

REJANE TANIRA VIEIRA

**UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ENERGIA
MECÂNICA À LUZ DAS NEUROCIÊNCIAS**

Dissertação submetida ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Lucas Natálio Chavero

Blumenau

2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

vieira, rejane tanira
UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ENERGIA
MECÂNICA À LUZ DAS NEUROCIÊNCIAS / REJANE TANIRA
vieira ; orientador, LUCAS NATÁLIO CHAVERO, 2019.
163 p.

dissertação (mestrado profissional) -
universidade federal de santa catarina, campus
almeida, programa de pós-graduação em ensino de
física, almeida, 2019.

inclui referências.

1. ensino de física. 2. energia mecânica. 3.
neurociência. 4. sequência didática. 5. produto
didático. i. chavero, lucas natálio. ii.
universidade federal de santa catarina. programa de
pós-graduação em ensino de física. iii. título.

Rejane Tanira Vieira

UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE ENERGIA
MECÂNICA À LUZ DAS NEUROCIÊNCIAS




Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de
MESTRE EM ENSINO DE FÍSICA na área de concentração Física na
Educação Básica e aprovada em sua forma final pelo Programa de
Mestrado Profissional em Ensino de Física.

Blumenau, 07 de fevereiro de 2019.



Prof. Dr. Daniel Girardi
(Coordenador do Programa)

Banca Examinadora:


Prof. Dr. Lucas Natálio Chavero
(presidente) - UFSC/BNU
Prof. Dr. Licurgo Peixoto de Brito
(membro externo) – UFPA/Belém
Profª. Dra. Lara Fernandes dos Santos Lavelli
(membro titular) - UFSC/BNU

AGRADECIMENTOS

A realização de um curso de Mestrado representa um marco na vida acadêmica e profissional de qualquer pessoa que tem como objetivo primordial a construção de conhecimento paralela e interligada a sua vida pessoal. Esta realização somente foi possível com a criação do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. Portanto, agradeço à sociedade Brasileira de Física, pela iniciativa de criação do curso. Agradeço à Universidade Federal de Santa Catarina, por tornar-se um polo do Programa, bem como abrir um de seus *Campi* na cidade de Blumenau. Muito obrigada a Capes, por seu incessante incentivo à pesquisa.

Sou muitíssimo grata a todos os professores do Programa no Campus Blumenau. Sua acolhida, seus ensinamentos, sua compreensão e respeito foram fundamentais para que este momento de finalização acontecesse. Em especial, meu orientador Prof. Dr. Lucas Natálio Chavero, por toda a dedicação em me orientar com presteza, seriedade, conhecimento e generosidade.

Agradeço imensamente minha família e amigos que, de uma forma incansável, participaram de todo o processo, oferecendo-me apoio incondicional.

RESUMO

Este trabalho é o resultado da construção e aplicação de um produto didático desenvolvido para o ensino de Energia Mecânica no Ensino Médio à luz de pesquisas em Neurociências. O objetivo geral desta proposta é apresentar aos docentes da rede pública uma alternativa de ensino baseada na preocupação de como o cérebro aprende e de como é importante a compreensão de seu funcionamento, a fim de permitir uma melhora na qualidade do relacionamento professor-aluno, bem como nos resultados de aprendizagem. O conteúdo em destaque, Energia Mecânica, é voltado para estudantes cursando o primeiro ano do Ensino Médio. A sequência didática consiste em oito encontros dinâmicos, envolvendo as avaliações diagnóstica, formativa e somativa. As estratégias utilizadas nos encontros foram elaboradas com a máxima aproximação da realidade do ensino público no estado de Santa Catarina e, portanto, dentro de tal contexto. A inserção de aspectos de Neurociências nas etapas da sequência didática foi fundamentada em uma pesquisa qualitativa realizada sob o enfoque educacional, ressaltando os elementos considerados prioritários de acordo com as necessidades do ambiente da sala de aula e do processo de ensino-aprendizagem.

Palavras-chave: Neurociência. Sequência didática. Energia Mecânica. Ensino-aprendizagem.

ABSTRACT

This work is the result of the construction and application of a didactic product developed for the teaching of Mechanical Energy for High School, in the light of Neuroscience research. The general objective of this proposal is to present to teachers of the public school an alternative teaching based on the concern about how the brain learns and how important is the understanding of its functioning, in order to improve the quality of the teacher-student relationship, as well as learning outcomes. The featured content, Mechanical Energy, is aimed at students attending to the first year of high school. The didactic sequence consists of eight dynamic encounters, involving the following diagnostic, formative and summative evaluations. Teaching strategies were elaborated with the maximum approximation of the public education reality in the Santa Catarina state and, therefore, within such context. The inclusion of neurosciences aspects in the stages of the didactic sequence was based on a qualitative research carried out under the educational approach, highlighting the elements considered priority according to the needs of the classroom environment and the teaching-learning process.

Keywords: Neuroscience. Didactic sequence. Mechanical Energy. Teaching-Learning.

SUMÁRIO

1. Introdução	13
2. Revisão bibliográfica e aspectos teóricos	20
2.1 <i>Contextualização do Ensino de Física no cenário atual</i>	20
2.2 <i>O conceito de Energia e sua conservação</i>	25
2.3 <i>Aspectos de Neurociência</i>	30
2.3.1 <i>Funções executivas cerebrais e a maturação do cérebro humano</i>	32
2.3.2 <i>Memória de trabalho e memória de longo prazo</i>	35
2.3.3 <i>Relação professor-estudante</i>	37
2.3.4 <i>Avaliação</i>	43
3. Concepção da sequência didática e metodologia	45
3.1 <i>Etapa 1– Sondagem das concepções prévias e apresentação do cronograma</i>	45
3.2 <i>Etapa 2– Leitura do texto e ilustrações de diferentes formas de energia</i>	48
3.3 <i>Etapa 3– Desenhos animados</i>	52
3.4 <i>Etapa 4– Roteiro Pista de skate para experimento virtual</i>	54
3.5 <i>Etapa 5– Resolução de exercícios</i>	57
3.6 <i>Etapa 6– Prova escrita</i>	58

3.7 Etapa 7– Organização dos seminários	58
3.8 Etapa 8– Apresentação dos seminários	60
3.9 Considerações sobre o método de avaliação	61
4 Resultados e discussão	61
4.1 Aplicação da sequência didática e discussão detalhada de cada etapa	61
4.1.1 Primeira etapa: Atividade 1 – Sondagem das concepções alternativas e explicação do cronograma de trabalho	62
4.1.2 Segunda etapa: Atividade 2 – Leitura do texto e ilustrações das diferentes formas de energia	68
4.1.3 Terceira etapa - Atividade 3 – Desenhos animados	71
4.1.4 Quarta etapa - Atividade 4 – Roteiro pista de skate	75
4.1.5 Quinta etapa - Atividade 5 – Resolução de exercícios	79
4.1.7 Sétima etapa - Atividade 7 – Avaliação Parte 1 – Equipes de 4 estudantes	82
4.1.8 Oitava etapa - Atividade 8 – Apresentação do seminário	84
4.1.9 Etapa extra - Prova de Recuperação paralela	88
4.1.10 Questionário aplicado aos estudantes ao término da sequência didática	89
4.2 Discussão geral das avaliações	94
5 Conclusão e comentários gerais	95
6 Referências	99

APÊNDICE A – Plano de trabalho	105
APENDICE B – Roteiro para o experimento virtual	107
APENDICE C – Lista de exercícios	118
APÊNDICE D – Avaliação escrita	122
APÊNDICE E – Recuperação paralela	124
APÊNDICE F – Produto didático	128
ANEXO A – Classificação de conceitos de energia	159
ANEXO B – Texto de Richard Feynman	161

1. Introdução

A Física como ciência fundamental e base para diversas áreas aplicadas e de desenvolvimento tecnológico possui papel fundamental no desenvolvimento de um país, já que uma formação científica sólida é fator preponderante para esse desenvolvimento. Apesar disso, o Brasil apresenta índices preocupantes quando se trata desse assunto, visto que as novas gerações têm apresentado uma redução generalizada no interesse em Física e uma falta de cultura científica geral. Dentre outros aspectos, esta falta de interesse tem comprometido o desempenho em ciência dos estudantes brasileiros, deixando o Brasil na 59ª posição no ranking de ciências, de acordo com dados do Programa Internacional de Avaliação de estudantes – Pisa (PISA, 2012) e caindo para 63ª posição no ano de 2015, em um universo de 70 países participantes. Além desse desinteresse refletir na formação de uma população com baixo desempenho e cultura científica, ele acarreta em uma formação reduzida de profissionais na área.

O panorama atual do ensino de Física no país, principalmente em escolas públicas, exige dos profissionais de educação uma profunda reflexão quanto ao papel do professor, suas técnicas de ensino e métodos de avaliação. Por tratar-se de uma disciplina que exige não apenas que o estudante aproprie-se de um conhecimento e o reproduza, mas o aplique na resolução de situações problemas ou o relacione em diferentes contextos, é comum que os professores se deparem com uma aversão generalizada por parte dos estudantes.

A interpretação textual e conceitual, aliada ao desenvolvimento de cálculos, representa um grau de dificuldade que leva o estudante a uma situação de desconforto. Um dos primeiros desafios que surgem para os profissionais de educação na primeira etapa do Ensino Médio é transformar e superar o modelo mental pré-concebido pelos estudantes de que a Física é complexa

demais e impossível de ser “aprendida”. Na maioria das vezes a constante dificuldade e crescente desinteresse no estudo de fenômenos físicos estão relacionados à maneira com que os conceitos são abordados em sala de aula ou mesmo fora dela, em desconexão com o mundo real, de forma puramente abstrata e com a simples ideia de memorização de fórmulas matemáticas. Nesse contexto, torna-se necessário um trabalho motivador e atraente, a fim de despertar o interesse pela ciência e aumentar a aceitação das aulas de Física, o que por sua vez possibilitaria um melhor aproveitamento e desempenho dos estudantes, e consequentemente, a construção de uma base sólida de formação científica.

Muito têm-se discutido sobre o papel do professor em sala de aula, direitos e deveres do aluno na escola, métodos de aprendizagem mais efetivos, técnicas e seqüências didáticas, entretanto, uma das principais dificuldades que os professores de Física constantemente deparam-se em seu trabalho, é a dificuldade em motivar seus alunos a buscar na Ciência uma relação mais próxima com seu cotidiano e absorvê-la como parte integrante de sua vida. Compreender os fenômenos físicos e utilizar esta compreensão em análises e aplicações que envolvem nossa sociedade e seu desenvolvimento passa a significar uma tarefa difícil e cansativa quando o estudante não percebe a importância de fazê-lo. RICARDO e FREIRE defendem que:

...os conteúdos e as práticas deveriam ser tais que os alunos percebessem que os saberes escolares podem auxiliá-los a compreender sua realidade vivida e não apenas para serem aplicados em resolução de exercícios idealizados e que têm sentido e validade tão somente na sala de aula. (RICARDO e FREIRE, 2006)

As dificuldades no ensino de Física não se

restringem apenas à aceitação da disciplina por parte dos estudantes. Deparamo-nos também, no caso das escolas públicas, com estruturas físicas precárias, falta de formação adequada e específica dos professores, carga horária reduzida da disciplina, programas mal sucedidos que trabalham valores e respeito no convívio em sociedade. A proposta aqui não é aspirar a resolver todos os problemas da Educação em geral, mas minimizar as dificuldades encontradas no Ensino de Física utilizando ferramentas que possibilitem uma aprendizagem significativa que “assegure que a competência investigativa resgate o espírito questionador, o desejo de conhecer o mundo em que se habita.” (Orientações Curriculares para o Ensino Médio, 2006). Segundo Moreira,

Aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não-literal, não ao pé-da-letra, e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende. A este conhecimento, especificamente relevante à nova aprendizagem, o qual pode ser, por exemplo, um símbolo já significativo, um conceito, uma proposição, um modelo mental, uma imagem. (MOREIRA, 1997).

Segundo o documento divulgado pelo Ministério da Educação para orientar os professores de Física com relação ao que consta nos PCN's (Orientações Curriculares para o Ensino Médio, 2006), os conteúdos de Física foram

sugeridos e relacionados da seguinte forma, conforme o Quadro 1.

Quadro 1: Temas estruturadores para organizar o ensino de Física

Tema 1	Movimento, variações e conservações (unidades temáticas: fenomenologia cotidiana, variação e conservação da quantidade de movimento, energia e potência associadas aos movimentos, equilíbrios e desequilíbrios).
Tema 2	Calor, ambiente e usos de energia (unidades temáticas: fontes e trocas de calor, tecnologias que usam calor: motores e refrigeradores, o calor na vida e no ambiente, energia: produção para uso social).
Tema 3	Som, imagem e informação (unidades temáticas: fontes sonoras, formação e detecção de imagens, gravação e reprodução de sons e imagens, transmissão de sons e imagens).
Tema 4	Equipamentos elétricos e telecomunicações (unidades temáticas: aparelhos elétricos, motores elétricos, geradores, emissores e receptores).
Tema 5	Matéria e radiação (unidades temáticas: matéria e suas propriedades, radiações e suas interações, energia nuclear e radioatividade, eletrônica e informática).
Tema 6	Universo, Terra e vida (unidades temáticas: Terra e sistema solar, o universo e sua origem, compreensão humana do universo).

Fonte: Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. MEC, 2006

O objeto de estudo deste trabalho está englobado no Tema 1 do Quadro 1 e o conceito físico que será abordado com maior enfoque está centrado na Energia e suas diversas formas, com ênfase na Energia Mecânica, visto que a aplicação desta temática será realizada em uma escola da rede estadual de ensino de Santa Catarina e o público alvo consiste em alunos do 1º ano do Ensino Médio da Educação Básica. Por tratar-se de uma área extremamente ampla e de um conceito tão abstrato, apesar de tão fundamental, o estudo e entendimento dos fenômenos analisados do ponto de vista da conservação de Energia por vezes pode representar um grande desafio ao

profissional da educação.

Segundo Feynman (2008), “Não temos conhecimento do que é a energia”. Já Halliday (1996) define: “energia é uma propriedade associada ao estado de um ou mais corpos”. Ambos os autores ilustram o caráter abstrato do conceito de energia e iniciam seus capítulos sobre energia falando sobre energia cinética e energia potencial.

Ao longo de toda a trajetória do Ensino Médio, os estudantes deparam-se repetidas vezes com o Princípio de Conservação de Energia, corroborando assim a necessidade de uma boa fundamentação deste conceito e da correta utilização de ferramentas que permitam ao estudante fazer uma transferência do saber adquirido para situações diferentes daquelas que lhes foram apresentadas. Ou seja, o conhecimento precisa ser generalizado, compreendido em sua totalidade e diversidade de contextualizações.

Nesse contexto, o produto didático desenvolvido é voltado a uma série específica do Ensino Médio e consiste em uma sequência didática para o ensino da Energia Mecânica, possibilitando a relação desta com diferentes formas de energia.

Segundo Kobashigawa,

Chamamos Sequência Didática o conjunto de atividades, estratégias e intervenções planejadas que objetivam o entendimento sobre certo conteúdo ou tema de ciências. Uma sequência didática é composta de várias atividades, as quais consideramos como o encadeamento de indagações, atitudes, procedimentos e ações que o aluno irá realizar sob mediação do professor. (KOBASHIGAWA, 2008).

Considerando os aspectos supracitados, além de

outros conflitos pelos quais os profissionais da educação se deparam diariamente, é evidente a necessidade de buscar estratégias de ensino onde a preocupação com a “motivação” do aluno em aprender seja um dos personagens principais.

Com o intuito de apresentar aos professores do Ensino de Física em nível Médio da Educação Básica uma sequência de aulas de fácil execução, a sequência didática elaborada para aplicação e teste neste trabalho buscará uma abordagem do conceito de conservação de energia baseado em aspectos de Neurociência, com o intuito de apresentar seu caráter multifuncional. Ou seja, poderá ser generalizada para ser trabalhada em outros conteúdos, desde que as etapas sejam compreendidas e respeitadas. Para tanto, faz-se necessário justificar cada uma das etapas, bem como caracterizá-las, o que poderá ser encontrado no capítulo 3 deste trabalho.

O que se espera é que os conceitos que envolvem o tema sejam abordados de maneira motivadora, possibilitando uma maior compreensão e aprendizagem significativa, ou seja, que os estudantes tenham em vista a importância do tema e criem expectativas positivas de aprendizagem, percebendo a utilidade de tal conhecimento em aspectos relacionados ao seu convívio em sociedade. Além disso, têm-se o intuito de que o estudante possa generalizar seu conhecimento a outras áreas da Física, estendendo a Lei de Conservação da Energia a situações distintas daquelas que lhes foram apresentadas.

