelo professor também tem quatro alternativas.

O professor, utilizando-se de um projetor de slides, apresenta a questão para os alunos e estes devem levantar as plaquinhas indicando a opção que eles consideram corretas. O professor utiliza o celular e o aplicativo plickers, previamente instalado, para capturar as respostas de cada aluno.

As perguntas utilizadas pelo professor neste trabalho foram relacionadas ao tema energia e são apresentadas aqui. A primeira questão envolve o cálculo da energia cinética:

Questões da Avaliação Final

Figura 74: Questão 1 da Avaliação Final

1-Goku é um super sayajin, que nas horas vagas treina seus poderes em um local bem distante. Imagine que um dia ele lançou uma esfera de massa 15kg que se movimentou com uma velocidade constante de 30m/s. Qual é a energia cinética da esfera?

A 13500 J

B 3375 J

C 225 J

D 6750 J



Fonte: Elaborado pelo autor

A pergunta seguinte busca fazer com que o aluno consiga relacionar a energia cinética com a velocidade e a variação da energia potencial gravitacional com a variação da altura:

Figura 75: Questão 2 da Avaliação Final

2-Um ciclista desce uma ladeira, com forte vento contrário ao movimento. Observa-se que ele consegue manter a velocidade constante. Pode-se então afirmar que a sua:

A energia cinética está aumentando

B energia cinética está diminuindo

C energia potencial gravitacional está aumentando

D energia potencial gravitacional está diminuindo

Fonte: Elaborado pelo autor

A terceira pergunta é uma questão do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) do ano de 2011, onde o aluno deve reconhecer os tipos de energia envolvidos em uma modalidade olímpica, o salto com vara:

Figura 76: Questão 3 da Avaliação Final

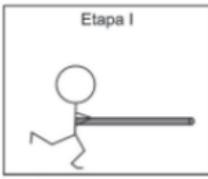
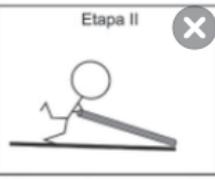
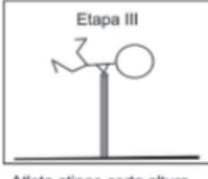
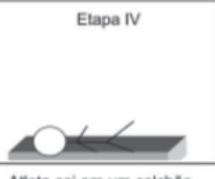
3-(ENEM-2011) Uma das modalidades presentes nas olimpíadas é o salto com vara. As etapas de um dos saltos de um atleta estão representadas na figura ao lado. Da etapa I para a etapa III ocorre transformação de:

A Energia cinética em energia potencial elástica

B Energia cinética em energia potencial gravitacional

C Energia potencial gravitacional em energia cinética

D Energia potencial gravitacional em energia potencial elástica

<p>Etapa I</p>  <p>Atleta corre com a vara</p>	<p>Etapa II</p>  <p>Atleta apoia a vara no chão</p>
<p>Etapa III</p>  <p>Atleta atinge certa altura</p>	<p>Etapa IV</p>  <p>Atleta cai em um colchão</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

A quarta questão é sobre as transformações de energia ocorridas em uma usina hidrelétrica:

Figura 77: Questão 4 da Avaliação Final

4-Em uma usina hidrelétrica quando a água passa pela turbina e pelo gerador ocorre transformação de energia:

- A** Cinética em elétrica ×
- B** Eólica em elétrica ×
- C** Elétrica em cinética ×
- D** Potencial gravitacional em cinética ×

Fonte: Elaborado pelo autor

A quinta questão é sobre as características das usinas hidrelétricas e termelétricas:

Figura 78: Questão 5 da Avaliação Final

5-Sobre as afirmativas abaixo marque a opção INCORRETA:

- A** A usina hidrelétrica utiliza fonte renovável ×
- B** A usina hidrelétrica causa impacto ambiental, embora seja menor que a termelétrica ×
- C** A usina termelétrica utiliza fonte renovável, já que geralmente é utilizado o carvão mineral ×
- D** A usina termelétrica tem a vantagem de poder ser construída mais próxima das regiões povoadas economizando assim os custos com as linhas de transmissão ×

Fonte: Elaborado pelo autor

A sexta questão aborda a energia potencial elástica e sua relação com os relógios movidos à corda:

Figura 79: Questão 6 da Avaliação Final

6-Alguns relógios antigos funcionavam à corda. Dentro deles existia uma mola que era comprimida quando girávamos a chave posicionada atrás do mesmo. Qual é o tipo de energia envolvido nesta situação?

A Energia Cinética

B Energia Potencial Gravitacional

C Energia Potencial Elástica

D Energia Elétrica

Fonte: Elaborado pelo autor

A sétima questão envolve a variação da energia cinética e da energia potencial gravitacional em uma queda livre:

Figura 80: Questão 7 da Avaliação Final

7-Quando um corpo cai, em queda livre, o que acontece com sua energia potencial gravitacional e com sua energia cinética?

A Epg aumenta e Ec diminui

B Epg diminui e Ec aumenta

C Epg e Ec aumentam

D Epg e Ec diminuem

Fonte: Elaborado pelo autor

A oitava questão faz referência a fórmula para o cálculo da energia cinética e a relação entre as grandezas velocidade e energia cinética:

Figura 81: Questão 8 da Avaliação Final

8-Quando dobramos a velocidade o que acontece com a energia cinética?

A dobra

B quadriplica

C não se altera

D cai pela metade

Fonte: Elaborado pelo autor

A nona questão tem o objetivo de fazer com que o aluno consiga relacionar a energia cinética com a velocidade:

Figura 82: Questão 9 da Avaliação Final

9-A Energia Cinética é um tipo de energia que está associado a qual grandeza física a seguir?

A Altura ×

B Deformação ×

C Velocidade ×

D Temperatura ×

Fonte: Elaborado pelo autor

E a última questão busca fazer com que o aluno associe a energia potencial gravitacional com a altura:

Figura 83: Questão 10 da Avaliação Final

10-A Energia Potencial Gravitacional está associada com qual grandeza física a seguir?

A Altura ×

B Velocidade ×

C Deformação ×

D Temperatura ×

Fonte: Elaborado pelo autor

Encontra-se no apêndice A da dissertação que deu origem a este produto educacional um tutorial para a utilização do aplicativo Plickers.

Após a avaliação realizada com a utilização do aplicativo “Plickers” o professor dividiu a turma em grupos seguindo a mesma formação da atividade realizada no primeiro encontro.

Para a avaliação da aprendizagem foi utilizado um questionário contendo as mesmas perguntas do primeiro encontro, porém agora sem o texto que fora apresentado naquela ocasião. O texto não contém respostas das questões, mas naquele momento era importante para situar os alunos dentro do contexto do estudo da energia mecânica. Questões apresentadas são apresentadas a seguir:

Questionário Final

1 – De que forma a geração de energia elétrica foi importante para o desenvolvimento da sociedade?

2 – Como funciona uma usina hidrelétrica e quais os tipos de energia que estão envolvidos desde o início da geração, quando o rio ainda se encontra no seu curso normal até o momento em que a água passa pela turbina?

3 – Quais os impactos sociais e ambientais causados pela instalação de uma usina hidrelétrica? E como funciona uma termelétrica?

4 – Cite algumas formas de obtenção de energia elétrica e que sejam eficientes e sustentáveis.

O objetivo da utilização deste questionário é comparar as respostas dadas na primeira aula com as respostas dadas pelos alunos após a aplicação de toda a sequência didática.

E, por último, foi realizada uma avaliação da proposta elaborada pelo professor. Mantendo a turma dividida em grupos, o professor pediu que respondessem um questionário com as seguintes perguntas:

Avaliação da Proposta:

ROTEIRO PARA ENTREVISTAS

Durante este bimestre o professor desenvolveu um projeto de pesquisa sobre a utilização de uma proposta diferenciada para a aprendizagem de Física com ênfase em jogos didáticos. Para isto foi elaborada uma sequência didática que destaca a interação dos alunos, incluindo trabalhos em grupos, jogos didáticos (sendo um jogo de tabuleiro “Monopólio de Energia” e o jogo “Cadeira da Inteligência”), além de aulas teóricas, listas de exercícios e uma simulação virtual (Pista de Skate) que demonstra a conservação de Energia.

- 1) Façam um comentário a Cadeira da Inteligência, dizendo se gostaram da sua utilização e se aprenderam o conteúdo com o jogo.
- 2) Façam um comentário sobre o jogo de tabuleiro Monopólio de Energia, dizendo se gostaram e se aprenderam o conteúdo durante a aula em que o jogo foi aplicado. Sugerem alguma mudança nas regras?
- 3) Além dos jogos vocês gostaram das atividades em grupo? E da simulação virtual que demonstra a conservação e a dissipação de energia em uma pista de skate?
- 4) Agora de uma forma geral, vocês gostaram da utilização dessa sequência que é um pouco diferente das aulas tradicionais ou preferem as aulas tradicionais com explicação do conteúdo pelo professor e resolução de exercícios? Como esta entrevista está sendo realizada em grupo, favor mencionar se houver divergências quanto às respostas.
- 5) Como futuros professores, vocês utilizariam uma sequência didática envolvendo a utilização de jogos em suas aulas?

MATERIAL PARA O ALUNO

A seguir você encontra o material do aluno. Este material conta com lista de exercícios, textos para serem impressos e questionários para serem aplicados durante as aulas.

É o mesmo material que foi apresentado durante a proposta, só que separado para ficar mais fácil para o professor reproduzi-los e utilizá-los em suas aulas.

Nas águas do Niágara



A eletricidade é um fenômeno que sempre despertou o interesse da humanidade e a evolução da sociedade está muito relacionada com o desenvolvimento e aperfeiçoamento dos fenômenos elétricos. Um grande impasse era como gerar eletricidade para atender lugares distantes e para atender cada vez mais pessoas e fábricas. Tudo precisava da eletricidade! Um grande passo foi dado, em 1831, quando o físico inglês Michael Faraday descobre a indução eletromagnética que é o princípio por trás dos geradores elétricos, ou seja, descobre que é possível transformar energia mecânica (movimento) em energia elétrica. O transporte de eletricidade a longas distâncias, só tornou-se possível com a invenção do sistema de geração de eletricidade em corrente alternada desenvolvido por Nikola Tesla, outro físico muito importante nesta história e após seus estudos sobre a aplicação da corrente alternada de alta frequência, o acoplamento de dois circuitos por indução mútua, entre outras patentes foi possível o surgimento de novos tipos de geradores e transformadores. E desta forma, em 1886, a Niágara Falls Power Company terminou a construção de canais subterrâneos, que desviavam água do Rio Niágara para turbinas, sendo este sistema capaz de produzir até 75 Megawatts de eletricidade, que era transportada até Buffalo, localizada no estado de Nova Iorque, a 32 km das Cataratas do Niágara. Companhias privadas do lado canadense também começaram a aproveitar a energia das cataratas. Foi um fato marcante na história da eletricidade! Era dada a largada para uma nova revolução, surgindo em todo o mundo novas usinas geradoras de energia elétrica, destacando-se inicialmente as hidrelétricas e termelétricas. E até hoje a sociedade continua buscando novas formas de geração de eletricidade. Diante desse contexto convido vocês a responderem as questões:

1 – De que forma a geração de energia elétrica foi importante para o desenvolvimento da sociedade?

2 – Como funciona uma usina hidrelétrica e quais os tipos de energia que estão envolvidos desde o início da geração, quando o rio ainda se encontra no seu curso normal até o momento em que a água passa pela turbina?

3 – Quais os impactos sociais e ambientais causados pela instalação de uma usina hidrelétrica? E como funciona uma termelétrica?

4 – Cite algumas formas de obtenção de energia elétrica e que sejam eficientes e sustentáveis.

Energia Cinética

A energia cinética é a energia que um corpo possui quando está em movimento. Em outras palavras, é o trabalho necessário para acelerar uma partícula do repouso até a velocidade presente. A energia cinética depende da massa e da velocidade.

$$E_c = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

E_c = Energia Cinética (Joule)

m = massa (Kg)

v = velocidade (m/s)

Energia Potencial Gravitacional

É a energia que um corpo possui em virtude de sua posição em relação a um determinado referencial, que geralmente é o solo. Este tipo de energia depende da massa, da aceleração da gravidade e da altura.

$$E_{pg} = m \cdot g \cdot h$$

E_{pg} = Energia Potencial Gravitacional (Joule)

m = massa (Kg)

g = aceleração da gravidade (10 m/s²)

h = altura (em metros)

Energia Potencial Elástica

É a energia que um corpo possui quando está preso a uma mola, um elástico ou qualquer material que possa ser deformado. Depende da constante elástica e da deformação:

$$E_{pe} = \frac{k \cdot x^2}{2}$$

E_{pe} = Energia Potencial Elástica (Joule)

K = constante elástica (N/m)

x = deformação da mola ou elástico (em metros)

Lista de Exercícios sobre Energia (cinética, potencial gravitacional e elástica)