As etapas que constituem a sequência didática foram elaboradas com base em uma ligação entre a Neurociência e a Educação. Uma pesquisa qualitativa foi realizada e orientada segundo as principais carências de sala de aula e, tendo em vista a vastidão dos elementos que poderiam ser abordados, alguns aspectos foram priorizados com a finalidade de construir as etapas da sequência didática.

O processo de ensino-aprendizagem precisa ser

delineado e orientado levando em consideração a estrutura cognitiva do cérebro humano. “Para aprender, é preciso emocionar-se”, segundo Guilherme Brockington. A memória, a aprendizagem, o entender passam necessariamente pelo encantamento. Sempre que nos deparamos com algo que nos desperte o interesse, a motivação para aprender facilita o processo e as informações serão mais facilmente “armazenadas”, ou seja, o conhecimento torna-se significativo e dificilmente “esquecido”.

Guilherme Brockington, em um artigo intitulado “Aprender é emocionar-se”, publicado na revista Neuroeducação (Neuroeducação, Instituto Ayrton Senna, pag. 52 a 58, Nº 7, 2016), diz que existem cinco etapas de aprendizagem. São elas: animação, ansiedade, alegria, resiliência e satisfação. Com isso, um dos objetivos da sequência é o de motivar os estudantes (animação) e fazê-los perceber que o tema a ser trabalhado é interessante e pode ser aprendido. As próximas etapas os farão sentir-se desafiados a resolver problemas e relacioná-los a seus conhecimentos prévios (ansiedade), notar que as soluções existem e podem ser úteis para seu cotidiano (alegria), insistir em encontrar tais soluções a partir dos conhecimentos e mudanças que estão sendo instaurados no decorrer das aulas (resiliência) e, por fim, sentir-se satisfeito em perceber que ao final da trajetória um objetivo foi alcançado e a causa de tal feito deve-se ao esforço e dedicação empreendidos (satisfação).

Construindo uma sequência didática à luz dos argumentos da Neurociência e preocupando-se com as diferentes etapas de aprendizagem, pretende-se minimizar as dificuldades encontradas no Ensino de Física, especificamente no primeiro ano do Ensino Médio, e apresentar um modelo de ensino alternativo que poderá ser utilizado por todos os docentes que interessarem-se em modificar suas aulas.

O capítulo 2 apresenta toda a fundamentação teórica

pesquisada e analisada para a construção da sequência didática. Tratam de aspectos como: conservação de energia, neurociência aplicada à educação e documentos norteadores sobre o currículo de Física no Brasil.

No capítulo 3 será apresentada e discutida a metodologia utilizada para a construção da sequência de aulas, que foram aplicadas e testadas em uma turma de 1º ano do Ensino Médio.

O relato da aplicação da sequência, bem como os resultados obtidos, estão relacionados no capítulo 4, seguidos das considerações finais e conclusão no capítulo 5.

2. Revisão bibliográfica e aspectos teóricos

2.1 Contextualização do Ensino de Física no cenário atual

No que diz respeito ao currículo de Ensino Médio, de forma geral, o Brasil vive um momento de reforma. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) está sendo objeto de estudo desde o ano de 2016 e ainda agora, no ano de 2018, está em fase de avaliação. As escolas, até o momento, trabalham com o currículo dividido em disciplinas, as quais são organizadas em competências e habilidades. A proposta para os próximos anos é que o Ensino Médio seja estruturado de forma a oferecer uma carga horária comum e obrigatória e outra flexível. Ou seja, os estudantes, após concluírem o primeiro ano (carga horária comum), poderão optar a partir do segundo ano por uma das áreas de conhecimento, tais como: Ciência Humanas, Ciência da Natureza, Linguagem e Códigos, Matemática e Formação Técnica e Profissional. A disciplina de Física pertence à área de Ciências da Natureza e suas tecnologias. Portanto, existe a possibilidade de que nos próximos anos os docentes

tenham em suas salas de aula grupos de estudantes que optaram (espontaneamente) por estarem ali, pois puderam escolher aprofundar-se na sua área de interesse. A expectativa é de que tais mudanças devem começar a ser colocadas em prática no ano 2019. Por estarmos lidando com um momento de alterações significativas em nosso modelo de Ensino Médio, é natural que surjam dúvidas e inseguranças. Porém, espera-se que tais mudanças venham ao encontro a uma evolução do ensino no país, elevando os resultados de aprendizagem e melhorando os indicadores que avaliam a Educação no Brasil.

O ensino de Física, historicamente, começou a ser tratado com maior enfoque no Brasil a partir da década de 60, quando surgiu uma maior preocupação em ensinar Física no ensino secundário (hoje o que poderíamos comparar ao Ensino Médio) com ênfase em suas aplicações práticas, preparando os estudantes para o mercado de trabalho e aproximando o conhecimento de sua vida cotidiana. A era dos projetos foi desencadeada com o inovador PSSC (Physical Science Study Committee), elaborado dos Estados Unidos em 1960 e traduzido para o português em 1963. Um projeto que trazia a promessa de ensinar Física através de atividades práticas, de uma forma mais dinâmica e aplicada, com material elaborado especificamente para esse formato de ensino e que permitia um ensino não somente baseado em livros texto maçantes e sem contexto. O ensino por meio de projetos ampliou-se, outros projetos surgiram e foram testados. Porém, “os projetos foram muito claros em dizer como se deveria ensinar a Física (...), mas pouco ou nada disseram sobre como aprender-se-ia esta mesma Física.” (Moreira, 2000). Segundo Moreira, ensino e aprendizagem são interdependentes. Por melhor que seja o material utilizado para o ensino, a aprendizagem não é uma consequência natural. O uso de projetos ficou ultrapassado, mas a pesquisa em ensino de Física intensificou-se desde então, trazendo estudos sobre concepções alternativas,

modelos mentais, formação inicial e continuada dos professores, etc.

De toda forma, ainda não foi atingido um patamar mínimo satisfatório, e muito tem-se a fazer para que o ensino de Ciências no país possa ser considerado de qualidade, bem como resultados que ilustrem uma aprendizagem efetiva. Para se ter ideia, é possível analisar os resultados do Programa Internacional de Avaliação dos Estudantes (PISA) — Programme for International Student Assessment —, da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Esta avaliação é realizada a cada três anos desde sua primeira edição no ano de 2000. Tem abrangência mundial, com a participação de dezenas de países. Os estudantes participantes pertencem à faixa etária de 15 anos (idade de conclusão do Ensino Fundamental), e os mesmos são avaliados nas áreas de Leitura, Ciências e Matemática. Em cada ciclo, uma das áreas é o foco principal da avaliação, correspondendo a aproximadamente dois terços dos itens. No ano de 2015 a área de foco foi Ciências. Os resultados são apresentados com a seguinte classificação:

- Indicadores que fornecem um perfil básico de conhecimento e habilidades dos estudantes.
- Indicadores derivados de questionários que mostram como tais habilidades são relacionadas a variáveis demográficas, sociais, econômicas e educacionais.
- Indicadores de tendências que acompanham o desempenho dos estudantes e monitoram os sistemas educacionais ao longo do tempo. (OCDE/INEP, 2016)

O Pisa define o letramento científico da seguinte forma:

Letramento científico é a capacidade de se envolver com as

questões relacionadas com a ciência e com a ideia da ciência, como cidadão reflexivo. Uma pessoa letrada cientificamente, portanto, está disposta a participar de discussão fundamentada sobre ciência e tecnologia, o que exige as competências para:

1. explicar fenômenos cientificamente: reconhecer, oferecer e avaliar explicações para fenômenos naturais e tecnológicos;
2. avaliar e planejar investigações científicas: descrever e avaliar investigações científicas e propor formas de abordar questões cientificamente;
3. interpretar dados e evidências cientificamente: analisar e avaliar os dados, afirmações e argumentos, tirando conclusões científicas apropriadas. (OCDE/INEP, 2016)

Em vista disso, o fato dos estudantes brasileiros apresentarem bons resultados nesta avaliação internacional seria um forte indicativo de que os processos educacionais adotados no país estariam encaminhados para um modelo competente e eficiente. Porém, o que foi apresentado em 2015 ilustra um panorama extremamente preocupante.

O relatório divulgado pelo Inep em 2016 - Brasil no Pisa 2015: Análises e reflexões sobre o desempenho dos estudantes brasileiros - faz uma análise detalhada dos métodos de avaliação, bem como o tratamento dos dados e suas interpretações. Para simplificar, 56,6% dos estudantes brasileiros estão abaixo do nível 2 em Ciências, sendo que no Canadá, por exemplo, esse índice é de 11,1%.

Segundo a OCDE, atingir pelo menos o nível 2 é particularmente importante, uma vez que este é considerado o nível básico de proficiência que se espera de todos os jovens, a fim de tirar proveito de novas

oportunidades de aprendizagem e de participar plenamente da vida social, econômica e cívica da sociedade moderna em um mundo globalizado (OCDE, 2016).

Fazendo um comparativo com os países que compõem uma escala interpretada, ou seja, “primeiro, compara-se o desempenho dos estudantes brasileiros com o dos alunos dos países da América Latina que tiveram resultados válidos (Colômbia, Costa Rica, Chile, México, Peru, Uruguai e República Dominicana), com o dos de três países que se destacaram por apresentar resultados próximos aos dos membros da OCDE (Estados Unidos, Espanha e Portugal) e com o dos de três países com resultados superiores à média dos da OCDE (Canadá, Coreia do Sul e Finlândia)” (INEP, 2016), resulta-se na Tabela 1 abaixo.

País	Média
Finlândia	531
Canadá	528
Coreia do Sul	516
Portugal	501
Estados Unidos	496
Espanha	493
Chile	447
Uruguai	435
Costa Rica	420
Colômbia	416
México	416
Brasil	401
Peru	397
República Dominicana	332

Tabela 1 - Média de pontuação dos treze países da escala interpretada (Inep, 2016)

Ocupando a décima segunda colocação na escala interpretada, a média dos estudantes brasileiros na avaliação de Ciências (401 pontos) ficou significativamente abaixo da média dos estudantes dos países membros da OCDE (493 pontos). A rede estadual apresentou 394 pontos, a rede municipal 329 pontos, a rede federal 517 pontos e a rede particular 487 pontos.

Em comparação com as edições anteriores, o Brasil apresentou uma estabilização no patamar das notas, mantendo um resultado constante que não permite afirmar se está havendo uma melhora no sistema de ensino no decorrer dos anos.

A formação continuada para os professores, bem como a qualificação através de programas como o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, são algumas das possíveis soluções para a melhoria da qualidade de ensino que já estão sendo colocadas em prática há alguns anos. Porém, ainda existem muitas outras lacunas nos sistemas de ensino brasileiros que precisam ser preenchidas: precariedade das estruturas físicas das instituições, carga horária semanal reduzida das disciplinas de Ciências, baixa remuneração dos profissionais da educação, lacunas na gestão escolar, entre outros.

O que se percebe é que, mesmo estando desde a década de 60 com os olhos voltados para a pesquisa em ensino de ciências, os resultados mostram que a evolução no ensino se dá a passos extremamente lentos, proporcionando um cenário alarmante e um atraso significativo em relação a países que já apresentam há anos uma relação íntima entre ciência e tecnologia.

2.2 O conceito de Energia e sua conservação

O conceito de energia é historicamente tratado como complexo e abstrato, haja vista que vem sendo discutido e pensado ao longo de milhares de anos e,

durante muito tempo, confundido ao conceito de força. Desta forma, não é de causar estranheza que o senso comum propicie uma série de concepções errôneas acerca do termo “energia”, pois, na ausência de estudos ou conhecimentos aprofundados acerca de determinado assunto, pensamentos primitivos de observação do mundo passam a ser preponderantes.

Um artigo intitulado “A história da evolução do conceito físico de energia como subsídio para o seu ensino e aprendizagem”, publicado em 2015 no Caderno Brasileiro de Ensino de Física, de Luciano Carvalhais Gomes, traz uma pesquisa bastante aprofundada do processo de evolução do conceito de energia. Segundo ele, a história mostra que em diversos momentos houve a preocupação em descobrir “algo” que se conserva nos fenômenos naturais. A busca por esse “algo”, muitas vezes confundido com força e, em outras, atribuído à quantidade de movimento, contribuiu em muito para a introdução do princípio de conservação de energia. Leibniz, em 1695, introduz um conceito que pode ser considerado umas das primeiras formalizações matemáticas da energia cinética: a *vis viva* (força viva). Ela estaria associada ao movimento dos corpos e seria representada por mv^2 (produto entre a massa de um corpo e sua velocidade ao quadrado). Enunciou também a *vis mortua*, força armazenada em um objeto quando o mesmo estiver em repouso e suspenso em relação a uma superfície ou quando estivesse preso a uma mola esticada (Gomes, 2015). Apesar de estarem relacionados à força, estes conceitos se aproximam do que hoje é conhecido como energia cinética e potencial (gravitacional e elástica).

Ainda segundo Gomes, Joule em 1884 diz que:

Vocês logo perceberão que a força viva de que estamos falando é uma das mais importantes qualidades com que a matéria pode ser dotada, e, como tal, seria absurdo supor

que ela pode ser destruída, ou mesmo diminuída, sem produzir o equivalente de atração ao longo de uma dada distância da qual estamos falando. Vocês, portanto, se surpreenderão ao saber que, até muito recentemente, a opinião universal tem sido de que a força viva pode ser absolutamente e irremediavelmente destruída por opção de qualquer um. Assim, quando um peso cai para o chão, tem sido geralmente suposto que a sua força viva é absolutamente aniquilada, e que o trabalho que poderia ter sido gasto para elevá-lo até a altura que caiu foi inteiramente jogado fora e desperdiçado, sem a produção de qualquer espécie de efeito permanente. Podemos raciocinar, à priori, que tal destruição absoluta da força viva não acontece, porque é manifestamente absurdo supor que os poderes com que Deus dotou a matéria possam ser destruídos ou criados pela ação do homem; mas não ficamos apenas com esse argumento isolado, claro como deve ser a toda mente sem preconceitos. A experiência comum de cada um lhe ensina que a força viva não é destruída pelo atrito ou colisão dos corpos [...] (Joule, 1884 apud Gomes, 2015)

Ao fazer toda a abordagem histórica acerca da evolução do conceito de energia, o autor conclui que a melhor definição moderna do conceito físico de energia foi a de Feynman:

[...] há certa quantidade,

denominada energia, que não muda nas múltiplas modificações pelas quais passa a natureza. Trata-se de uma ideia extremamente abstrata, por ser um princípio matemático; diz que há uma grandeza numérica que não se altera quando algo acontece. Não é a descrição de um mecanismo ou de algo concreto; é apenas um fato estranho de que podemos calcular certo número e, quando terminamos de observar a natureza em suas peripécias e calculamos o número de novo, ele é o mesmo [...]. (Feynman, 2005 apud Gomes, 2015)

Na direção das conclusões de Gomes, deve se assumir a preocupação de ensinar aos estudantes a ideia de que a energia, apesar de não poder ser claramente definida, deve estar associada à configuração de um sistema. Ou seja, somente é possível calcular a energia assumindo a interação de um objeto a partir de um referencial, sendo inviável a determinação um valor absoluto. Desta maneira, evita-se o equívoco de estimular que os alunos pensem na energia como um fluido, algo contido em um objeto, que pode eventualmente ser transferido para outro.

De qualquer forma, as expressões “transformação”, “transferência” e “troca” ainda são muito utilizadas. Frequentemente estes termos emergem quando se pretende trabalhar o conceito em diferentes contextos. “A energia não pode ser criada nem destruída; pode apenas ser transformada de uma forma em outra, com sua quantidade total permanecendo constante.” (Martini et al, 2016). Este trecho foi retirado de um livro didático para o Ensino Médio. Em outro livro didático verifica-se também uma expressão que trás este caráter transformador de energia: “No rádio, a energia química da pilha é **transformada** em energia sonora.” (Filho et al, 2016). Em um trecho do

capítulo 8 do livro de Física Básica 1 de Moyses Nussenzveig, a seguinte sentença é observada: “Vemos que o calor Q representa a energia transferida entre o sistema e sua vizinhança...” (Nussenzveig, 2002) e Young destaca que:

“Lembre-se de que dQ não representa nenhuma variação ou quantidade de calor *contida* em um corpo; esse conceito não faz sentido. O calor é sempre uma energia em *trânsito* em virtude de uma diferença de temperatura. Não existe nenhuma ‘quantidade de calor em um corpo.’” (Young, 2008)

Portanto, a afirmação de que a energia pode ser transferida precisa vir acompanhada da explicação de que energia não é um fluido a ser transferido e, sim, um estado que se modifica a medida que o sistema e seus componentes assumem variáveis com valores diferentes, sem esquecer que a “quantidade” total permanece constante.

A grandeza energia, apesar de tão fundamental, apresenta um caráter abstrato e de difícil compreensão em diversos momentos do ensino de Física. Isso justifica as diferentes abordagens em diferentes livros didáticos para o ensino médio. Um exemplo disso pode ser ilustrado observando as abordagens em dois livros didáticos citados anteriormente. No livro de Martini et al. voltado para o primeiro ano do Ensino Médio, o princípio de conservação de energia é abordado apenas depois dos tópicos sobre Trabalho, Potência, Energia Cinética e Energia potencial. Já no livro de Filho et al., voltado para o mesmo público, fala-se em conservação de energia antes de enunciar quaisquer dos outros conceitos citados acima, sendo que a primeira frase do capítulo diz: “O que significa dizer que a energia se conserva?”. Neste trabalho não será feita uma análise aprofundada das abordagens do tema energia, nem

a defesa de uma melhor abordagem (apesar da escolha para o produto didático ser a partir da conservação da energia), mas ressaltar a importância, enquanto professores, ao trabalhar esse assunto. Além disso, deve haver uma preocupação em apresentar a energia como uma grandeza que caracterizará sistemas em todas as etapas do Ensino Médio, além de estar presente em outras disciplinas da grade curricular, bem como em nosso cotidiano, atribuindo-lhe assim a importância necessária.

2.3 Aspectos de Neurociência

A Neurociência é uma fascinante área de estudo e pesquisa bem estabelecida que recentemente tem atraído considerável interesse por parte de educadores, apesar da existência de poucos trabalhos divulgados relacionando e aplicando os estudos da Neurociência em sala de aula. Ela está intimamente ligada ao estudo do sistema nervoso e possui diversas ramificações, porém, no contexto educacional o maior enfoque é a sua contribuição para os processos de ensino-aprendizagem.

De acordo com Brockington,

(...) deve-se concordar que toda vez que se fala em aprendizagem, direta ou indiretamente, fala-se sobre o desenvolvimento do cérebro. Ou seja, todo processo educacional está íntima e diretamente ligado a mudanças no córtex, de modo que a investigação acerca dos diferentes processos de aprendizagem proporciona a conexão ideal entre Educação e Neurociências. (Brockington, Guilherme; Neurociência e Educação: investigando o papel da emoção na aquisição e uso do conhecimento científico, 2011).

Em sua tese de doutorado, publicada em 2011, Brockington investiga a participação da emoção no processo de aprendizagem e na utilização do conhecimento científico para aplicação e elaboração de respostas. Estudantes, divididos em dois grupos (com formação científica e sem formação científica), foram submetidos a testes envolvendo concepções alternativas versus respostas científicas. Os resultados deixaram clara a reação emocional ao depararem-se com as questões relacionadas a conteúdos que possuem maior compreensão. Ou seja, os indivíduos tendem a apresentar instintivamente uma reação emocional que pode ser associada a um “conforto” por ter certeza de estar respondendo corretamente. Os dados foram coletados através de um mecanismo que permitia verificar a variação da condutância da pele, através da produção de suor e da consequente maior secreção de eletrólitos.

O objetivo aqui não é entrar em detalhes sobre as técnicas utilizadas, mas sim, ressaltar o importante papel das emoções e sua relação com o sistema cognitivo do ser humano. Através de sua pesquisa, foi possível observar que a aprendizagem é facilitada a partir daquilo que emociona, onde é estabelecida uma relação de proximidade com assuntos ou atividades que geram uma sensação de conforto. Emoção e cognição estão fortemente interligados e, provavelmente, todo profissional docente já tenha percebido ou defendido esta ideia. É intuitivo pensar que maior aptidão é desenvolvida por tarefas prazerosas, as quais permitem maior familiaridade e despertam a sensação de conforto. Porém, como fazer com que o conhecimento científico torne-se atraente e satisfatório para um grupo numeroso de estudantes? Como despertar neles a motivação, a emoção e a vontade de aprender Ciência? A correlação entre emoção e aprendizagem já está comprovada, agora é necessário criar mecanismos que incitem a emoção de nossos estudantes.

Segundo a enciclopédia virtual *Wikipedia*, o

conceito de emoção é: “uma experiência subjetiva, associada a temperamento, personalidade e motivação. A palavra deriva do latim *emovere*, onde o *e-* (variante de *ex-*) significa ‘fora’ e *movere* significa ‘movimento’”. Importante salientar que o “despertar das emoções”, neste trabalho, não tem a preocupação em apurar e compreender o temperamento e personalidade de cada estudante, o que seria muito complexo e fora do contexto do trabalho. O papel fundamental nesse caso é o de abrir caminhos para a compreensão e motivar o estudante a querer aprender.

A seguir, serão tratados alguns itens pertinentes à correlação entre Neurociência e Educação, discorrendo sobre alguns apontamentos interligados a sequência didática proposta neste trabalho.

2.3.1 Funções executivas cerebrais e a maturação do cérebro humano

É possível definir as funções executivas como um conjunto de habilidades que são utilizadas para que o indivíduo tenha a capacidade de organizar dados, formular planos de ação e organizar seu planejamento para colocá-lo em execução. O desenvolvimento das funções executivas inicia-se no primeiro ano de vida, passa por um processo mais intenso entre os 6 e 8 anos de idade, continuando até o final da adolescência. Porém, podem ainda ser aprimoradas e amadurecidas continuamente no decorrer de toda a vida (ESDPI, 2013).

Segundo a Enciclopédia Sobre o Desenvolvimento na Primeira Infância (ESDPI, 2013), as funções executivas podem ser divididas em três grandes categorias:

Autocontrole: A capacidade de resistir a uma tentação para poder fazer aquilo que é certo. Essa capacidade ajuda as crianças a prestar atenção, agir menos impulsivamente e a manter a

concentração numa tarefa.

Memória de trabalho: A capacidade de manter as informações na mente, onde elas podem ser manipuladas. Essa habilidade é necessária para realizar tarefas cognitivas, tais como estabelecer uma relação entre dois assuntos, fazer cálculos apenas com a mente e estabelecer uma ordem de prioridade entre várias tarefas.

Flexibilidade cognitiva: A capacidade de usar o pensamento criativo e ajustes flexíveis para se adaptar às mudanças. Essa habilidade auxilia as crianças a utilizar sua imaginação e criatividade para resolver problemas (ESDPI, 2013).

Para o desenvolvimento máximo das funções executivas, é necessário um longo processo que exige tempo, o que é explicado, em parte, pela lentidão do desenvolvimento do córtex pré-frontal.

Para compreender essa lentidão no desenvolvimento do córtex pré-frontal, é preciso inicialmente entender as etapas de desenvolvimento do cérebro humano. Estima-se que a quantidade de neurônios no corpo mantém-se praticamente a mesma no decorrer de toda a vida, porém, o número de sinapses que ocorrem em crianças na primeira infância é praticamente o dobro do número de sinapses que ocorrem na fase adulta. À medida que os anos passam, o cérebro filtra as sinapses e reduz sua quantidade, moldando o cérebro para então chegar a sua versão final, configurando-o de acordo com as experiências vividas e “excluindo” as sinapses em excesso, deixando apenas aquelas que foram mais utilizadas ao longo da infância. As primeiras regiões do cérebro que começam a passar por essa diminuição de sinapses e amadurecimento são as

posteriores, as quais possuem funções sensoriais. As regiões frontais do cérebro, responsáveis pelas tomadas de decisões, emoções, capacidade de avaliação de ações, e altamente envolvidas com a capacidade cognitiva são as regiões que se desenvolvem mais tardiamente, iniciando seu amadurecimento apenas no início da adolescência (ESDPI, 2013). Segundo Maluf (2017),

Durante tal processo, alguns de seus componentes (como a atenção seletiva, flexibilidade cognitiva e planejamento) atingem mais tardiamente a maturidade, se comparadas a outras funções cognitivas. (...) Especificamente, o córtex lateral orbitofrontal, responsável pelo controle dos impulsos, é o que amadurece por último, na década dos vinte anos, devido à progressiva e ininterrupta mielinização dos axônios do córtex pré-frontal, de onde podemos tirar algumas conclusões a respeito da educação e das questões relativas à socialização dos nossos jovens (MALUF, 2017).

Ao compreender que o cérebro humano possui suas etapas de desenvolvimento que atingem de forma relevante a faixa etária dos alunos que cursam o Ensino Médio, os professores desse nível de ensino precisam compreender a necessidade de um olhar sobre seus alunos do ponto de vista da Neurociência. Trata-se de personagens que não possuem suas funções executivas totalmente moldadas e desenvolvidas, sendo muito comum que os mesmos possuam grande dificuldade de organização de tarefas e administração de tempo e objetivos. Nem sempre a falta de comprometimento pode ser atribuída apenas à falta de interesse, portanto, é imprescindível que o profissional docente inclua em seu planejamento estratégias que auxiliem os discentes a desenvolverem sua autonomia

acadêmica e os oriente quanto a formação de seus planos de estudos. O mesmo poderá ser levado em consideração numa reflexão mais aprofundada sobre o comportamento e socialização de nossos adolescentes, o que não entra em pauta específica neste trabalho.

2.3.2 Memória de trabalho e memória de longo prazo

É possível definir a memória de trabalho, também chamada de memória de curto prazo, como a responsável pelas informações armazenadas para realização de tarefas rápidas. Ela tem um período curto de duração e pode deixar de existir logo após a execução da tarefa, por exemplo: uma pessoa precisa gravar mentalmente um número de telefone para efetuar uma ligação e, quando a tarefa for cumprida, ela já não será mais capaz de lembrar o número. Já a memória de longo prazo é caracterizada pelo período maior em que as informações podem ser armazenadas. O mecanismo para armazenar tais informações é mais complexo e exige um maior grau de atenção, sendo necessárias associações entre as memórias já existentes e as novas informações (Reis, 2014).

Na área da educação, o processo de memorização é considerado um assunto bastante pertinente e que exige ser destacado. Os estudantes relatam constantemente possuir dificuldades em lembrar as informações nos momentos em que são avaliados ou quando precisam utilizar seus conhecimentos para o cumprimento de tarefas. Aprender e memorizar estão intimamente ligados, o que motiva neurocientistas a realizar pesquisas relacionando cognição e memória, a fim de (também) estabelecer um processo de ensino-aprendizagem mais efetivo. (Dias, et al, 2018)

Portanto, é possível fazer a seguinte pergunta: como acontece o processo de memorização no cérebro? Já é conhecido que a caixa encefálica não armazena as lembranças em “gavetas” que podem ser abertas e acessadas em regiões bem localizadas. As informações são

gerenciadas através de uma grande rede neural, que realiza sinapses (bilhões delas) a todo tempo. A questão não é compreender “onde” elas são armazenadas, mas sim “como”.

Quando as informações são recebidas, através dos sentidos (olfato, audição, visão, tato e paladar), os neurônios ligados a estes órgãos começam a traçar percursos bem estabelecidos, a fim de efetuar a conexão com a região do cérebro relacionada ao armazenamento dessa informação ou a um comando de ação. Essa informação viaja através dos neurônios que, por sua vez, comunicam-se com outros neurônios através das fendas sinápticas. Ao se deparar com essa mesma informação, esse percurso realizado anteriormente passa a acontecer com mais facilidade, ou seja, os neurônios possibilitam que a informação seja transportada pelo mesmo caminho com mais eficácia. Por este motivo, a repetição das informações facilita o processo de memorização (Reis, 2014; Souza e Salgado, 2015).

Além da repetição, outro fator que facilita a evocação da memória é a associação de novas informações com conhecimentos prévios, já estabelecidos. Ao se deparar com informações novas, mas que estão relacionadas com algo que já foi aprendido em um momento anterior, o percurso realizado pelos neurônios através das sinapses utiliza os percursos já existentes, facilitando a evocação da memória. Isso justifica o fato das pessoas se sentirem mais confortáveis ao estudar conteúdos específicos de suas áreas de interesse.

À medida que as informações novas são recebidas, elas se associam com as informações já estabelecidas, de modo que a aprendizagem ocorre de maneira mais rápida, além de tornar o processo de memorização mais eficiente. É como se o conjunto de neurônios (engrama) responsáveis por determinada tarefa (informação) fosse ativado para também trabalhar em tarefas semelhantes, interligando assim os conhecimentos relacionados. Esse

engrama pode também ser ativado quando as informações chegarem em um intervalo de tempo curto, por mais que sejam diferentes em conteúdo (Pavão, 2008). Por exemplo, uma pessoa realizando uma atividade enquanto assiste a um programa de televisão, ao repetir essa mesma atividade em outro momento, pode se lembrar da cena que assistiu, pois as informações foram armazenadas pelo mesmo engrama. Segundo Souza e Salgado,

Grande parte do aprendizado decorre de processos associativos: um ou vários estímulos associam-se com outros estímulos ou respostas. Por exemplo, uma dica ou uma incitação sensorial, proveniente do meio externo, associa-se com outro de índole interna (um mal estar abdominal) ou externa (um choque elétrico), estabelecendo um elo entre ambos, de tal maneira que uma nova apresentação do primeiro estímulo gera uma resposta característica do segundo. (Souza e Salgado, 2015)

Obviamente o processo de memorização é muito complexo, envolvendo infinitas possibilidades de ligações entre neurônios (assim como os neurotransmissores envolvidos, o tipo de sinapse, o grau do potencial de ação, os engramas possíveis, entre outros), entretanto, é importante enfatizar a relevância desse processo. Se houver entre os professores um mínimo entendimento de quais metodologias facilitam a consolidação da memória dos estudantes, conseqüentemente o processo de aprendizagem estará sendo facilitado.

2.3.3 Relação professor-estudante

Uma boa relação entre o professor e seus estudantes caracteriza, em geral, um processo de ensino-

aprendizagem de sucesso. Porém, apesar de parecer óbvio, não é possível afirmar que uma relação saudável entre esses sujeitos seja algo comum nas salas de aula brasileiras.

Constantemente os professores inseridos no sistema público de ensino se deparam com relatos de profissionais docentes acerca das dificuldades encontradas em suas aulas, no que diz respeito a seus relacionamentos com os estudantes. Um exemplo que retrata essa insatisfação é o modelo de Conselhos de Classe atual praticado ao término de um bimestre ou trimestre nas escolas públicas. Apesar da ciência que o Conselho de classe possui um papel fundamental centrado na avaliação da aprendizagem, existe uma forte tendência de os professores trazerem para a discussão o comportamento dos estudantes, muitas vezes, correndo-se o risco de que os mesmos sejam avaliados única e exclusivamente por suas atitudes. Isso demonstra novamente mais uma parcela falha do sistema de ensino, o qual permite que ocorram erros gravíssimos nas atribuições de funções dos profissionais que atuam nas escolas, confundindo o papel do setor pedagógico das instituições ao do professor.

Porém, no atual cenário, para desempenhar o papel docente da melhor forma possível é necessário lidar com tal desconforto e modelo defasado de apoio pedagógico contornando esse problema. No que diz respeito à sala de aula, é preciso uma participação docente ativa, com a execução de trabalhos que elevem os resultados de aprendizagem, utilizando as ferramentas à disposição.

Para tanto, é imprescindível que exista uma relação saudável entre os personagens deste trabalho, ou seja, professor e estudante. Assim como em todas as esferas de relações sociais, a interação social é facilitada quando há um nível de afetividade mínimo. Porém, no ambiente da sala de aula, é do professor que precisa partir essa iniciativa para um bom relacionamento, visto que, com já salientado anteriormente, o adolescente está em fase de

estruturação cerebral contínua. Seu lobo frontal é a parte do cérebro que mais tardiamente se desenvolve, e é justamente essa a região responsável pelas tomadas de decisões e inibição de comportamento impulsivo.

A fim de corroborar estas afirmações, a seguir, na Tabela 2, serão descritos os resultados de um trabalho realizado em Londrina, no estado do Paraná, divulgado em novembro de 2004, sob o título Dificuldades no relacionamento professor aluno: um desafio a superar (Cabral, et al, 2004). Neste trabalho, 6 professores e 57 estudantes do nono ano de uma escola estadual responderam a um questionário que trazia indagações dirigidas ao relacionamento entre alunos e professores. A Tabela 2 mostra as repostas dos estudantes quando questionados quanto à postura de seus professores.