Professor: Leomir Toledo de Barros

- 1 – Um bloco de massa $m = 2,0\text{kg}$ está se deslocando com uma velocidade $v = 4\text{m/s}$.
- Qual é a energia cinética deste bloco?
 - Se triplicarmos a massa o que acontecerá com a energia cinética do bloco?
 - E se dobrarmos a velocidade, o que acontecerá com a energia cinética do bloco?
- 2 – Um carro popular apresenta massa de 1200kg e se desloca em uma estrada com velocidade de 108km/h (30m/s). Nesta mesma estrada, um caminhão com massa de 4500kg , trafega com velocidade de 54km/h (15m/s). Quem possui maior energia cinética?
- 3 – Um caminhão apresenta massa de 9000kg quando está carregado. Sabendo que sua energia cinética vale, em determinado instante, 1800000J . Qual é o módulo de sua velocidade neste instante?
- 4 – Uma pessoa situada no alto de um edifício, cuja altura é $8,0\text{m}$, deixa cair um corpo de massa $m=10,0\text{kg}$. Considerando $g=10\text{m/s}^2$, responda:
- Qual é a energia potencial gravitacional do corpo, no alto do edifício?
 - Qual é a energia potencial gravitacional do corpo ao passar por um ponto, a uma altura $h=2,0\text{m}$ acima do solo?
- 5 - Dois montanhistas fazem uma escalada. Bill escolhe uma trilha abrupta, curta, enquanto Joe escala por uma via suave, comprida. Os dois têm a mesma massa. No cume da montanha, discutem sobre quem ganhou mais energia potencial. Bill acredita que seja ele pois fez um grande esforço. Joe acha que ganhou mais energia potencial gravitacional do que Bill porque percorreu um caminho mais longo. Quem está com a razão? Explique sua resposta.
- 6 - Um ciclista sobe uma ladeira. Pedalando vigorosamente, ele consegue manter a velocidade constante. Pode-se então afirmar que a sua:
- energia cinética está aumentando;
 - energia cinética está diminuindo;

- c) energia potencial gravitacional está aumentando;
- d) energia potencial gravitacional está diminuindo;
- e) energia potencial gravitacional é constante.

7 - Qual é energia potencial elástica acumulada numa mola de constante de elasticidade $k=300\text{N/m}$ quando é comprimida 12cm ?

8 – (ENEM - adaptada) Uma das modalidades presentes nas olimpíadas é o salto com vara. As etapas de um dos saltos de um atleta estão representadas na figura:



- a) Qual transformação ocorre da etapa I para a etapa III?
- b) E da etapa I para II?

Trabalho em Grupo

A partir da leitura dos textos do livro didático, páginas 52 a 61, responda as questões a seguir:

- 1) Como funciona uma usina hidrelétrica? Quais são as principais vantagens e desvantagens? Você recomendaria a construção de uma usina desta na cidade em que você mora?
- 2) Como funciona uma usina termoelétrica? Quais são as principais vantagens e desvantagens? Você recomendaria a construção de uma usina desta na cidade em que você mora?
- 3) Como funciona uma usina nuclear (ou termonuclear)? Quais são as principais vantagens e desvantagens? Você recomendaria a construção de uma usina desta na cidade em que você mora?
- 4) O texto afirma que: “quase a totalidade da energia utilizada na Terra tem origem nas radiações solares”. Explique qual é a relação que a energia solar tem com:
 - a) As hidrelétricas
 - b) A energia nuclear
 - c) A energia eólica
 - d) A energia química presente nos combustíveis fósseis
- 5) Sobre a matriz energética nacional, existe alguma relação entre os transportes do gráfico 4.1 e os petróleo e derivados do gráfico 4.2? Uma vez que o petróleo é considerado uma fonte de energia não renovável, o que você sugere para que se utilize mais energia renovável sem prejudicar o setor de transportes? Comente sobre a utilização do gás natural em substituição ao petróleo, fato que já é comum em nossa sociedade, destacando vantagens e desvantagens em termos ambientais e econômicos.

Questionário Final

1 – De que forma a geração de energia elétrica foi importante para o desenvolvimento da sociedade?

2 – Como funciona uma usina hidrelétrica e quais os tipos de energia que estão envolvidos desde o início da geração, quando o rio ainda se encontra no seu curso normal até o momento em que a água passa pela turbina?

3 – Quais os impactos sociais e ambientais causados pela instalação de uma usina hidrelétrica? E como funciona uma termelétrica?

4 – Cite algumas formas de obtenção de energia elétrica e que sejam eficientes e sustentáveis.

ROTEIRO PARA ENTREVISTAS

Durante este bimestre o professor desenvolveu um projeto de pesquisa sobre a utilização de uma proposta diferenciada para a aprendizagem de Física com ênfase em jogos didáticos. Para isto foi elaborada uma sequência didática que destaca a interação dos alunos, incluindo trabalhos em grupos, jogos didáticos (sendo um jogo de tabuleiro “Monopólio de Energia” e o jogo “Cadeira da Inteligência”), além de aulas teóricas, listas de exercícios e uma simulação virtual (Pista de Skate) que demonstra a conservação de Energia.

- 1) Façam um comentário a Cadeira da Inteligência, dizendo se gostaram da sua utilização e se aprenderam o conteúdo com o jogo.
- 2) Façam um comentário sobre o jogo de tabuleiro Monopólio de Energia, dizendo se gostaram e se aprenderam o conteúdo durante a aula em que o jogo foi aplicado. Sugerem alguma mudança nas regras?
- 3) Além dos jogos vocês gostaram das atividades em grupo? E da simulação virtual que demonstra a conservação e a dissipação de energia em uma pista de skate?
- 4) Agora de uma forma geral, vocês gostaram da utilização dessa sequência que é um pouco diferente das aulas tradicionais ou preferem as aulas tradicionais com explicação do conteúdo pelo professor e resolução de exercícios? Como esta entrevista está sendo realizada em grupo, favor mencionar se houver divergências quanto às respostas.
- 5) Como futuros professores, vocês utilizariam uma sequência didática envolvendo a utilização de jogos em suas aulas?

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, B. e MÁXIMO, A. *Física*. Volume 1. São Paulo: Scipione, 2006.
- ALVARENGA, B. e MÁXIMO, A. *Curso de Física*. Volume 1. São Paulo: Scipione, 2011.
- ALONSO, M. e FINN, E. J. *Física um Curso Universitário*. Vol. 1 Mecânica, 2^a ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1972.
- FRIEDMANN, A. *O direito de brincar: a brinquedoteca*. 4^a ed. São Paulo: Abrinq, 1996.
- GASPAR, A. *Física*. Volume Único. São Paulo: Ática, 2003.
- GASPAR, A. *Compreendendo a Física*. 2^a edição. Volume 1 Mecânica. São Paulo: Ática, 2013.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R. e WALKER J. *Fundamentos de Física: mecânica*. Volume 1. Tradução e Revisão Técnica Ronaldo Sérgio de Biasi. 8^a edição. Rio de Janeiro: LTC, 2009.
- LEMOS, E.S.A aprendizagem significativa: estratégias facilitadoras e avaliação. *Aprendizagem Significativa em Revista*, v.1, n.1, p.25-35, 2011. Disponível em: <<https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/16653>>.
- MOREIRA, M. A. *Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências: A Teoria da Aprendizagem Significativa*. Porto Alegre, 2009.
- PIETROCOLA, M. *et al. Física em contextos*. v.2. São Paulo: Editora do Brasil, 2016.
- RAMALHO, F.; NICOLAU, G. F.; TOLEDO, P. A. *Vol.1*. 9^a edição. São Paulo: Moderna, 2007.

REGO, T. C. *Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação*. 25. ed. Petrópolis: Vozes, 2014. 139 p.

RIO DE JANEIRO. *Currículo Mínimo - Física*. Rio de Janeiro: Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro, 2012.

STUDART, N., “Simulações, Games e Gamificação no Ensino de Física”, in: Atas do XXI SNEF - Simpósio Nacional de Ensino de Física. Uberlândia: 2015. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxi/sys/resumos/T0150-31.pdf>

VILLAS BÔAS, Newton; DOCA, Ricardo Helou; GUALTER, José Biscuola. *Física*. Vol.1. 2ª edição. São Paulo: Saraiva, 2013.

YOUNG, H. e FREEDMAN, R. *Física I*. 12ª edição. São Paulo: Adisson Wesley, 2008.

PIETROCOLA, M. *et al.* *Física em contextos*. v.2. São Paulo: Editora do Brasil, 2016.

Cap. 04, p. 52-61.

Figura 84: Página 52 do livro do autor Pietrocola

CAPÍTULO
4

Professor, as sugestões ou orientações para o encaminhamento das atividades e outras discussões foram numeradas sequencialmente no Manual do Professor, que se encontra no fim deste volume.

ENERGIA E SUAS OUTRAS FACES

1. As transformações da energia na Terra a cada segundo

Imagem sem escala; cores-fantasia.



SOHO/ESA/NASA/SPL/Laimaevok

Professors P. Motta & T. Naguro/SPL/Laimaevok

Quase a totalidade da energia utilizada na Terra tem origem nas radiações solares e, além de garantir a manutenção da vida e da biodiversidade no planeta, nos proporciona bem-estar e conforto (Figuras 4.1 e 4.2).

A cada segundo, o Sol produz $3,5 \cdot 10^{27}$ J de energia na forma térmica e luminosa, por meio de reações de fusão nuclear que convertem átomos de hidrogênio em hélio. Mas somente uma parcela dessa energia chega à Terra: aproximadamente $1,7 \cdot 10^{17}$ J atinge o topo da atmosfera de nosso planeta.

Dessa quantidade, cerca de $5 \cdot 10^{16}$ J são refletidos pelas nuvens e oceanos e voltam para o espaço; o restante chega à superfície terrestre e passa por diversos processos: $5 \cdot 10^{16}$ J aquecem o solo; $3 \cdot 10^{16}$ J, o ar; $4 \cdot 10^{16}$ J, a água; e aproximadamente $6,5 \cdot 10^{13}$ J são absorvidos pelas plantas aquáticas e terrestres. Entretanto, as transformações continuam.

O aquecimento da água provoca a evaporação, dando início ao ciclo da água. Parte da energia é dissipada no ambiente durante a condensação, mas $1 \cdot 10^{15}$ J são armazenados na forma potencial gravitacional e usados em usinas hidrelétricas para produção de $1 \cdot 10^{11}$ W de potência elétrica.

O aquecimento do solo e do ar produz os ventos e, conseqüentemente, as ondas do mar. Ambos são fontes renováveis para produção de energia elétrica, porém são responsáveis por uma parcela ainda pouco significativa do total consumido.

Temos também a energia solar que foi absorvida pela vegetação de 500 milhões de anos atrás e produziu uma reserva de $2,2 \cdot 10^{23}$ J de energia química, ainda presente nos combustíveis fósseis (petróleo, carvão mineral e gás natural). Dessa reserva, são consumidos $5 \cdot 10^{12}$ J a cada segundo, sendo $12 \cdot 10^{11}$ W utilizados em termelétricas para a produção de $4 \cdot 10^{11}$ W de potência elétrica.

Figuras 4.1 e 4.2:
As mitocôndrias têm participação fundamental nos processos de conversão de energia em nosso organismo e o Sol participa dos processos de conversão de energia em nosso planeta. O tamanho da organela é de 1 milionésimo de metro e o astro, que é fonte natural de energia térmica e luminosa, tem diâmetro um pouco maior que 1 bilhão de quilômetros.

S2 Unidade 1 Energia

Fonte: Pietrocola *et al.*, 2016, p. 52

Figura 85: Página 53 do livro do autor Pietrocola

Além disso, há a energia química originária da formação dos elementos químicos no Universo. Essa fonte é explorada por meio da fissão de isótopos radioativos, como o urânio-235, nas usinas termonucleares, que produzem cerca de $2 \cdot 10^{10}$ W de potência elétrica. Parte da energia provinda do interior da Terra, a energia geotérmica, é gerada também pela desintegração de átomos radioativos, e seu valor é $3 \cdot 10^{13}$ J.

Nesse processo, cerca de $2 \cdot 10^{13}$ J da energia solar são absorvidos pela vegetação e utilizados na fotossíntese; posteriormente, essa quantidade de energia química sintetizada pelas plantas é consumida na forma de alimento por diversas espécies de animais. Da energia dos alimentos, gerada pelas plantas jovens, aproximadamente $2 \cdot 10^{12}$ J são aproveitados na agricultura e na agropecuária; e, na sequência, $3 \cdot 10^{11}$ J são consumidos, em média, pelos seres humanos a cada instante.

Da energia proveniente dos combustíveis fósseis, $2 \cdot 10^{11}$ J são empregados como matéria-prima na produção de produtos químicos e plásticos, $3 \cdot 10^{12}$ J são usados como fonte de aquecimento nas indústrias e nos domicílios, e $9 \cdot 10^{11}$ J são utilizados em motores a combustão, dos quais uma pequena parte é aproveitada como potência útil, já que o restante é dissipado em forma de calor. Por fim, a energia elétrica gerada, aproximadamente $5 \cdot 10^{11}$ J, é empregada na comunicação, na iluminação e em aparelhos elétricos indústrias e domésticos (Figura 4.3).

Exercício resolvido

Se metade da energia luminosa solar enviada para a Terra pudesse ser aproveitada para movimentar motores de automóvel, quantos motores seriam postos em funcionamento? A energia emitida pelo Sol, na forma luminosa, é de $1,7 \cdot 10^{17}$ J por segundo, e a potência média do motor de um automóvel é da ordem de 100 cv. (Utilize $1 \text{ cv} = 750 \text{ W}$)

Metade da potência emitida pelo Sol equivale a $8,5 \cdot 10^{16}$ W; a potência do motor do automóvel equivale a $100 \text{ cv} = 100 \cdot 750 \text{ W} = 7,5 \cdot 10^4 \text{ W}$.

Com uma regra de três simples, descobrimos o número de motores de carro que seriam colocados em movimento se pudéssemos captar e utilizar metade da energia solar que chega à Terra para essa finalidade.