Como consideram suas aulas hoje?	42,1% São úteis e aprendem muito	26,3% Inúteis, porém aprendem algo	10,5% Inúteis e não aprendem nada	3,5% Outros
Como o professor reage frente ao ponto de vista dos alunos?	73,7% Às vezes aceita a opinião dos alunos	21% Geralmente aceita a opinião dos alunos	5,3% Nunca aceita a opinião do aluno	
Os professores usam de autoridade ou autoritarismo?	26,3% Autoridade e conseguem disciplinar	38,6% Autoritarismo e conseguem disciplinar	19,3% Autoridade e não conseguem disciplinar	15,8% Autoritarismo e não conseguem disciplinar
O professor demonstra preocupação com a aprendizagem dos alunos?	35,1% Sempre	26,3% Ocasionalmente	19,3% Nunca	17,5% Raramente
O professor	35,1%	29,8%	26,3%	8,8%

procura ajudar os alunos com dificuldades de aprendizagem ?	Raramente	Ocasionalmente	Sempre	Nunca
O professor responde às perguntas dos alunos?	58% Às vezes	37% Sempre	3,5% Nunca	1,7% Especificou por disciplinas
O professor é acessível ao aluno?	73,7% Raramente	22,8% Sempre	1,7% Nunca	1,7% Especificou por disciplina
O professor é sensível aos problemas extraclasse dos alunos?	45,6% Insensível	40,4% Raramente leva em conta	14% Leva em conta	

Tabela 2 – Respostas dos estudantes relacionadas à postura dos professores

Com estes dados, podemos arriscar dizer (assim como também concluíram os autores do artigo) que existe um grau de insatisfação elevado e preocupante no que diz respeito ao relacionamento entre professores e estudantes. 73% consideram que seus professores não são acessíveis; 45% considera-os insensíveis; 58% dizem que “às vezes” suas perguntas são respondidas; apenas 26% diz que seu professor se preocupa com estudantes de baixo rendimento. Apesar desses resultados serem específicos de uma instituição, bem como serem datados de 2004, eles refletem a experiência vivida por grande parte das escolas públicas em geral.

Existem exceções a esses dados, mas para que estas exceções tornem-se a regra, mudanças em diversos âmbitos precisam ser feitas. Dentre alguns pontos, é muito relevante que os professores assumam sua responsabilidade no que diz respeito não só ao conteúdo

que precisa ser ensinado, mas também no reflexo de seus ensinamentos na vida do estudante, conforme afirma Leite e Tassoni, 2002.

Pode-se afirmar, sem exageros, que a qualidade da mediação, em muitos casos, determina toda a história futura da relação entre o aluno e um determinado conteúdo ou prática desenvolvida na escola. Tal história, em muitos casos, é essencialmente afetiva. Pesquisas recentes têm apontado que, em histórias de sucesso entre sujeitos e objetos de conhecimento, geralmente identificam-se mediadores (frequentemente parentes e/ou professores) que desenvolveram uma mediação afetiva, com resultados também profundamente afetivos, determinando processos de constituições individuais duradouros e importantes para os indivíduos. (LEITE E TASSONI, 2002).

É claro que as condições de trabalho dos professores de escolas públicas estão longe de satisfazerem minimamente suas necessidades. O número alto de estudantes por turma, a carga horária semanal reduzida de aulas de Física, a falta de apoio pedagógico e psicológico, bem como o acompanhamento familiar, são alguns exemplos disso. Porém, é fato que o olhar sobre os estudantes precisa ser repensado, e a armadura que é vestida ao entrar em sala de aula precisa ser retirada, a fim de que os estudantes possam enxergar seus professores como seres humanos que tem como principal meta orientá-los e auxiliá-los em sua trajetória acadêmica/pessoal.

Estudos em neurociência trazem uma importante relação entre a empatia e os neurônios espelho. Quando

uma pessoa observa a ação de outra, seu cérebro rapidamente a familiariza com a ação, ou seja, passa a ter a capacidade de sentir ou compreender o que outra pessoa está fazendo pelo estímulo de sinapses ligadas a determinados neurônios espelho. Essa familiarização acontece automaticamente, e é por isso que normalmente quando uma pessoa sorri outra lhe retribui o sorriso. É como se houvesse um sentimento de solidariedade ao que o outro está sentindo ou pensando. Não é preciso enviar um comando ao cérebro de que se deve imitar a ação dessa outra pessoa, já que esses neurônios são ativados inconscientemente. Segundo Turner,

O espelhamento significa que os mesmos neurônios e percursos neuronais são ativados tanto quando uma pessoa age como quando ela vê uma ação. Além disso, em alguma medida as pessoas respondem de forma simpática ou empática ao ver ações dolorosas. Para algumas, entretanto, o cérebro está conectado de tal maneira que diante da dor dos outros elas experimentam prazer, fenômeno conhecido como crueldade empática. Parece que as áreas ativadas no caso da autoconsciência são um subconjunto daquelas ativadas na consciência social ou quando assumimos a perspectiva de terceira pessoa, que são ativadas ao mesmo tempo (embora com menos força), o que sugere a prioridade do social e do aprendido; parece ainda que a autoconsciência envolve inibidores que separam a perspectiva de primeira pessoa. As partes emocionais e cognitivas do

cérebro e especialmente as partes integrativas estão envolvidas na empatia. (Stephen Turner, 2014)

Portanto, é fundamental que para um bom convívio em sociedade, haja empatia entre os participantes desta sociedade. Dessa forma, é imprescindível que faça parte do papel de um líder saber lidar com suas emoções e tornar o ambiente de convívio inundado de atitudes que acarretem respostas positivas.

2.3.4 Avaliação

A avaliação de aproveitamento dos estudantes sempre foi alvo de discussões e tema complexo de reflexão em todos os âmbitos da Educação, representando ainda um momento delicado no processo de ensino-aprendizagem. Talvez seja justamente essa a maior dificuldade: entendê-la como um processo, e não como um fim. O ato de avaliar normalmente remete à ideia de verificação de resultados ao término de um ciclo, ou seja, verificar se os objetivos foram alcançados. Porém, é preciso ter o cuidado para não utilizar a avaliação como um método para simplesmente “classificar” um estudante com relação aos demais ou “medir” seu conhecimento para fins de aprovação escolar.

Bloom et al (1983) definiu três classificações para os tipos de avaliações: avaliação diagnóstica, avaliação formativa e avaliação somativa. A avaliação diagnóstica implica em investigar o patamar no qual os estudantes se encontram em determinado conteúdo ou conhecimento, normalmente utilizada para dar-se início a um curso ou conceito. A avaliação formativa tem a preocupação em buscar feedbacks dos estudantes e do processo de ensino, para que possam ser feitas correções a eventuais falhas ainda durante o progresso das aulas. Já a avaliação somativa tem o intuito de classificar o nível de aprendizagem do estudante, normalmente para que o mesmo possa ser considerado apto a avançar para um

próximo nível (conteúdo, bimestre, semestre, etc).

A avaliação formativa vem sendo defendida como a maneira mais completa e democrática para os processos de ensino-aprendizagem, pois oportuniza um tratamento mais individualizado e a possibilidade de utilização da própria avaliação dentro do processo de ensino. (Grego, 2013).

A avaliação formativa busca basicamente identificar insuficiências principais em aprendizagens iniciais, necessárias à realização de outras aprendizagens. Providencia elementos para, de maneira direta, orientar a organização do ensino-aprendizagem em etapas posteriores de aprendizagem corretiva ou terapêutica. Nesse sentido, deve ocorrer frequentemente durante o ensino (Bloom et al., 1983).

Apesar do formato de avaliação formativa ser discutido há anos, ainda hoje existem dificuldades em modelar o sistema de ensino de forma a contemplar todos os objetivos de aprendizagem de maneira clara, bem como atingir todos os estudantes em seus diferentes níveis de aprendizagem e lidar com a diversidade de personalidades em sala de aula. No modelo de ensino seriado e com cronograma extremamente abrangente em um intervalo de tempo muito pequeno, fica muito difícil realizar alterações nas estratégias de ensino, visto que há a necessidade de cumprimento de prazos e conteúdos.

De forma geral, não é possível considerar os diferentes tipos de avaliação como excludentes, visto que o sistema de ensino brasileiro exige que sejam apresentados resultados finais atribuídos aos estudantes ao término de cada bimestre e, posteriormente, do ano letivo. Nesse contexto, uma reflexão mais profunda do método de avaliação mais adequado não se faz pertinente. É preciso fazer uso de todos os instrumentos avaliativos, diversificando as estratégias de avaliação, com a ciência de que é extremamente importante uma boa clareza dos objetivos de aprendizagem.

3. Concepção da sequência didática e metodologia

A criação de uma sequência didática para o ensino de um conteúdo específico do programa do Ensino Médio foi pensada a partir da necessidade de oferecer ferramentas que possibilitem uma maior aproximação entre professor, estudante e aprendizagem. Vale ressaltar a importância de permitir que a mesma seja facilmente aplicável, tornando-se uma facilitadora do trabalho docente, além de tomar o menor tempo possível de preparação, visto que a realidade vivida pelos professores exige uma grande agilidade nos processos de planejamento, aplicação e avaliação.

Para tanto, optou-se por elaborar uma sequência de oito aulas dinâmicas, curtas e com participação efetiva dos estudantes, fundamentadas em aspectos da Neurociência. A seguir, serão elencadas as diferentes etapas da sequência, justificando a metodologia utilizada e explicitando os objetivos específicos de cada uma delas. Cada etapa tem a duração de uma aula de 45 minutos.

O público alvo é a primeira série do Ensino Médio e a aplicação da sequência didática deve ocorrer em momento oportuno, sincronizado ao planejamento do conteúdo programático previsto para o ensino de Energia Mecânica e Conservação de Energia.

3.1 Etapa 1– Sondagem das concepções prévias e apresentação do cronograma

Como um dos objetivos da sequência didática é viabilizar a apropriação por parte dos estudantes de um conceito de energia mais amplo e científico, além de relacionar a grandeza energia com a sua conservação em diferentes situações, inicia-se a sequência com uma sondagem das concepções prévias acerca do conceito de energia. Uma simples pergunta é apresentada aos estudantes: O que é energia? As respostas são coletadas e

classificadas, de acordo com o artigo intitulado “O conceito de energia: os livros didáticos e as concepções alternativas”, escrito por Vinícius Jacques e José de Pinho Alves Filho (2008). Nesse momento, os alunos foram orientados a responderem sem a preocupação de serem avaliados, sendo liberados inclusive da obrigação de identificarem suas respostas com seus respectivos nomes. Segundo Vasconcellos,

Além dos sujeitos, é preciso conhecer o objeto que estará em pauta, tendo em vista sua apropriação. Este conhecimento se desdobra em dois níveis: o conhecimento do objeto em si, e as representações que os educandos têm dele. O primeiro nível trata do necessário domínio pelo professor do conteúdo... O segundo nível diz respeito, já no processo pedagógico, à relação sujeito-objeto, qual seja, ao conhecimento prévio do aluno relativo ao objeto em estudo. Considerando que o conhecimento novo se constrói a partir do prévio, é preciso estar sempre levando isso em conta na prática pedagógica, para propiciar a elaboração de um conhecimento mais sistematizado e crítico. (VASCONCELLOS, 2006)

Esta primeira etapa é facultativa ao professor que optar por aplicar este produto didático, entretanto, ela foi utilizada para a construção do mesmo e tem o propósito de situar e facilitar a compreensão a respeito do conhecimento prévio sobre o tema que os estudantes trazem para a sala de aula, advindo de seu convívio social ou de estudos anteriores. Para a realização desta coleta de concepções são necessários apenas 10 minutos.

Assim que as respostas forem coletadas, o

cronograma de atividades com datas preestabelecidas e os critérios de avaliação foram apresentados aos estudantes. É importante que fique bastante claro qual é a proposta para as aulas posteriores, para que todos tenham uma visão geral do projeto de trabalho e possam organizar seus planos de estudos. Ainda segundo Vasconcellos,

No cotidiano, a falta de transparência da finalidade do próprio trabalho constitui-se um seríssimo problema a ser enfrentado pelos professores. A rigor, mais do que buscar que os objetivos estejam claros, devemos nos empenhar para que os objetivos sejam assumidos por cada um e todos; muitas vezes pode até haver clareza (razão), mas faltar compromisso (emoção).
(Vasconcellos, 2006)

A apresentação de um plano de trabalho permite ao estudante desenvolver a capacidade de utilização de suas funções executivas cerebrais, que são as habilidades cognitivas necessárias para controlar pensamentos, emoções e ações. Desta maneira, cabe ao estudante apropriar-se de seu itinerário de tarefas, analisar as expectativas do professor em relação ao seu aprendizado e tomar as medidas necessárias para que seu desempenho atinja o patamar desejado.

A função executiva do cérebro vem sendo definida como um conjunto de habilidades, que de forma integrada, possibilitam ao indivíduo direcionar comportamentos a objetivos, realizando ações voluntárias. Tais ações são auto-organizadas, mediante a avaliação de sua adequação e eficiência em relação ao objetivo pretendido, de modo a

eleger as estratégias mais eficientes, resolvendo assim, problemas imediatos, e/ou de médio e longo prazo. (MOURÃO JR. E MELO, 2011)

O cronograma de trabalho deve ficar de posse dos estudantes, preferencialmente também disposto em local de fácil visualização (mural da sala de aula, ambiente virtual de aprendizagem, etc.) para que possa ser consultado sempre que necessário. Um modelo do cronograma utilizado para a aplicação e teste do produto didático pode ser encontrado no Apêndice A deste trabalho.

É importante discorrer sobre cada modelo avaliativo (participativo, escrito e expositivo) bem como já deixar claro que em alguns momentos os estudantes deverão realizar tarefas em equipes compostas por até quatro componentes. Junto com o cronograma, estão disponíveis os formatos de avaliação.

Ao final da aula de apresentação do plano de trabalho, dois estudantes da sala de aula foram incumbidos de sempre alertar seus colegas para o cumprimento dos prazos estipulados, em datas anteriores ao vencimento de tais prazos.

3.2 Etapa 2– Leitura do texto e ilustrações de diferentes formas de energia

Neste segundo momento, os estudantes foram convidados a ler um texto sobre conservação de energia sob a concepção de Richard Feynman e adaptado por Emiliano Chemello (2004) (Anexo B). O material foi impresso e entregue aos estudantes individualmente. A leitura poderá ser realizada em poucos minutos, porém, é necessário silêncio absoluto para que todos possam concentrar-se. Também foi enfatizado que após a leitura haveria uma conversa acerca dos aspectos mais relevantes

do texto e que a folha impressa não precisaria ser devolvida, a fim de que os estudantes pudessem fazer suas anotações ou apontamentos que julgassem necessários.

O texto traz uma abordagem sobre o conceito de energia a partir de sua conservação, onde propõem uma analogia entre energia e uma quantidade de bloquinhos (brinquedos) que sempre permanece a mesma (apesar de acontecerem situações em que alguns bloquinhos podem desaparecer). Ao ler o texto, espera-se que o estudante associe a energia a uma determinada quantidade sempre constante.

Assim que todos concluíram a leitura, iniciou-se uma discussão incitando os estudantes a responderem: “O que mais lhe chamou a atenção no texto?”. Por tratar-se de uma situação em que as respostas podem ser muito diferentes, foram selecionadas as respostas que estavam relacionadas ao fato de a quantidade de bloquinhos ser sempre a mesma, ressaltando as respostas esperadas, mas sem menosprezar as respostas diferentes. A próxima pergunta: “Com o que pode ser comparada a quantidade de bloquinhos e o fato de ela sempre ser a mesma?”. Novamente, as respostas foram ouvidas e direcionadas para a palavra “Energia”. A discussão ocorreu em torno da conservação da quantidade de energia, apesar de às vezes a mesma “perder-se”. Caso durante a discussão surja o exemplo da energia do corpo humano ser necessária para a realização de movimentos, o professor poderá aproveitar tal situação para exemplificar como a mesma pode “transformar-se” em outras formas.

Para concluir, é feita uma explanação do tema principal: Energia e sua conservação. Agora que os estudantes já associam a energia a uma quantidade, podem assumir (com a ajuda do professor) a ideia de que a mesma pode ser transformada em outras formas, desde que a quantidade permaneça a mesma. Para exemplificar algumas formas de energia, uma imagem foi projetada através de um projetor multimídia. A figura (Anexo 4 do

Apêndice F) apresenta diferentes manifestações de energia, todas muito presentes no cotidiano dos estudantes, organizadas segundo algumas classificações: Mecânica, Térmica, Eletromagnética, Elétrica, Química e Nuclear.

Para finalizar a aula, chamou-se a atenção para a forma de energia que será trabalhada nos próximos encontros: Energia Mecânica. A sua divisão em Cinética e Potencial foi ressaltada e explanada qualitativamente.

A metodologia utilizada através do texto tem como um de seus objetivos diminuir o distanciamento que existe entre a leitura e interpretação de textos e a utilização de fórmulas e equações matemáticas, tão associadas à disciplina de Física no Ensino Médio. Muitos estudantes argumentam que possuem grande dificuldade em entender o enunciado das questões as quais lhes são propostas e, muitas vezes, não compreendem o que precisam calcular ou responder. É claro que o domínio do conteúdo e a compreensão dos fenômenos são fundamentais, mas a interpretação do texto por vezes apresenta-se como a grande vilã.

A leitura individual proporciona autonomia para análise e apropriação do conteúdo, no ritmo do estudante. Ele pode ler, reler, grifar o que achou mais importante, voltar ao parágrafo anterior caso tenha perdido a linha de raciocínio. Isso se diferencia da aula expositiva feita pelo professor, que segue um ritmo único e compassado de acordo com a impressão (muitas vezes falha) do entendimento dos estudantes.

O fato de o texto apresentar uma analogia lúdica, utilizando-se de personagens fictícios para ilustrar uma abordagem científica, também diminui o fardo de deparar-se com um texto formal, o que torna a leitura mais leve e agradável. Isso torna relevante a atitude do professor em comunicar previamente os estudantes de que após a leitura acontecerá uma conversa, onde a participação poderá ocorrer de forma espontânea. Assim, o momento da leitura deixa de ser uma tarefa entediante e passa a ser desafiador,

pois os motiva a procurarem elementos no texto que permitam que possam participar do debate, mesmo que essa participação seja menos ativa, apenas acompanhando o que está sendo discutido entre seus colegas e o professor.

Quando o debate encerrou-se, foi apresentada a imagem onde constam diferentes nomes dados às diferentes formas de manifestações de energias. Chega o momento em que os estudantes organizam as ideias e classificam todas as analogias que vinham formando até o momento em seus pensamentos. Por exemplo: Um estudante lembrou durante a aula que um automóvel precisa de combustível para poder movimentar-se. Houve uma transformação de energia nesta situação? Que nomes podem ser associados a este processo?

As imagens oferecem situações, coisas, pessoas que guardam alguma semelhança com outras situações, coisas, pessoas. Transformam-se ainda, em representações mentais porque ofertam um análogo, sejam porque estão no lugar das próprias coisas (...), seja porque nos fazem imaginar coisas através de outros meios. Por ser irreal, a imagem possui um atributo superior, pois tem o poder de tornar presente algo que está ausente, e que constitui precisamente uma representação mental. (FREITAS, 2005)

O uso de imagens associadas ao novo conhecimento pode facilitar o processo de memorização, bem como auxiliar na busca das informações “armazenadas”. Caso o estudante possua algum problema de visão, tanto o texto quanto a imagem podem ser interpretados pelo próprio professor ou pelo professor auxiliar (denominado 2º professor pela rede estadual de ensino de Santa Catarina).

3.3 Etapa 3– Desenhos animados

Para dar início a esta aula, os estudantes foram convidados a lembrarem das diferentes formas de manifestações de energia trabalhadas na aula anterior. Os nomes lembrados foram anotados no quadro, a fim de excluir repetições e os forçarem a lembrar do maior número possível de termos. Esse exercício auxiliou os estudantes a executarem a tarefa do dia: assistir a uma sequência de seis trechos de desenhos animados e relatar as transformações de energias que estão ocorrendo em cada trecho assistido. Solicitou-se aos estudantes reconhecer e classificar as cenas com os nomes das formas de energia realizando os registros individualmente em uma folha que foi entregue ao professor ao término da atividade. O vídeo possui 2,5 min e foi apresentado através de um projetor multimídia com som. Os desenhos animados são familiares aos estudantes (Peppa Pig, Pica Pau, Popeye, etc.) e trazem diversas situações em que as transformações de energia estão implícitas nas ações dos personagens. Como será explicado no item sobre Avaliação, os estudantes podem responder sem a obrigação de “acertar”, pois serão avaliados por sua participação. Sugere-se que o vídeo (página 5 do Apêndice F) seja apresentado duas vezes e o estudante tenha um tempo de 5 minutos após a segunda exibição do vídeo para desenvolver suas respostas.

Através de uma aula expositiva, discutiu-se as classificações feitas pelos estudantes e apresentou-se as mais diversas manifestações de energia em nosso cotidiano, chamando a atenção para a energia mecânica e sua divisão em mecânica potencial (gravitacional e elástica) e cinética. Também foram apresentadas as equações que relacionam a energia cinética com a velocidade e energia potencial gravitacional com a altura, deixando claro que este será o objeto de estudo dos próximos encontros.

O que se espera com esta atividade é que os estudantes tenham mais uma oportunidade de compreender a Energia como uma quantidade a ser conservada a partir de transformações. Além disso, é muito importante que eles relacionem esse “novo” conhecimento com a realidade de seu cotidiano, transformando seu olhar sobre o mundo mais científico.

A metodologia através da apresentação de um vídeo contendo trechos de desenhos animados vem para facilitar o processo da busca de informações anteriormente memorizadas e associadas a imagens. Nesta atividade, o estudante utiliza-se de sua memória de trabalho (memória de curto prazo) para armazenar as orientações dadas pelo professor. Caso ele tenha mantido sua atenção à explicação e discussão feitas na aula anterior, será mais satisfatório executar a tarefa, pois se sentirá desafiado, e dessa forma, terá mais facilidade em acessar a memória de longo prazo onde as informações estão armazenadas. Caso a aula anterior não tiver sido tão expressiva quanto o esperado para o estudante, ele ainda tem oportunidade de rever os conceitos novamente nesta aula. Assim, o estudante depara-se com a Física aplicada ao ambiente que o cerca, percebe a importância de conhecê-la, apropria-se de um vocabulário enriquecido com termos científicos e compreende que pode quantificar a grandeza energia associando-a com grandezas conhecidas como altura e velocidade.

A transferência do material entre as memórias de curto prazo e as memórias de longo prazo efetua-se pela sua recapitulação, ou seja, pela repetição da informação que entrou na memória de curto prazo. Esta recapitulação cumpre dois objetivos, ou seja, enquanto repete a informação mantém-na ativa na memória de curto prazo para poder ser transferida. Quando esta

recapitulação é elaborada, o material é organizado de forma mais eficaz o que permite que de forma mais correta seja transferido para a memória de longo prazo, não se perdendo. (REIS, 2014)

Para que a aprendizagem torne-se significativa ao estudante, é imprescindível que ela apresente-se como necessária. É preciso acreditar que o conhecimento seja útil, para que lhe seja dada a devida atenção. A partir do momento em que é estabelecida esta íntima ligação entre o “aprender” e o “querer aprender”, as informações têm maior chance de ser armazenadas na memória de longo prazo e de maneira mais organizada.

3.4 Etapa 4– Roteiro Pista de skate para experimento virtual

Nesta aula, os estudantes trabalharam em equipes com três integrantes. Torna-se necessário, para a execução desta atividade, a existência de um ambiente informatizado na instituição de ensino, pois os estudantes deverão possuir um computador, *tablet* ou celular com acesso à *internet*. Cada equipe recebeu um roteiro a ser seguido e preenchido conforme as orientações que constam no documento. O modelo do roteiro encontra-se no Apêndice B deste trabalho.

O experimento virtual é composto por uma simulação, onde os estudantes puderam controlar um skatista em suas manobras de sobe e desce numa pista, com ou sem atrito. A simulação permite variar parâmetros como altura da descida, existência ou não de atrito e formato da pista. À medida que as etapas do roteiro foram seguidas, puderam ser analisados os parâmetros de velocidade, altura, energia cinética, energia potencial gravitacional e energia térmica dissipada. O roteiro possui questões que foram respondidas pelos estudantes,

induzindo-os a pensar na energia como uma quantidade constante que se transforma em outras formas de energia. Ao final do roteiro encontra-se a Análise Física do conteúdo, contendo a explicação e as equações necessárias para o cálculo e preenchimento de uma tabela. A tabela é composta por valores de energia cinética, potencial gravitacional, altura e velocidade.

Ao trabalhar com a simulação, além de proporcionar uma experiência tecnológica ao estudante (o que torna-se atrativo, pois o manuseio de ferramentas tecnológicas têm-se tornado cada vez mais comum aos jovens das últimas gerações), é possível contar com uma maior aproximação entre o fenômeno físico observado e a sua interpretação quantitativa. Ou seja, além de perceber as grandezas associadas à altura e velocidade, os mesmos poderão efetuar os cálculos e verificar a conservação da energia. Segundo Medeiros (2002), a prática experimental virtual pode caracterizar uma maneira bastante satisfatória de atingir objetivos semelhantes à atividade prática convencional. Alguns fatores são listados abaixo:

(...) podemos assinalar os seguintes benefícios (...) trazidos pelas simulações computacionais no ensino da ciência: reduzir o ruído cognitivo de modo que os estudantes possam concentrar-se nos conceitos envolvidos nos experimentos; fornecer um feedback para aperfeiçoar a compreensão dos conceitos; permitir aos estudantes coletarem uma grande quantidade de dados rapidamente; permitir aos estudantes gerarem e testarem hipóteses; engajar os estudantes em tarefas com alto nível de interatividade; envolver os estudantes em atividades que explicitem a natureza da pesquisa

científica; apresentar uma versão simplificada da realidade pela destilação de conceitos abstratos em seus mais importantes elementos; tornar conceitos abstratos mais concretos; reduzir a ambiguidade e ajudar a identificar relacionamentos de causas e efeitos em sistemas complexos; servir como uma preparação inicial para ajudar na compreensão do papel de um laboratório; desenvolver habilidades de resolução de problemas; promover habilidades do raciocínio crítico; fomentar uma compreensão mais profunda dos fenômenos físicos; auxiliar os estudantes a aprenderem sobre o mundo natural, vendo e interagindo com os modelos científicos subjacentes que não poderiam ser inferidos através da observação direta; acentuar a formação dos conceitos e promover a mudança conceitual. (Medeiros, 2002, p.80).

Aliar a prática à teoria sempre é bem visto do ponto de vista pedagógico. O manuseio de ferramentas permite ao estudante participar efetivamente da construção do conhecimento, oportunizando a aprendizagem e memorização. São diversos os estudos que defendem a atividade prática e a associam a aprendizagem significativa. Porém, muitas vezes a realização de experimentos convencionais pode tornar-se um empecilho, por falta de materiais e tempo para realização da atividade. A atividade virtual minimiza essa dificuldade, pois reúne todo o material necessário para a experimentação em um aplicativo, exigindo apenas o acesso à computadores e *internet*. Além disso, se o ambiente for previamente e devidamente preparado, o tempo da aula pode ser melhor

aproveitado e preenchido com as atividades de exploração, análise de dados e resolução de problemas, ou seja, com elementos de aprendizagem efetiva.

Ao término da realização da atividade, as equipes entregaram os roteiros devidamente preenchidos. A atividade não foi corrigida para fins de avaliação, assim como todas as etapas anteriores, mas apenas considerada como tarefa cumprida, a qual faz parte da nota de participação. As respostas dadas pelos estudantes no roteiro foram analisadas e consideradas para a próxima etapa da sequência (aula de exercícios).

3.5 Etapa 5– Resolução de exercícios

Considerando que os estudantes, até este momento, tiveram contato com o conteúdo de forma teórica e prática, com introdução a uma análise quantitativa, chega o momento da aplicação deste conhecimento à resolução de situações problema envolvendo cálculos. Uma lista contendo 11 exercícios (Apêndice C) foi distribuída individualmente para que pudessem resolvê-la em casa e entregá-la no dia da realização da avaliação escrita. Um exercício específico desta lista foi resolvido pelo professor em sala. O exercício trata da transformação de energia potencial gravitacional em energia cinética, com o cálculo da velocidade de um skatista ao chegar à parte mais baixa de uma rampa sem atrito.

Esta é uma das aulas mais tradicionais deste trabalho, por tratar-se de uma situação muito comum no ensino de Física. Normalmente, após a explanação do conteúdo, o professor resolve exemplos no quadro e passa exercícios para que o estudante “treine” o que aprendeu. Do ponto de vista da aprendizagem não há nada de errado em treinar e repetir algo recentemente estudado, visto que nosso cérebro precisa dessa repetição para que ocorra a memorização. A diferença é que agora os estudantes estão mais familiarizados com o objeto de estudo, portanto,

espera-se que compreendam com mais facilidade o que estão calculando.

3.6 Etapa 6– Prova escrita

Conforme apresentado no cronograma, neste dia os estudantes receberam uma avaliação escrita para realização em sala de aula contendo problemas envolvendo energia mecânica. O modelo desta avaliação pode ser encontrado no Apêndice I deste trabalho. Nesta etapa da avaliação, as questões estão mais voltadas à realização de cálculos. A atividade foi realizada individualmente e sem consulta a nenhum tipo de material. À prova foi anexada a resolução da lista de exercícios entregue na aula anterior.

A avaliação escrita individual e sem consulta tem o objetivo de apresentar ao professor o resultado parcial da aprendizagem dos estudantes. Ela será considerada no processo de avaliação e uma nota deverá ser atribuída ao estudante, a qual irá compor a fórmula da nota final, conforme apresentado no cronograma. Considerando que cada indivíduo possui tempos diferentes de aprendizagem e distintas maneiras de expressão, esta não poderá ser a única maneira de avaliá-lo, conforme será justificado no item que trata sobre avaliação.

3.7 Etapa 7– Organização dos seminários

O cronograma apresentado na primeira etapa desta sequência permitiu que os estudantes tivessem ciência de que no decorrer de todo o processo os mesmos deveriam organizar-se em equipes, com quatro integrantes, para preparação de um material a ser apresentado para uma turma de 4º ano da Etapa de Ensino Séries Iniciais. Fica sob a responsabilidade do professor agendar previamente um local para as apresentações, bem como alinhar com o(a) professor(a) do 4º ano os preparativos para tal evento.

As apresentações aconteceram todas em uma mesma data e em horário regular das aulas, tendo como público um grupo de estudantes na faixa etária dos 9 anos de idade.

O tema principal dos seminários é: “Energia e suas diversas formas”. Os estudantes que prepararam os seminários puderam optar entre diversas formas de interação com as crianças: utilização de slides, teatro, música, vídeo, palestra, jogos, entre outros, e contaram com um tempo de 20 minutos para cada equipe.

Nessa etapa foi lançado o desafio de que as apresentações deveriam entreter as crianças, fazendo com que as mesmas ficassem atentas e interessadas pelo assunto, ao mesmo tempo em que aprendessem o conteúdo. A linguagem deverá ser acessível e de fácil compreensão, onde as equipes têm liberdade para serem criativas.

Nesta aula, coletaram-se os nomes dos integrantes de cada equipe e ouviu-se de cada uma delas um resumo do que iriam apresentar, aproveitando o momento para fazer comentários, críticas e sugestões. Os critérios de avaliação das apresentações foram lembrados aos estudantes: domínio do conteúdo de Física, utilização do tempo, transposição didática, recursos e linguagem.

A apresentação dos seminários foi avaliada individualmente, acarretando em mais uma nota que foi atribuída a cada estudante, compondo a fórmula da nota final do projeto. É importante deixar os estudantes cientes deste panorama.