1 motor — $7,5 \cdot 10^4 \text{ W}$
 n motores — $8,5 \cdot 10^{16} \text{ W}$ } $n = 1,13 \cdot 10^{12}$ motores

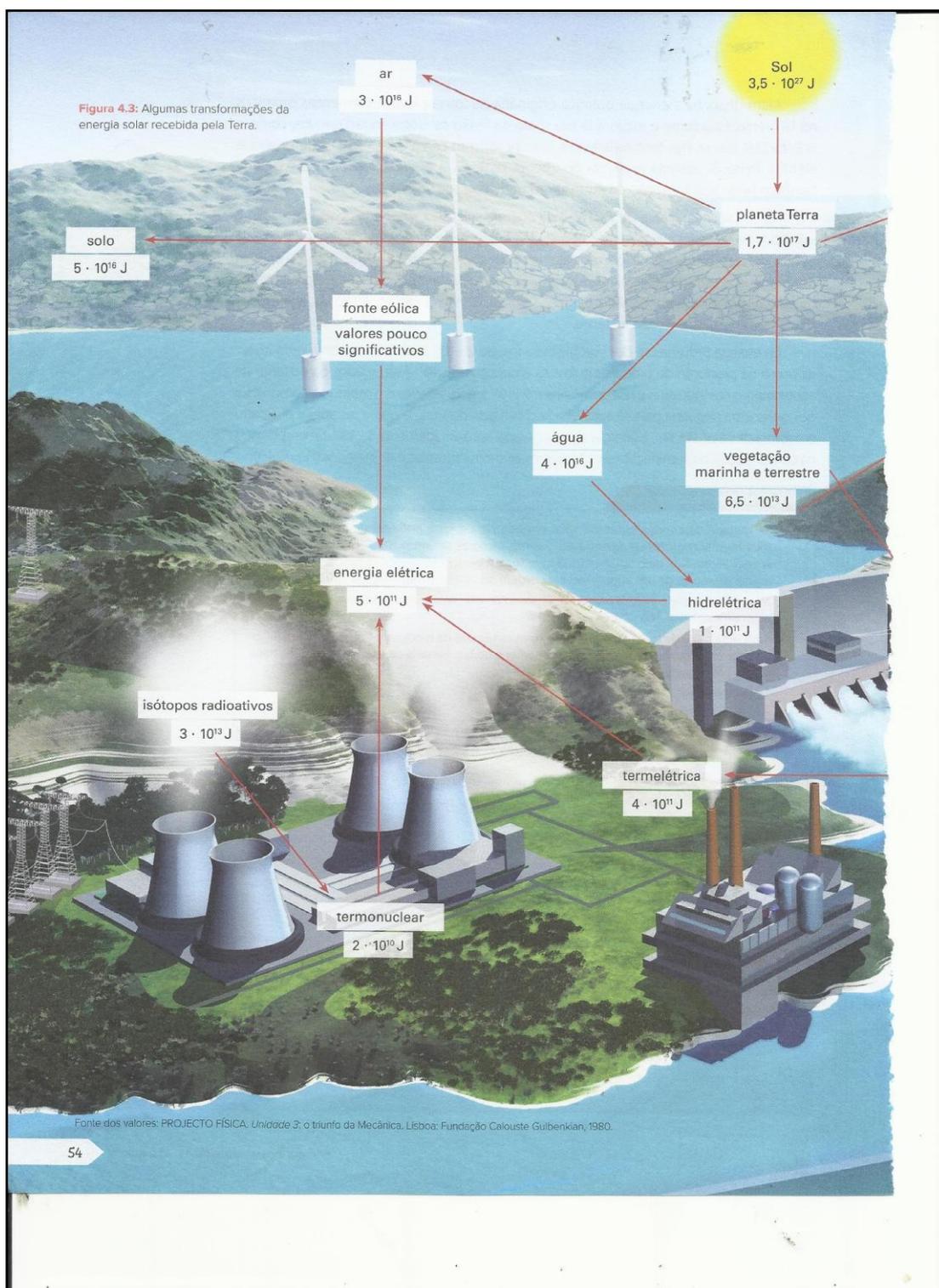
Ou seja, seria possível colocar 1,13 trilhão de motores em funcionamento.

Exercícios propostos

Resolva os exercícios no caderno.

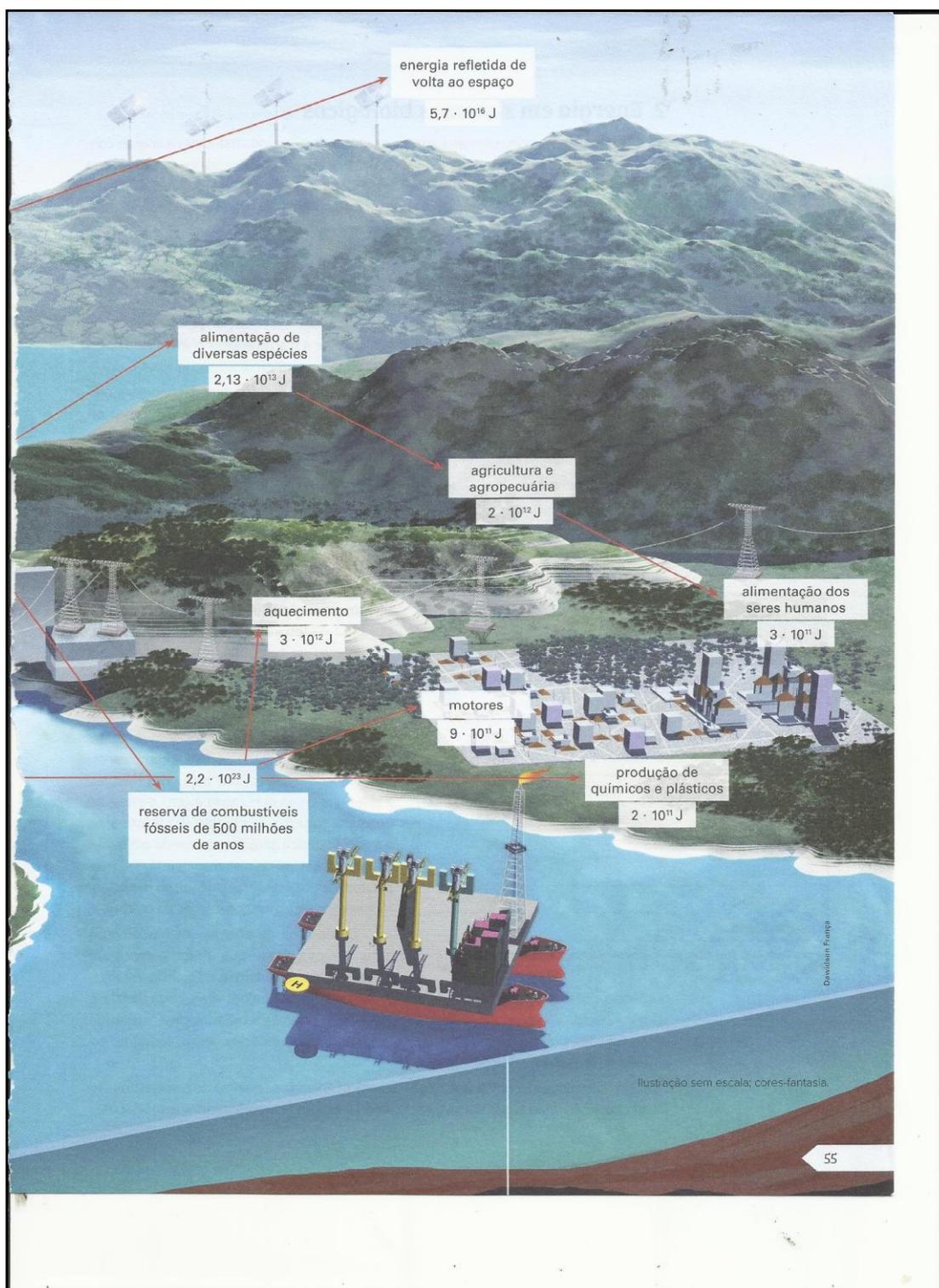
- De onde vem a energia responsável por todas as transformações energéticas ocorridas na Terra?
A energia vem do Sol.
- O Sol envia para a Terra, na forma luminosa, $1,7 \cdot 10^{17}$ W de potência. Se toda essa potência pudesse ser aproveitada para gerar energia elétrica, quantas casas seriam abastecidas simultaneamente? Suponha que cada casa consuma cerca de 240 kWh de energia por mês.
 $510 \cdot 10^7$ casas.
- (Ibmec) O Google anunciou nesta terça-feira (19/08) que vai investir mais de 10 milhões de dólares em tecnologia geotérmica avançada. A entidade filantrópica da empresa, a Google.org, afirmou que o investimento será destinado aos chamados Sistemas Geotérmicos Melhorados.
Disponível em: <<http://info.abril.com.br/aberto/infonews/082008/19082008-21sh1>>. Acesso em: 12 nov. 2015.
 Entre as vantagens do uso de energia geotérmica, pode-se incluir:
 - O baixo custo da produção, por ser uma fonte energética que não exige grandes investimentos na infraestrutura de captação.
 - A facilidade de transmissão da energia para regiões distantes de onde é produzida, barateando os custos finais de distribuição.
 - A baixa emissão, praticamente nula, de gases causadores do aquecimento global, tornando-a uma fonte de energia mais limpa.
 - A expansão do calor produzido nos campos geotérmicos, que garantem a diminuição da temperatura no subsolo, facilitando a produção elétrica.
 - Os modestos investimentos necessários para a pesquisa e exploração dos campos geotérmicos, que usam a mesma tecnologia da exploração petrolífera.

Figura 86: Página 54 do livro do autor Pietrocola



Fonte: Pietrocola *et al.*, 2016, p. 54

Figura 87: Página 55 do livro do autor Pietroccla



Fonte: Pietroccla *et al.*, 2016, p. 55

Figura 88: Página 56 do livro do autor Pietrocola

2. Energia em sistemas biológicos Ver orientação 1 no Manual do Professor.

No cotidiano é muito comum usarmos o termo “caloria” quando tratamos da energia consumida pela alimentação. Contudo, se você consultar as tabelas nutricionais dos alimentos, verá que a unidade adequada é a quilocaloria (kcal). A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda também o uso do quilojoule (kJ) como unidade oficial para informações alimentares:

1 kcal = 4,18 kJ

Tabela 4.1: Informações energéticas dos principais nutrientes

Nutrientes e principais funções	Valor energético
carboidratos: principal fonte de energia para o organismo	4 kcal/g ou 17 kJ/g
proteínas: reparação e construção das células e regulação de reações orgânicas	4 kcal/g ou 17 kJ/g
gorduras: reserva energética e participação no processo de absorção das vitaminas A, D, E e K	9 kcal/g ou 37 kJ/g
vitaminas e minerais: cofatores em diversas reações orgânicas	0

Fonte: OKUNO, E. et al. *Física para ciências biológicas e biomédicas*. São Paulo: Harbra, 1982.

Tabela 4.2: Demanda energética de algumas atividades

Atividade	Energia consumida a cada segundo (J/s)
dormir	80
permanecer deitado (acordado)	90
permanecer sentado (em repouso)	120
ficar em pé	140
digitar com rapidez	160
caminhar	260
nadar	630
subir escadas	690
correr depressa	700
jogar basquete	800

Fontes: OKUNO, E. et al. *Física para ciências biológicas e biomédicas*. São Paulo: Harbra, 1982; PROJETO FÍSICA. *Unidade 3: o triunfo da Mecânica*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1978.

Um prato de macarronada, por exemplo, é basicamente composto de carboidratos, e cada grama metabolizado pelas células pode liberar até 17 kJ, ou seja, cerca de 4 kcal de energia química para nosso organismo, conforme indicado na Tabela 4.1.

Da mesma maneira que as máquinas precisam de combustível para funcionar, nosso organismo necessita dos alimentos como fonte de energia. Consumimos substâncias que, direta ou indiretamente, acumularam energia do Sol, assim como os combustíveis dos veículos. Será que a expressão “máquina humana”, por vezes empregada em textos de divulgação científica, tem sentido?

No interior das células de nosso organismo, as mitocôndrias realizam a transformação dos nutrientes em energia química. Esse processo ocorre por meio da respiração celular, de modo similar ao processo de combustão de gasolina, álcool etc. Entretanto, eles têm diferenças: enquanto o primeiro realiza a liberação gradual da energia ao longo do tempo, o segundo produz uma grande quantidade de energia em um intervalo curto. Então, de forma simplista, podemos comparar essas organelas celulares com “pequenos motores” e dizer que o corpo humano é uma espécie de “máquina natural a combustão”. Posteriormente, a energia química gerada é convertida em outras formas, como térmica, para manter estável a temperatura corporal de 36 °C; cinética, no movimento; e elétrica, para o funcionamento do cérebro.

O consumo de energia em nosso corpo é ininterrupto, desde que a vida começa até o instante em que termina. Quando estamos dormindo, consumimos o mínimo de energia para manter as funções vitais, cerca de 80 J/s, valor conhecido como taxa metabólica basal. Quando estamos acordados, desenvolvendo outras funções, simples ou complexas, temos variados consumos de energia, conforme explorado na Tabela 4.2.

Nos automóveis, cerca de dois terços da energia liberada na queima do combustível são dissipados; no caso do corpo humano, a eficiência é maior, com rendimento superior a 60%.

56
Unidade 1 Energia

Figura 89: Página 57 do livro do autor Pietrocola

Exercício resolvido

Um atleta em treinamento corre durante 1h40min. Determine a quantidade de carboidratos que ele deve consumir para repor a energia gasta no treino.

O tempo total do treino é: $1\text{h}40\text{min} = 60 + 40 = 100\text{ min} = 100 \cdot 60 = 6000\text{ s}$
 A energia gasta pode ser obtida multiplicando-se a potência (ver Tabela 4.2) pelo intervalo de tempo da corrida:
 $\Delta E = P \cdot \Delta t = 700 \cdot 6000 = 4200000 = 4200\text{ kJ}$
 Sabendo que 1 g de carboidrato repõe 17 kJ de energia (ver Tabela 4.1), podemos precisar a quantidade total de carboidratos:
 $1\text{ g} \text{ --- } 17\text{ kJ}$
 $x\text{ g} \text{ --- } 4200\text{ kJ}$
 $x = 247\text{ g}$

Exercícios propostos

Resolva os exercícios no caderno.