Dois aspectos merecem destaque nesta forma de avaliação. O primeiro deles é o fato de os estudantes precisarem preparar a apresentação, organizando seu conhecimento de maneira a permitir que outra pessoa também o absorva. Ou seja, explicar algo a alguém exige que o indivíduo sinta-se motivado a aprimorar seu conhecimento sobre o objeto a ser explicado. E além de aprimorar esse conhecimento, torna-se necessário que ele transforme-o em algo acessível, de fácil compreensão, pois

seu público é formado por crianças. O segundo aspecto permite pensar que o conhecimento científico pode ser estimulado em crianças ainda nas séries iniciais, motivando-os a interessarem-se pela ciência, seguindo o exemplo de seus colegas mais velhos (o que pode ser mais atraente, visto que o mais comum é conhecer a ciência através de seu(sua) professor(a)), enriquecendo seu vocabulário e transformando o senso comum. Segundo Carlos Schroeder:

(...) a Física ainda está longe das salas de aula das quatro primeiras séries. Um dos motivos mais facilmente identificáveis dessa ausência é a pouca intimidade dos professores dessas séries com a física, mesmo ela que possua um grande valor em potencial como instrumento para desenvolver as habilidades necessárias para tornar as crianças capazes de aprender-a-aprender. (Schroeder, 2007, p. 94)

3.8 Etapa 8– Apresentação dos seminários

Para a organização do dia das apresentações, é importante que o professor tenha previamente agendado um espaço que acolha o equivalente a duas turmas (a turma que apresentará e a turma que irá assistir). Algumas escolas possuem auditório, outras possuem um pátio, uma sala de aula maior, etc. Os estudantes deverão solicitar na aula anterior (Etapa 7) quais materiais precisam que sejam providenciados: projetor multimídia, microfone, notebook, caixa de som, entre outros. A direção da escola deverá ser consultada com muita antecedência, pois o horário de aulas do professor deverá ser reajustado, visto que suas demais turmas não poderão ficar sem assistência. Uma sugestão seria convidá-las a assistir às apresentações, caso seja possível.

Após organizar o ambiente, cabe ao professor receber as crianças, apresentar seus alunos que protagonizarão os próximos momentos, e dar abertura às apresentações, munido de uma ficha contendo a ordem das equipes e o nome dos integrantes, a fim de fazer as observações necessárias para avaliá-los individualmente.

3.9 Considerações sobre o método de avaliação

Os estudantes foram avaliados no decorrer da aplicação de toda a sequência didática. As quatro primeiras etapas (texto, desenhos animados, roteiro da pista de skate e lista de exercícios) contaram como nota de participação. Ou seja, cada tarefa cumprida soma 2,5 pontos, totalizando 10 pontos para o estudante que participar de todas as atividades (modelo de avaliação participativa). A avaliação escrita resultará em uma segunda nota de 0 a 10 (modelo de avaliação escrita). A apresentação do seminário constitui a terceira nota de 0 a 10 (modelo de avaliação expositiva). A média final da sequência didática é a média aritmética destas três notas.

Após a análise do resultado da avaliação coube ao professor, em conformidade com a legislação vigente, a aplicação de uma recuperação de estudos paralela. Para a aplicação teste desta sequência didática, foi necessária a recuperação da nota da avaliação escrita, visto que os resultados foram significativamente negativos (notas baixas). O modelo da avaliação escrita encontra-se no Apêndice E deste trabalho. A mesma foi realizada após uma aula de revisão feita na aula seguinte aos seminários.

4 Resultados e discussão

4.1 Aplicação da sequência didática e discussão detalhada de cada etapa

O texto abaixo relata os principais aspectos da aplicação da sequência didática em aulas de Física, ministradas para uma turma de 1º ano do Ensino Médio da escola Carlos Techentin, Blumenau, Santa Catarina. A turma possui 39 estudantes, que estudam no período matutino. Logo após o relato de cada etapa, encontra-se a discussão relacionada aos resultados obtidos em cada momento.

4.1.1 Primeira etapa: Atividade 1 – Sondagem das concepções alternativas e explicação do cronograma de trabalho

- Relato:

Para a construção da sequência didática, a coleta das concepções alternativas ocorreu três meses antes do início da aplicação da mesma. A explicação do cronograma de trabalho foi realizada na turma 101 (nesta escola, a designação dos nomes das turmas acontecem com essa nomenclatura: 1 referente à série e 01 referente à numeração da turma).

Todos compreenderam a explanação, comprometeram-se a participar de forma efetiva e demonstraram ansiedade para o início dos trabalhos. A preocupação com a Atividade 7 do cronograma (seminário final) foi unânime. Mas quando lhes foi apresentado quem seria o público alvo (crianças de 9 anos), a aceitação se deu de forma automática por quase todos os estudantes. Demonstraram inclusive interesse em disputar entre as equipes quais seriam as primeiras a apresentar, pois ficaram apreensivos diante do desafio de atrair a atenção dos menores por tanto tempo. Surgiram ideias como teatro, vídeo, experimentos, entre outros. Porém, lhes foi solicitado que mantivessem a calma e deixassem para tomar esta decisão em outro momento e apenas quando soubessem do que se tratava o tema que seria trabalhado. Comprometeram-se a participar, contribuir e realizar os

trabalhos com muita responsabilidade. Não houve reclamação quanto aos critérios e método de avaliação.

• Discussão:

Conforme citado anteriormente, as concepções alternativas foram classificadas de acordo com uma categorização sugerida pelo artigo intitulado “O conceito de energia: os livros didáticos e as concepções alternativas”, escrito por Vinícius Jacques e José de Pinho Alves Filho (2008).

Na tabela 3, é apresentada a legenda de cada categoria e o número de respostas associadas a cada uma delas.

Categoria	Descrição da categoria	Número de respostas associadas
ANTROPOCÊNTRICA (ANT)	A energia aparece associada a coisas vivas, principalmente ao ser humano ou os objetos são vistos como se possuíssem atributos humanos. A energia também é pensada como necessária para a manutenção da vida.	7
ARMAZENADA (ARM)	A energia é armazenada ou está contida em certos objetos. Os corpos possuem energia.	6
CAUSAL (CAU)	A energia é necessária para realizar “alguma coisa”, como provocar mudanças, transformações e/ou alterações nos corpos ou sistemas.	7
ATIVIDADE (ATI)	Energia associada a movimento, onde havendo movimento há energia. Somente os corpos que se movimentam têm energia associada a eles.	5
FLUIDO (FLU)	A energia pode se deslocar, fluir, ser transferida de um corpo/sistema para outro.	1
PRODUTO (PRO)	A energia é um produto de um estado ou sistema. A energia é gerada, produzida a partir de alguma interação.	1
FUNCIONAL (FUN)	A energia é vista como um combustível ou	3

	está associada a aplicações tecnológicas que visam proporcionar conforto ao homem.	
TRANSFORMAÇÃO (TRA)	A energia se transforma de uma forma a outra.	1
CONSERVAÇÃO (CON)	Há “algo” por trás das transformações que ao se transformar se conserva. A energia se transforma de uma forma a outra, mas se conserva nas totalizações das diferentes formas.	0
DEGRADAÇÃO (DEG)	A energia se degrada, porque o calor, uma de suas formas, é menos elástica ou reversível do que outras formas.	0
FORÇA (FOR)	A energia é sempre vinculada a força e movimento.	10
NÃO SE APLICA (NSA)	Nenhuma das categorias anteriores.	0

Tabela 3 – Descrição das categorias de classificações de respostas e quantidades de vezes que a categoria foi relacionada

Nesse trabalho, as concepções dos estudantes foram classificadas utilizando o mesmo conjunto de categorias, acrescentando apenas um item, FOR, para as respostas que associaram energia a força e movimento. A Tabela 4, a seguir, traz os resultados da coleta realizada (as frases foram escritas exatamente como foram coletadas) bem como as respectivas classificações.

Nº	Frase	Classificação
1	Energia é tudo o que tem eletricidade, uma força inesgotável, onde transmite luz.	FUN, FOR
2	Energia é o que dá vida aos eletrodomésticos.	ANT, ARM, CAU, FUN

3	É uma força elétrica em que os seres humanos não vivem.	ANT, ARM, FOR
4	É aquilo que me incentiva a praticar esportes.	ANT, ARM, CAU
5	Uma força.	FOR
6	É luz. São cargas elétricas, força elétrica.	FOR
7	Energia é luz, tudo o que brilha. É aquilo que faz tudo se mover, funcionar. É força de vontade, nada funciona sem energia. Energia é tudo.	ARM, ATI, ANT
8	Energia é quando um objeto ou corpo tem a força para fornecer luz.	ARM, CAU
9	Movimentação entre corpos.	CAU, ATI
10	É a força que dá carga elétrica aos átomos e estão em todo tipo de materiais. Mas existem outros tipos, como energia espiritual.	FOR, ANT
11	É as moléculas em movimento, agitando assim o corpo, ou seja, tem vários tipos de energia, sendo elétrica ou energia de um corpo.	ARM, CAU, ATI
12	É aquilo que vem da luz ou de qualquer corpo em movimento.	ATI
13	Pode existir de vários tipos como: energia elétrica, mecânica, cinética... Então, visto isso, energia é uma força, independente para o que seja utilizada.	TRA, FOR
14	É uma força maior, sendo ela boa ou ruim, podendo assim, influenciar meus sentimentos, pensamentos e estado de espírito. Tudo é movido a energia e o Universo está repleto dela.	FOR, ANT
15	É conforme a movimentação dos elétrons. Quanto mais rápido, maior a força elétrica. Energia é a luz elétrica e a solar também.	FOR

16	Energia é uma força elétrica que conduz a luz, o abastecimento de baterias, etc.	FUN
17	Depende do sentido: pode ser uma energia criada por objetos, pode ser a energia do corpo de alguém. É algo variável, mas todos temos energia, mesmo que seja mínima. Cada célula necessita de energia para funcionar corretamente.	ANT, CAU, PRO
18	Troca de temperatura entre corpos.	CAU, FLU
19	É uma força de velocidade.	ATI, FOR
20	Pode ser uma força, uma luz, um calor, ou seja, energia ser de várias coisas de modo diferente.	FOR

Tabela 4 – Classificações das respostas dos alunos sobre a pergunta: O que é energia?

É possível observar, a partir da tabela 4, o quanto o conceito de energia está fortemente ligado à força (10 respostas relacionadas). Percebe-se também que, apesar de não haver uma categoria relacionada à luz, 10 repostas fizeram referência à mesma. Talvez estas afirmações derivem do convívio cotidiano com expressões do senso comum, tais como, “A força caiu” ou “Acabou a luz”, quando referem-se ao fornecimento de energia elétrica em suas residências. Segundo Jacques e Filho,

“...a própria evolução histórica deste conceito atesta a complexidade dos caminhos que acabaram por conduzir à sua formulação final. Outro ponto importante salientado é a popularização do termo energia – denominação que não é de uso exclusivo da comunidade científica e tem sua utilização atrelada muitas

vezes a interpretações distantes do conceito que tem no meio científico. Esta utilização indiscriminada do termo energia influencia nos esquemas conceituais que os alunos formam. Fato que deve ser, imprescindivelmente, considerado nas aulas de Ciências. (Jacques e Filho, 2008)

Pode-se ressaltar também o número expressivo de respostas associadas à “energia viva”, do corpo humano ou de objetos vivos (7 respostas relacionadas), o que caracteriza uma visão de que a energia pode ser armazenada no corpo humano e é necessária para a realização de tarefas ou saúde do corpo.

Apenas uma resposta associou a energia como “algo” ou “estado” que se transforma e nenhuma resposta a caracterizou como uma grandeza que se conserva, o que demonstra a importância do tema Energiaser trabalhado a partir de seu princípio de conservação. Ainda segundo Jacques e Filho, em sua análise neste mesmo artigo sobre os livros didáticos,

“Os livros didáticos, mesmo devendo favorecer a construção das noções de transformação, conservação e degradação da energia, características fundamentais para a compreensão científica deste conceito, utilizam um discurso predominantemente substancialista. Discurso este que tende a reforçar as principais ideias que os alunos já possuem e os distanciam ainda mais da interpretação científica vigente. Por ser um recurso muito utilizado em sala de aula, os livros desempenham uma grande

influência na compreensão de conceitos, mas podem, como no livro investigado, reforçar as concepções alternativas dos estudantes.” (Jacques e Filho, 2008)

No que tange a apresentação do cronograma de trabalho, nota-se, expressivamente, o quão confortável torna-se para o estudante confrontar-se com a possibilidade da previsão dos acontecimentos. Isso lhe dá a oportunidade de organizar-se dentro de sua própria rotina, além de permitir que o mesmo se sinta inserido na proposta de trabalho, fazendo apontamentos e questionamentos quanto à metodologia de ensino e ao processo avaliativo.

4.1.2 Segunda etapa: Atividade 2 – Leitura do texto e ilustrações das diferentes formas de energia

- **Relato:**

Como os estudantes já estavam avisados sobre como seria a atividade deste dia e que já seriam avaliados neste momento, ao chegar a sala todos já tomaram seus lugares de forma individual e aguardaram o recebimento de um texto impresso adaptado de Richard Feynmann. Foram avisados de que teriam 10 minutos para a leitura, mas a mesma acabou se estendendo por mais três minutos, pois alguns estudantes não conseguiram finalizar a leitura no tempo previamente determinado. Ao término da leitura, o autor do texto original foi apresentado de forma rápida. Alguns estudantes relataram ter achado o texto difícil de ser compreendido em sua totalidade, mas que a linguagem era acessível.

Para abrir a discussão, lhes foi apresentada a seguinte pergunta: “O que mais lhe chamou atenção no texto?”. Prontamente, uma menina apenas levantou a mão e disse: “A quantidade de bloquinhos é sempre a mesma”. A seguir, foi perguntado para o grupo quem também havia

percebido a mesma coisa e 30 estudantes (de um total de 32) levantaram a mão. A constatação de que a maioria pensou de forma parecida satisfaz a expectativa em torno dessa resposta. .

A próxima pergunta foi: “Com o que vocês poderiam comparar a quantidade de bloquinhos no contexto do texto?” Surgiram expressões apreensivas e um silêncio momentâneo. Foi-lhes avisado que poderiam pensar o quanto quisessem e se a resposta estivesse errada não teria problema algum, o objetivo saber o que eles pensavam. Timidamente outra menina levantou a mão e disse: “Energia”. Foi perguntado ao grupo se concordaram e a maioria disse que não. Apenas 7 estudantes achavam que a quantidade de bloquinhos poderia ser comparada com a quantidade de energia. Quando foi solicitado que eles explicassem porque achavam que seria energia, não conseguiram explicar. Um menino disse que o texto sugere que seja energia, mas não deixa claro. Estavam já se convencendo de que estavam errados, quando foi esclarecido que o objetivo era justamente este: que eles pensassem em energia como uma quantidade que se conserva e, por mais que possa ser “perdida” ou “recebida”, sua quantidade total continuaria a mesma. Surgiu então uma discussão sobre a energia dos alimentos que eles consomem para poder movimentar-se, o que os levou a pensar em energia como “algo” que se transforma, mas que, apesar de muitas vezes não ser possível vê-la se transformando, sabe-se que “foi” para algum lugar, sendo responsável por algum acontecimento.

Em seguida, a imagem das classificações das Formas de Energias foi apresentada, através da sua projeção no quadro com um projetor multimídia. Cada uma delas foi explicada, enfatizando-se a necessidade de classificá-las, deixando claro que na imagem estavam apenas algumas das possíveis manifestações de energia, uma vez que elas são inúmeras. Ao falar de cada exemplo que estava exposto na imagem, os estudantes foram

fazendo relações de transformação de energia e percebendo que a mesma manifestação de energia estava contida em mais de uma classificação, dependendo do seu processo de “mudança”.

Para concluir, foi informado que o tema principal de estudo será a energia mecânica e suas subdivisões (cinética e potencial), deixando claro que a energia potencial elástica seria abordada de forma superficial neste primeiro momento. A aula foi finalizada agradecendo a participação de todos, que foi unânime, e elogiando-os por suas conclusões e por suas colocações, avaliando-as como pertinentes e necessárias para o bom andamento da aula.

- Discussão:

Um apontamento interessante é que os estudantes realmente estavam todos organizados na sala de aula quando o sinal para o início da aula de Física soou. Foi perceptível o impacto que a aula anterior (apresentação do cronograma de trabalho e previsão do que aconteceria na aula correspondente a atividade 2) causou. Isso fazia parte do pacto que selado quando lhes foram solicitadas a colaboração e participação intensa nos trabalhos que estavam por vir. Porém, apesar do silêncio que reinou durante o momento de leitura, foi perceptível o desconforto por parte dos estudantes quando lhes foi solicitado que apresentassem suas opiniões acerca do texto.

Foi necessário avisar-lhes que as respostas incorretas não iriam interferir na avaliação da aula e que apenas seria avaliada a sua participação de uma forma geral. Este desconforto pode ter partido da pouca familiaridade que as aulas de Física têm com o exercício da leitura e da discussão. Tradicionalmente, tais aulas seguem um modelo expositivo sucedido por exercícios de resolução de problemas. Nesse contexto, seria possível até entrar em uma discussão acerca da dificuldade de interpretação de textos que, possivelmente, contribuiu para que alguns estudantes não se sentissem aptos a manifestar-

se. Porém, este seria um longo debate que exigiria esforços que, apesar de importantes, estenderia demais o texto e afastar-se-ia da alçada desta dissertação.