1. Que quantidade de carboidratos uma pessoa deve consumir para repor a energia gasta na academia de ginástica ao realizar 50 vezes o levantamento de uma carga de 60 kg durante o supino? (Dados: comprimento do braço do indivíduo = 1,0 m; rendimento das células musculares = 25%; 1 g de carboidrato = 20 000 J; $g = 10\text{ m/s}^2$) 6 g
2. Uma pessoa resolve perder "peso" por meio de exercícios físicos. Ela gostaria de reduzir 3 kg de gordura em um mês fazendo natação. Consulte as tabelas apresentadas no texto sobre demanda energética e informações energéticas e determine quantas horas diárias de natação seriam necessárias. 1,6 hora/dia

Ver orientações no Manual do Professor.

Resolva os exercícios no caderno.

Explorando o assunto

Quanto vale 1 tep no SI?
 Considere que 1 cal = 4,18 J.

3. Matriz energética nacional

No Brasil, em 2014, a oferta interna de energia foi de 305,6 Mtep (milhões de toneladas de petróleo), cerca de 2,2% da oferta mundial. Quando se trata de fontes de energia, geralmente é utilizada a unidade tep, que significa tonelada equivalente de petróleo, ou seja, é feita a comparação do valor energético gerado pela fonte com o poder calorífico do petróleo, que é 10800 kcal/kg.

Ver orientação 2 no Manual do Professor.

O valor da oferta interna de energia é obtido pela soma do consumo final de energia no país nos setores de transporte, industrial, residencial, energético, agropecuário e de serviços, conforme ilustra o Gráfico 4.1, incluindo as perdas na distribuição, armazenagem e transformação.

Consumo de energia por setor

Sector	Porcentagem
transporte	32,5%
indústria	32,9%
setor energético	10,3%
residências	9,3%
serviços	4,7%
agropecuária	4,2%
uso não energético	6,1%

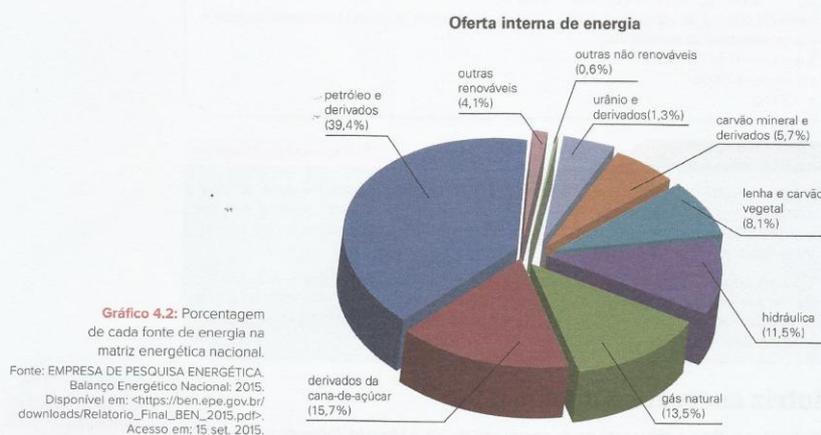
Gráfico 4.1: Consumo por setor na matriz energética nacional.

Fonte: EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Balanço Energético Nacional: 2015. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2015.pdf>. Acesso em: 15 set. 2015.

Energia e suas outras faces Capítulo 4 57

Figura 90: Página 58 do livro do autor Pietrocola

O Gráfico 4.2 apresenta as diferentes fontes que compõem a matriz energética nacional. Perceba que mais da metade da energia consumida é obtida de fontes **não** renováveis, como petróleo, gás natural, carvão mineral e urânio. As outras fontes, como a hidráulica, a biomassa (lenha, bagaço de cana, carvão vegetal), a solar e a eólica, são denominadas renováveis, pois sua reposição pode ser feita com relativa facilidade ou em uma escala de tempo da ordem de anos.



No contexto mundial, o uso das fontes **não** renováveis é ainda maior, com os combustíveis fósseis e a energia nuclear compondo a quase totalidade da oferta de energia. Nesse cenário, a participação das fontes renováveis foi de apenas 13,8% em 2014, diferentemente do Brasil, com 39,4% no mesmo período, conforme ilustra o Gráfico 4.3.

E quais são as vantagens e as desvantagens das várias fontes de energia? Como elas são obtidas? Em que são usadas? Na Tabela 4.3 são apresentadas informações que podem servir de fundamento para uma discussão sobre essas questões. Debata com os colegas a relação custo-benefício das fontes renováveis e não renováveis para decidir qual é a mais adequada para nosso país.

Ver orientação 3 no Manual do Professor.



Figura 91: Página 59 do livro do autor Pietrocola

Tabela 4.3: Informações gerais sobre fontes de energia renováveis e não renováveis

	FORTE	OBTENÇÃO	USOS	VANTAGENS	DESVANTAGENS
NÃO RENOVÁVEIS	Petróleo	Resulta de reações químicas em fósseis, depositados principalmente no fundo do mar. Extraído de reservas marítimas ou continentais.	Produção de energia elétrica; matéria-prima da gasolina, do <i>diesel</i> e de produtos como plástico, borracha sintética, ceras, tintas, gás e asfalto.	Domina-se a tecnologia para sua exploração e refino; há facilidade de transporte e distribuição.	Polui a atmosfera com a liberação de dióxido de carbono, colaborando para o aumento da temperatura média do planeta.
	Energia nuclear	Reatores nucleares produzem energia térmica por fissão (quebra) de átomos de urânio. Essa energia aciona um gerador elétrico.	Produção de energia elétrica; fabricação de bombas atômicas.	Não emite poluentes que contribuam para o efeito estufa.	Não há tecnologia para tratar lixo nuclear; a construção de usinas é cara e demorada; há riscos de contaminação nuclear; geração de poluição térmica ao elevar a temperatura do meio.
	Carvão mineral	Resulta das transformações químicas de grandes florestas soterradas. Extraído de minas localizadas em bacias sedimentares.	Produção de energia elétrica; aquecimento; matéria-prima de fertilizantes.	Domina-se a tecnologia para seu aproveitamento; há facilidade de transporte e distribuição.	Contribui para a chuva ácida por causa da liberação de poluentes como dióxidos de carbono e enxofre e óxidos de nitrogênio.
	Gás natural	Ocorre na natureza associado ou não ao petróleo. A pressão nas reservas impulsiona o gás para a superfície, onde é coletado em tubulações.	Aquecimento; combustível para a geração de eletricidade, veículos, caldeiras e fornos; matéria-prima de derivados do petróleo.	Emite menos poluentes; pode ser utilizado nas formas gasosa e líquida; existe um grande número de reservas.	A construção de gasodutos e metaneiros (navios especiais) para transporte e distribuição requer altos investimentos.
RENOVÁVEIS	Hidreletricidade	A energia liberada pela queda da água represada move uma turbina que aciona um gerador elétrico.	Produção de energia elétrica.	Não emite poluentes; não interfere no efeito estufa.	A construção das usinas, além de ser custosa e demorada, provoca a inundação de grandes áreas e o deslocamento da população local.
	Energia eólica	O movimento dos ventos é captado por pás de hélices gigantes ligadas a uma turbina que aciona um gerador elétrico.	Produção de energia elétrica; movimentação de moinhos.	Concentra grande potencial para geração de energia elétrica; não interfere no efeito estufa; não ocupa áreas de produção de alimentos.	Exige investimentos para a transmissão da energia; produz poluição sonora; interfere em transmissões de rádio e TV.
	Energia solar	Lâminas recobertas com material semicondutor, como o silício, são expostas ao Sol; a luz excita os elétrons do silício, que formam uma corrente elétrica. A radiação solar também pode ser absorvida por coletores solares que aquecem a água das residências.	Produção de energia elétrica; aquecimento.	Não é poluente; não interfere no efeito estufa; não precisa de turbinas ou geradores para a produção da energia elétrica.	Exige altos investimentos, e os coletores ocupam espaços consideravelmente extensos em comparação com a capacidade energética fornecida. Tem baixa eficiência.
	Biomassa	A matéria é composta em caldeiras ou biodigestores. O processo gera gás e vapor, que acionam uma turbina e movem um gerador elétrico.	Aquecimento; produção de energia elétrica e de biogás (metano).	Não interfere no efeito estufa (o gás carbônico liberado durante a queima é absorvido depois no ciclo de produção).	Exige altos investimentos, tem poder calorífico baixo e pode ocupar espaços destinados à agricultura e à agropecuária.