A utilização da imagem apresentada para a explicação das diversas manifestações das “formas” de energia marcou um momento importante da aula: os alunos aparentaram sentirem-se mais confortáveis para citar exemplos do seu cotidiano para exemplificar os tópicos citados. A explanação sobre energia cinética e potencial aconteceu de forma fluida e natural. Aparentemente o objetivo de apresentar a energia como uma grandeza conservável foi atingido, pois, ao término da explicação, os estudantes demonstraram qualitativamente (através de comentários e expressões) que haviam compreendido.

4.1.3 Terceira etapa - Atividade 3 – Desenhos animados

- **Relato:**

Antes de iniciar a atividade, os estudantes foram convidados a relembrar as formas de energia trabalhadas no último encontro. Foi-lhes solicitado que citassem tudo o que lembrassem, e as palavras foram anotadas no quadro. Lembraram-se de: solar, elétrica, química, mecânica, térmica, eólica, nuclear. Quando terminaram, foi explicado novamente que a energia mecânica seria o principal objeto de trabalho nos próximos encontros e que a mesma poderia ser dividida em cinética e potencial. Esta última, por sua vez, podendo ser subdividida em gravitacional e elástica.

Em seguida, as orientações sobre a atividade do dia foram repassadas: eles assistiriam a um vídeo de 3 min contendo seis trechos de desenhos animados diversos. Em cada trecho, os estudantes deveriam elencar as manifestações de energias apresentadas nas cenas, bem como suas possíveis transformações. Foi solicitado que detalhassem tais transformações em uma folha de papel e entregassem ao término da atividade, ressaltando que sua maior preocupação deveria ser em obter o maior número

de informações possível, sem preocupar-se com a nota final. O vídeo seria exibido duas vezes e, ao término da exibição, eles teriam mais cinco minutos para organizar suas anotações.

Ao iniciar a passagem do primeiro trecho, os alunos começaram a ficar apreensivos e com medo de não conseguir concluir a tarefa, sendo necessário acalmá-los e pedindo novamente que anotassem tudo o que achassem importante. O vídeo foi repetido seguido de uma solicitação de silêncio, pois eles haviam começado a perguntar com estavam suas repostas. As folhas foram recolhidas e, por solicitação exaustiva deles, as cenas foram lembradas e as possibilidades de respostas elencadas, já que havia muito ansiedade para saber se tinham respondido corretamente ou não. A aula encerrou-se neste instante com a interrupção da conversa, mas todos os estudantes motivaram-se a participar da atividade.

- Discussão:

Os estudantes lembraram-se de muitos tópicos da aula anterior, o que pode ser considerado positivo, pois a evocação das memórias aconteceu de forma natural. Esta aula aparentou um maior grau de descontração, pois os estudantes depararam-se com cenas de desenho animado, o que talvez tenha lhes instigado a pensar de forma mais lúdica. O fato de não terem sido avaliados individualmente na aula anterior também pode ter causado uma sensação de conforto, o que possibilitou sentirem-se mais livres para manifestar suas opiniões.

Quanto às suas respostas, destaca-se, apesar de terem sido orientados a descrever o processo de “transformação” de energia (por exemplo: energia potencial elástica em energia cinética), muitos estudantes apenas detectaram uma forma de energia (por exemplo: energia elástica) e não o processo de transformação em si. Para fins de apresentações de resultados, tais respostas foram consideradas parcialmente corretas, entretanto, vale ressaltar que a atividade não foi avaliada sob o aspecto

“certo e errado”, mas sim “atividade realizada”. A Tabela 5 a seguir traz os resultados:

Cena	Respostas		
	Corretas	Incorretas	Parcialmente corretas
1	9	7	15
2	4	6	21
3	2	10	19
4	5	6	20
5	3	10	18
6	0	24	7
Total	31 respostas		

Tabela 5 – Respostas das cenas de desenho animado

A cena 1 traz a imagem de um carro sendo rebocado até o posto de gasolina para receber combustível. Nessa situação os estudantes poderiam associar a energia química sendo convertida em cinética, porém, a maioria (15 estudantes) citaram apenas a energia química do combustível ou a energia cinética do movimento. Outros 7 estudantes associaram a outras formas, tais como nuclear (pode ser considerada a hipótese de o posto de gasolina ser visto como um lugar associado a explosão) e solar (devido ao dia estar ensolarado).

A cena 2 apresenta imagens de diferentes cômodos da casa da Peppa Pig e a utilização de eletrodomésticos (televisão, computador, aspirador de pó, etc.), quando, de repente, o abastecimento é interrompido. Somente 4 alunos pensaram na conversão de energia elétrica em luminosa ou sonora. Mas a maioria, 21, citou a manifestação da energia elétrica.

Na cena 3 Zeca urubu dispara um estilingue contra seu próprio rosto. A maioria dos estudantes lembrou-se da expressão “energia potencial elástica” (20), mas apenas 2 ressaltaram sua transformação em energia cinética.

A cena 4, que trata do personagem Popeye consumindo espinafre para salvar sua amada, evocou a energia química nas respostas dos estudantes, e alguns deles completaram dizendo que a energia seria necessária para ter “força”, mas apenas 5 associaram ao movimento (energia cinética).

Na cena 5 o Coiote é lançado devido à ação de uma mola gigante. Novamente a energia potencial elástica foi ressaltada por grande parte dos estudantes (18), mas apenas 3 identificaram a energia cinética.

A cena 6 foi a que mais chamou a atenção por seus resultados, nela um personagem navegando dentro de um barril se depara com um precipício, caindo a seguir vertiginosamente. Nenhum estudante mencionou a associação entre energia potencial e energia cinética. Apenas dois destacaram a “força gravitacional” e 15 deles relacionaram energia solar. O termo hidrelétrica foi apresentado em 6 respostas e o termo eólica em 10 respostas. 7 respostas foram consideradas parcialmente corretas por apresentar energia mecânica e potencial gravitacional.

Numa avaliação das respostas referentes a cada cena, foi possível observar uma gama de possibilidades de respostas corretas, fato que ilustra uma possível distração dos estudantes por alguns aspectos que não foram considerados relevantes do ponto de vista do professor, como a presença de dias ensolarados, relacionados à energia solar, ou a atribuição do movimento e energia cinética às correntes de vento, por exemplo. Além disso, as respostas podem ter sido desviadas devido ao fato de não estarem bem delineadas os limites do sistema em questão, ou seja, poderia ter sido mais bem especificado quais eram os aspectos das cenas que deveriam ser colocados como foco da observação. Porém, essas questões poderão ser corrigidas com a escolha de cenas mais específicas ou uma melhor orientação quanto àquilo que deverá ser avaliado em cada cena.

De maneira geral, a atividade foi proveitosa para o exercício do pensamento crítico e evocação de memória. Os estudantes foram colocados como avaliadores de seus próprios conceitos, o que pode ser ressaltado como um aspecto positivo, visto que ao término da atividade desafiaram-se ansiosamente a saber se suas respostas estavam corretas.

4.1.4 Quarta etapa - Atividade 4 – Roteiro pista de skate

- **Relato:**

A instituição de ensino onde este projeto foi aplicado não possui em sua estrutura uma sala informatizada. Portanto, para contornar este problema, os alunos foram orientados a trazerem seus celulares, tablets e computadores (com autorização da direção da escola). Mediante este infortúnio, foram necessários 15 minutos a mais de aula para resolver a questão de conexão com a internet. Felizmente, a atividade do roteiro pôde ser concluída dentro do tempo pré-determinado de 45 minutos.

Após conectar a internet em todos os dispositivos, os estudantes dividiram-se em equipes com três integrantes e aguardaram as instruções. Um roteiro foi entregue para cada equipe (Apêndice B). Além disso, foi dada a orientação que seguissem os procedimentos do roteiro a risca, solicitando ajuda somente quando realmente necessário, pois o objetivo era fazer com que trabalhassem de forma espontânea e autônoma. Poucas equipes tiveram dificuldades com o manuseio do aplicativo. As maiores dúvidas surgiram no momento do preenchimento da tabela com os valores das energias.

Como não seria possível auxiliar as equipes individualmente, foi enfatizada a importância da leitura cuidadosa da seção de Análise Física. Ainda assim, apenas duas equipes conseguiram preencher o roteiro por completo, as demais desistiram nas duas últimas colunas da Tabela 1 – Parte 2 do roteiro. Importante ressaltar que o

motivo da desistência não foi a falta de tempo.

• Discussão:

Numa avaliação crítica a respeito da atividade 4, os problemas com o acesso à tecnologia representaram um fator preponderante que quase impossibilitou a execução da atividade. Lamentavelmente, muitas escolas públicas estão vivendo um momento de abandono de suas salas informatizadas (quando elas existem, o que não é o caso da escola onde este produto didático foi testado), visto que, por determinação do governo estadual de Santa Catarina, a função que ocupa o profissional responsável pela manutenção dessas salas e apoio às aulas deixou de existir, conforme pode ser verificado em uma notícia no Diário Catarinense, em agosto de 2016 (DC, 2016). Ainda assim, os estudantes cumpriram com o acordo de trazerem seus próprios aparelhos, de modo que a atividade pode ser realizada de forma integral.

A habilidade com que a maior parte dos alunos manuseou o simulador foi facilmente detectada. Poucos alunos precisaram de ajuda para acessá-lo e, quando, solicitaram, foram atendidos. As informações para a execução da atividade estavam no roteiro, porém, devido ao fato do texto ser um tanto extenso e detalhado, houve de forma geral uma apreensão com a possível falta de tempo para a realização e conclusão da tarefa, o que culminou numa leitura superficial e, conseqüentemente, muitas dúvidas quanto à proposta do trabalho. Ao término da atividade, 14 roteiros foram entregues. A Tabela 6 a seguir traz os resultados das atividades 4 e 6 do roteiro:

Atividade 4	Percentual de acertos (%)	Atividade 6	Percentual de acertos (%)
a) O gráfico de barras apresenta mudanças.	78,5	a) Descreva o movimento de acordo com suas observações. O que	85,7

Descreva essas mudanças, analisando os três tipos de energias e a energia total.		mudou em relação à atividade realizada no item 4 do roteiro?	
b) O que você acha que faz com que a energia cinética aumente?	78,5	b) O gráfico de barras apresenta mudanças. Descreva essas mudanças, analisando os três tipos de energias e a energia total.	57,1
c) O que você acha que faz com que a energia potencial aumente?	78,5	c) Por que o skatista não consegue mais atingir a altura de onde ele foi lançado?	71,4
d) Por que a energia térmica não se altera?	7,1		
e) Que alturas o skatista atinge em ambos os lados da pista (direito e esquerdo). Explique o porquê da sua resposta.	50,0		

Tabela 6 – Resultados das respostas dos estudantes com relação às questões 4 e 6 do roteiro da pista de skate – 14 roteiros foram analisados

A partir desses resultados é possível analisar qualitativamente a apropriação dos conceitos por parte dos

estudantes. Observa-se um resultado bastante positivo, visto que apenas três dos itens avaliados ficaram abaixo de 70%, sendo todos eles relacionados à energia térmica. Nesse contexto, observa-se que, em termos fenomenológicos, a variação da energia, alternando-se em cinética e potencial gravitacional foi facilmente compreendida. A dificuldade surge quando se faz necessária uma compreensão mais profunda da ação do atrito no movimento do skatista, e conseqüente dissipação de energia. Em duas das respostas encontradas, houve tentativas de atribuir a energia térmica ao “cansaço” do skatista, o que remete a concepções prévias de que o movimento sempre está associado ao esforço físico, ou ainda, a algo interno ao skatista.

Na Tabela 7, encontram-se os resultados da parte 2 do roteiro, onde os estudantes precisaram calcular valores para as energias, considerando valores fixos para a massa do skatista e a aceleração da gravidade.

	Percentuais de acerto (%)				
Altura	Energia potencial antes da descida (J)	Energia potencial na parte mais baixa da trajetória (J)	Energia cinética antes da descida (J)	Energia cinética na parte mais baixa da trajetória (J)	Velocidade do skatista na parte mais baixa da trajetória (m/s)
2m	64,3	64,3	57,1	50,0	42,8
4m	71,4	64,3	57,1	50,0	28,6
6m	71,4	64,3	57,1	50,0	35,7

Tabela 7 – Resultados das respostas dos estudantes com relação à parte 2 do roteiro – 14 roteiros foram analisados

Os resultados apresentados na Tabela 7 mostram-se

abaixo do esperado, retratando a dificuldade que os alunos apresentam quando precisam manipular equações matemáticas mais elaboradas ou com operações matemáticas mais complexas. Apenas seis equipes apresentaram pelo menos um resultado correto para o valor da velocidade. Nesse caso, houve uma evidente dificuldade para o cálculo do valor da velocidade, já que para a sua obtenção se fazia necessária a utilização do princípio de conservação de energia, além de uma operação envolvendo a raiz quadrada.

4.1.5 Quinta etapa - Atividade 5 – Resolução de exercícios

- Relato:

No início da aula, uma lista com 11 exercícios foi entregue para todos os estudantes individualmente. Eles foram orientados a entregar a lista preenchida com as resoluções no dia da avaliação escrita, que aconteceria na próxima aula.

A aula expositiva foi iniciada com uma explicação sobre energia mecânica e suas manifestações em Energia Cinética e Energia Potencial (gravitacional e elástica). Como estes conceitos já haviam sido abordados na aula da atividade 2, onde foi utilizada uma imagem para apresentar as diferentes formas de energia, e os estudantes já haviam se deparado com essas manifestações de energia durante a execução do roteiro da pista de skate, a explicação ficou mais fácil de ser feita e compreendida.

Com a utilização do quadro, as equações relacionadas a energia cinética e energia potencial gravitacional foram apresentadas, enfatizando a relação da energia cinética com o movimento e velocidade e energia potencial gravitacional, relacionada com altura do corpo em relação a um referencial.

Até este momento da aula, os estudantes mostraram-se confortáveis em responder que estavam compreendendo

a explanação. Sendo assim, foram convidados a participar da resolução da questão 7 da lista de exercícios, que tratava de calcular a velocidade na parte mais baixa de uma pista de skate de um skatista que descia uma rampa. O exercício foi resolvido e os estudantes identificaram que esta havia sido uma etapa do roteiro em que houve a maior dificuldade de resolução.

A inserção de números e raciocínio matemático em problemas de Física mais uma vez mostra-se um grande desafio para os estudantes em geral. Porém, após a explicação, houve relatos que a conservação da quantidade de energia inicial foi mais fácil de compreender, seguido de comentários de que se essa situação envolvesse o atrito, uma parte daquela quantidade inicial de energia se transformaria em energia térmica devido ao atrito (o roteiro da pista de skate dava a opção de colocar atrito ou não). Foi explicado inclusive que o “barulho” devido ao atrito também poderia ser uma forma de dissipação da energia, visto que era possível ouvir o som (energia sonora).

Ao final da aula, os estudantes foram lembrados de que deveriam trazer para a próxima aula a lista de exercícios resolvida. Além disso, foi explicado que a avaliação escrita dependia de seus conhecimentos individuais, de forma que se copiassem as resoluções dos colegas, teriam dificuldades em realizá-la. Também foi sugerido que já organizassem as ideias que haviam surgido para seus futuros seminários.

- Discussão:

Na aula anterior os estudantes foram desafiados a buscar a resolução dos exercícios sozinhos, sendo a atividade 5 o primeiro momento onde foram realizados cálculos matemáticos em conjunto com o professor. A escolha do problema foi realizada de forma estratégica, com a seleção de uma situação muito parecida com aquela que os estudantes tiveram que resolver anteriormente no roteiro da pista de skate. o que fez com que eles se

sentissem familiarizados e participassem ativamente da resolução.

Esta aula marcou o final de uma etapa importante, pois, até aqui, foram trabalhados tanto de forma qualitativa quanto quantitativa o conceito de conservação de energia, além de algumas manifestações cotidianas de energia. Portanto, considera-se que as etapas iniciais tem o intuito de fornecer aos estudantes uma bagagem bastante ampla de conteúdos que lhes preparará para as avaliações individuais das próximas aulas. Até o momento, as avaliações ocorreram somente em conjunto e de forma qualitativa.

4.1.6 Sexta etapa - Atividade 6 - Avaliação Parte 2 – Prova escrita

- **Relato:**

Neste dia, os estudantes receberam uma prova escrita composta de 4 questões com problemas envolvendo a conservação de energia mecânica. A prova teve duração de 45 minutos. Todos os estudantes a concluíram a tempo.