Fonte: Elaborado pelos autores para fins didáticos.

Figura 92: Página 60 do livro do autor Pietrocola

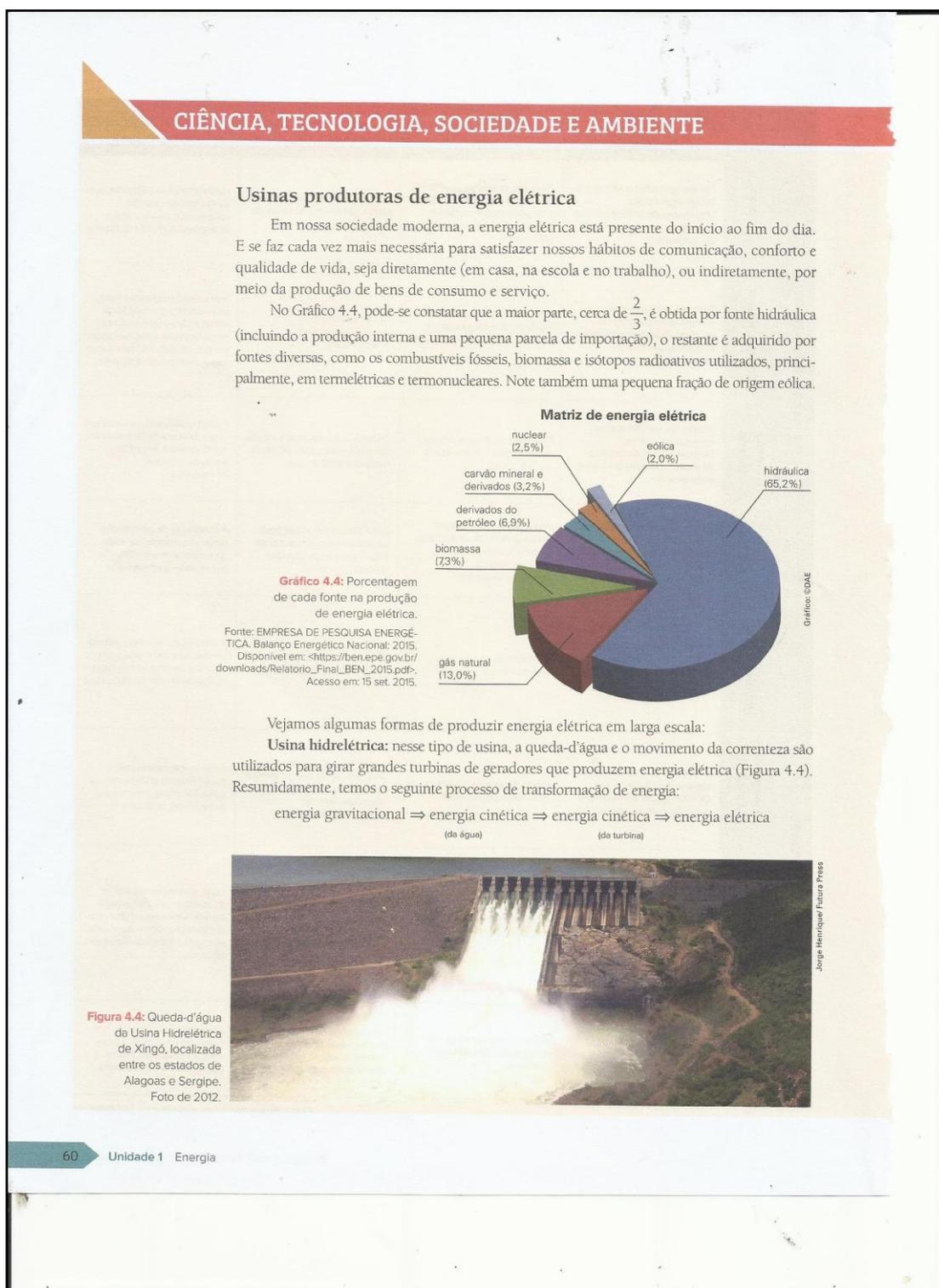


Figura 93: Página 61 do livro do autor Pietrocola

Usina termelétrica: nesse tipo de usina, a queima de combustíveis fósseis aquece a água de uma caldeira, produzindo vapor, o qual movimenta as turbinas do gerador elétrico (Figura 4.5). Resumidamente, temos o seguinte processo de transformação de energia: energia química \Rightarrow energia térmica \Rightarrow energia cinética \Rightarrow energia elétrica.



Figura 4.5: Caldeira de uma usina termelétrica em Maringá (PR). Foto de 2013.

Usina nuclear (ou termonuclear): também usa o vapor. O processo de aquecimento da água na caldeira é feito por meio da fissão do núcleo de átomos de urânio, o que gera grandes quantidades de energia térmica (Figura 4.6). O restante do processo ocorre como na usina termelétrica. Dessa forma, temos o seguinte processo de transformação de energia: energia nuclear \Rightarrow energia térmica \Rightarrow energia cinética \Rightarrow energia elétrica.



Figura 4.6: Reator nuclear da usina Angra 2, em Angra dos Reis (RJ). Foto de 2012.