- **Discussão:**

Na Tabela 8 é possível observar os resultados da avaliação de um ponto de vista quantitativo.

Total de participantes:	34 alunos
Notas abaixo de 5,0:	31 alunos
Notas entre 5,0 e 7,0:	1 aluno
Notas acima de 7,0:	2 alunos
Média das notas	1,44

Tabela 8 – Resultados da avaliação escrita

Os resultados da prova escrita foram muito abaixo do esperado. A prova consistia em 4 questões que exigiam a apresentação de cálculos matemáticos e a interpretação dos fenômenos físicos envolvidos em cada situação

problema. Dentre as possíveis explicações para esse baixo rendimento, o domínio e a dificuldade das ferramentas matemáticas encontram-se em posição de destaque, assim como a insegurança e ansiedade associadas à realização de uma avaliação individual e sem consulta a nenhum tipo de material. A partir destes resultados, sugere-se que em uma nova aplicação deste produto didático, seja inserida paralelamente a realização da mesma a utilização da plataforma desenvolvida pela Khan Academy. Esta ferramenta oferece um monitoramento, por parte dos professores, das atividades realizadas pelos estudantes fora da sala de aula. A plataforma oferece acesso remoto a exercícios, vídeo-aulas, testes e diversas estratégias de ensino e acompanhamento para evolução de conteúdos matemáticos. Mais informações podem ser encontradas no link <https://pt.khanacademy.org/about>.

Um questionário, que será apresentado detalhadamente na seção 4.1.10, foi distribuído ao término da aplicação deste produto, mas é possível adiantar que alguns estudantes relataram sua negligência em relação aos estudos extraclasse que poderiam melhorar seu rendimento nesta avaliação. Os resultados apontaram para a necessidade de realização de uma prova de recuperação paralela, que foi agendada para ser realizada após o término da aplicação do produto.

4.1.7 Sétima etapa - Atividade 7 – Avaliação Parte 1 – Equipes de 4 estudantes

- **Relato:**

Esta aula foi reservada para que os estudantes fizessem um breve resumo de como seriam suas apresentações. As equipes foram convidadas a comparecer a mesa do professor e relatar o que estava sendo preparado ao longo dos últimos dias para que fosse apresentado aos estudantes do 4º ano do Ensino Fundamental. As equipes que já estavam preparando-se com bastante antecedência

mostraram-se mais seguras quanto aos seus objetivos. Alguns grupos ainda não sabiam o que apresentariam, trazendo argumentos que justificassem sua falta de planejamento, tais como: integrantes do grupo não fizeram sua parte, faltou criatividade para a elaboração, timidez ao apresentar-se em público, entre outros.

Apesar de alguns casos pontuais, em geral as ideias para as apresentações e estratégias de explanação do tema mostraram-se bastante promissoras e com uma ampla diversidade, desde teatro, paródia e jogos, até vídeos e exposição oral.

Nesse momento os preparativos já estavam concluídos, a professora da turma que assistiria as apresentações já havia organizado seus horários, o auditório da escola já estava reservado, o cronograma de apresentações já estava de posse dos alunos. Assim sendo, bastava esperar o grande dia em que os estudantes se tornariam protagonistas de seus próprios conhecimentos.

- Discussão:

O momento reservado para a atividade 7 mostrou-se importante, pois com ele foi possível identificar algumas pendências nas preparações dos seminários. Mesmo que os estudantes já estivessem trabalhando nisso desde o início da aplicação desta sequência didática, muitos ainda estavam indecisos sobre o que iriam apresentar. Duas equipes relataram que tiveram problemas entre os integrantes, declarando que não apresentariam. Alguns grupos reuniram-se em duplas e trios. Este formato de avaliação (seminário), apesar de ser muito interessante por seu caráter múltiplo em critérios de avaliação, acaba afastando alguns estudantes, seja por timidez ou dificuldades de falar em público. Durante o planejamento esperavam-se problemas de adesão, porém o formato foi mantido, pois a socialização dos conhecimentos foi considerada imprescindível sob dois aspectos: i) é de suma importância que os estudantes externalizem o que aprenderam, pois assim precisam buscar maior precisão

nos conceitos e conhecimentos adquiridos, de modo que possam fazer uma retórica mais linear e persuasiva do ponto de vista científico, além de corrigir possíveis lacunas conceituais que ficarão evidentes durante a elaboração da apresentação; ii) o público alvo (crianças do Ensino Fundamental) foi escolhido com o intuito de uma maior aproximação com o conhecimento científico, e consequentemente, um enriquecimento de seu vocabulário, buscando assim uma diminuição do efeito do conhecimento do “senso comum” a curto e médio prazo.

4.1.8 Oitava etapa - Atividade 8 – Apresentação do seminário

- **Relato:**

Assim que o sinal da primeira aula soou, estudantes do 1º ano do Ensino Médio e do 4º ano do Ensino Fundamental dirigiram-se ao auditório da escola. As crianças foram organizadas nas primeiras fileiras do ambiente e os adolescentes ficaram acomodados mais atrás. Após uma breve explicação do que aconteceria ali naquele auditório e de receber as orientações da professora de sala, a primeira equipe foi chamada para iniciar a sua apresentação. As crianças pareciam ansiosas para ver o que aqueles jovens fariam, já que, sempre que vinham ao auditório, normalmente assistiam a filmes ou assistiam apresentações de grupos externos de teatro, circo ou palestras. Desta vez, aqueles rostos familiares é que tinham algo para lhes mostrar.

Os jovens dispunham dos seguintes equipamentos para executar suas criações: Datashow para apresentações de slides, microfones, caixa de som e computador. Alguns estudantes estavam trajados com seus respectivos figurinos para fazer do momento o mais lúdico possível. Outras equipes trouxeram doces para presentear as crianças por meio de desafios. A expectativa era de que fosse uma manhã agradável, porém, havia o receio de que fosse

cansativa, já que seriam 3 h de evento e corria-se o risco de que a atenção e concentração não durassem muito tempo.

Abaixo, estão listados breves resumos que descrevem o teor de cada apresentação:

Apresentação 1: Duas estudantes iniciaram instigando as crianças a responderem de onde vem a energia elétrica. Em seguida, apresentaram um vídeo infantil explicativo sobre a geração de energia elétrica nas usinas hidrelétricas. O vídeo também mostrou um breve histórico sobre Benjamin Franklin e a evolução da distribuição da energia elétrica. Apresentaram através de slides situações do cotidiano que envolviam transformações de Energia. Elas cuidaram para que os exemplos citados nos slides fossem de brincadeiras ou momentos familiares às crianças (sorvete derretendo, televisão, vídeo game, celular, pula-pula, etc.). As crianças interagiram fazendo perguntas e relatando histórias que aconteceram em suas casas. Em seguida, uma bola foi apresentada e quatro crianças foram convidadas a irem à frente do grupo para brincarem de chutar a bola um para o outro. Ao término da atividade, as estudantes explicaram sobre a transformação da energia de seus corpos em energia de movimento, dando-lhe o nome de energia cinética.

Apresentação 2: Três estudantes fizeram uma breve explanação através de slides sobre as diferentes formas de energia, apresentando alguns exemplos, como energia térmica, elétrica, cinética, potencial gravitacional, solar, entre outras. Para concluir a apresentação, distribuíram para as crianças um papel onde elas deveriam relacionar cada tipo de energia com o resultado final de um equipamento eletrônico. Por exemplo: energia térmica – torradeira; energia luminosa – lâmpada. À medida que as crianças terminassem a atividade, recebiam de brinde um pirulito.

Apresentação 3: Um aluno e uma aluna apresentaram um teatro interpretando dois famosos

personagens: Chaves e Chiquinha. Vieram vestidos a caráter e a peça consistia em a Chiquinha explicar ao Chaves, com muita (muita) paciência sobre a importância da energia solar em nossas vidas e de que maneira essa energia pode ser transformada. O cenário contava com uma planta em um vaso, um sol desenhado e colado na parede, um sanduíche, um barril representado em uma mesa e a vila do Chaves projetada no quadro como fundo. A peça foi muito divertida e ressaltou a qualidade da interpretação dos estudantes. As crianças receberam chocolate ao término da apresentação.

Apresentação 4: Duas estudantes iniciaram a apresentação já representando uma peça de teatro, sem que os estudantes percebessem. Começaram reclamando que uma terceira integrante estava atrasada e que prejudicaria seu trabalho. Uma discussão foi iniciada em torno desta terceira estudante, que estaria apresentando nos últimos dias um comportamento estranho. Eis que chega a “atrasada” em meio a broncas e reclamações de suas colegas. Em meio a desentendimentos e empurra-empurra, as estudantes foram apresentando as diferentes manifestações de energia de maneira muito engraçada. Utilizaram o quadro para fazer desenhos e ilustrar suas explicações sobre energia cinética, potencial (elástica e gravitacional) e térmica. Foram veementemente aplaudidas e contaram com a interação e participação da plateia.

Apresentação 5: Duas estudantes apresentaram um teatro sobre a importância da economia de energia elétrica. Vieram com um figurino muito característico de seus personagens. Uma das personagens (uma jovem) tenta convencer uma senhora a instaurar em seu condomínio residencial uma campanha de economia de energia. Porém, a senhora era muito teimosa, e exigiu grandes esforços da jovem para convencê-la. A linguagem utilizada pelas estudantes era muito engraçada, acessível e rica em gírias. As crianças riram bastante. Vale ressaltar que essa mesma peça de teatro foi apresentada em um momento posterior

na Noite Cultural da escola. Nessa ocasião, uma paródia sobre energia mecânica foi incorporada a apresentação.

Apresentação 6: Um grupo de três estudantes fizeram uma breve explanação através de slides sobre as diferentes formas energia, a fim de que as crianças pudessem posteriormente participar de um jogo. Divididas em equipes, as crianças deveriam competir em um jogo da memória que relacionava as formas de energia com desenhos que as representassem. Os vencedores receberam prêmio em chocolate e todos os participantes receberam pirulitos.

Apresentação 7: Duas estudantes apresentaram uma seqüência de desenhos animados que apresentavam cenas onde poderiam ser identificadas algumas transformações de energia. Essas manifestações de energia foram explicadas e discutidas. A fim de verificar se as crianças lembravam-se dos nomes apresentados, as estudantes solicitaram que as mesmas escrevessem em um papel todas as formas de energia das quais lembravam. A seguir, um caça-palavras foi distribuído para que as crianças os completassem. Essa atividade, por ter sido feita mais ao final da manhã, trouxe uma realidade positiva dos resultados, pois as crianças lembraram-se de um número surpreendente de formas de energia, garantindo um enriquecimento em seu vocabulário e uma visão diferenciada do mundo.

- **Discussão:**

Nesta etapa, apesar de algumas abstenções (alunos que por um ou outro motivo não apresentaram), é possível destacar a sensação de satisfação dos alunos ao término dos trabalhos. Quanto às crianças do Ensino Fundamental, não demonstraram cansaço em momento algum. Apresentaram-se muito receptivas, participando ativamente quando foram convidadas a interagir. Ficou evidente que este momento representou uma agradável troca de saberes, onde os estudantes do Ensino Médio puderam sentir-se protagonistas do conhecimento,

desafiando-se a transpor os obstáculos da timidez e mostrando-se capazes de organizarem-se a fim de executar um belo trabalho. Além disso, para poderem atingir a confiança suficiente para essa exposição, tiveram que estudar e compreender com mais profundidade os conceitos de Física envolvidos. Outro aspecto relevante foi a necessidade de transposição didática a que foram submetidos, uma vez que houve a necessidade de expor os conteúdos num nível mais lúdico e menos formal.

4.1.9 Etapa extra - Prova de Recuperação paralela

Diante do baixo rendimento apresentado pelos estudantes na ocasião da avaliação escrita, lhes foi oferecida uma nova oportunidade de fazerem uma prova de recuperação paralela, que foi realizada após uma aula de revisão e correção da primeira prova escrita. A prova foi composta de 6 questões contextualizadas envolvendo problemas de conservação de energia Mecânica. Como é possível observar na Tabela 9, o resultado apresentou uma tímida melhora no rendimento geral da turma, entretanto, ainda longe do esperado.

Total de participantes:	29 alunos
Notas abaixo de 5,0:	24 alunos
Notas entre 5,0 e 7,0:	0 aluno
Notas acima de 7,0:	5 alunos
Média das notas	3,08

Tabela 9 – Resultados da prova de recuperação paralela

Essa pequena melhora no rendimento (na avaliação anterior a média das notas foi de 1,44) pode ser atribuída aos seguintes aspectos: maior tempo para estudos, aula de recuperação, apresentação dos seminários. Porém, nessa avaliação, novamente foi possível identificar a imensa dificuldade dos alunos em manipularem equações

matemáticas e representarem a partir destas as grandezas física estudadas. Considerando que essa nova avaliação foi composta por algumas questões qualitativas (2) e as outras de caráter quantitativo, observa-se que o maior índice de erros aponta para as questões envolvendo cálculo matemático.

4.1.10 Questionário aplicado aos estudantes ao término da sequência didática

Ao término da sequência didática, foi solicitado aos estudantes que respondessem algumas perguntas com relação à aplicação da mesma. Abaixo estão discriminadas as perguntas realizadas, bem como as respostas de alguns estudantes.

- 1) O que você achou da sequência de aulas sobre Energia?
 - Achei um jeito diferente de ensinar. Foi muito legal.
 - Legal, bem organizada, aulas em que todos interagem.
 - Eu gostei, foi muito divertido. Ainda porque teve o seminário onde criamos projetos para tentar explicar aos pequenos e nós entendemos melhor o assunto.
 - Eu gostei, foi uma maneira diferente e mais divertida para aprender.
 - Eu achei interessante porque é algo que a gente não está acostumado a fazer nas aulas.
 - Bem interessante, porque eu tinha uma visão sobre energia: que só tinha energia elétrica. Mas com as aulas, descobri que a energia está em tudo e vários tipos: Mecânica, gravitacional, entre outras.
 - Legal, pois não foi como nas outras aulas (copiar, escrever...). Cada aula uma coisa nova, um jeito novo de aprender.

- Achei bem diferente mesmo. Quando entrei para o 1º ano eu não imaginava que ia ter uma série de aulas diferentes, acho que ninguém imaginava.
- Achei uma aula diferente, onde todos puderam entender mais sobre cada energia, tiveram mais conhecimento. Achei fantástico essas aulas.
- Achei muito interessante. Conteúdos bem explicados, aprendemos coisas novas sobre energia. Foi muito legal ter participado desse projeto.
- Com certeza foi uma matéria de muitas descobertas, não imaginava que energia poderia estar em todo lugar, descobri muitas coisas e amei ainda mais a matéria de Física.

2) Você gostou de trabalhar com o aplicativo que simulava a pista de skate?

- Achei complicado porque a internet não colaborava.
- Sim, porque você consegue ver na prática aquilo que está estudando, daí fica mais fácil de compreender o assunto.
- Sim. Foi tipo uma experiência nova, aprendemos de uma forma diferente.
- Eu gostei, acredito que uma atividade diferente do tradicional é sempre bom para todos. Mas a internet prejudicou.
- Gostei, eu acho que foi uma das aulas que eu mais aprendi o conteúdo de maneira fácil.
- Sim, pois o simulador tinha várias informações e funcionou super bem.
- Sim, mas achei meio complicado de mexer.
- Sim, foi muito legal e diferente. Quando eu esquecia de alguma coisa pra resolver as questões, eu lembrava do programa do skate e lembrava do que eu precisava.
- Sim, porque ensina certinho como funciona. Dá mais conhecimento.

3) Como se sentiu ao apresentar seus conhecimentos as crianças do 4º ano? Se não apresentou, explique o porquê.

- Não apresentei, pois não deu tempo para estudar. Eu trabalho de segunda a sábado das 13h30min às 22h. Então fica difícil de estudar.
- Não apresentei porque tenho muita vergonha e nosso trabalho ficou incompleto.
- Me senti nervosa, mas a adrenalina do momento é boa. Eu senti que entendi melhor estudando para apresentar aos pequenos. Talvez porque você tenha que usar uma linguagem mais clara e mostrar pra eles que você realmente sabe o que está falando.
- Bem no começo fiquei meio insegura, por não saber se eles iriam aprender alguma coisa. Mas fizemos um teatro e eles gostaram porque a gente interagiu bastante com os alunos.
- No começo tive medo, pois é difícil apresentar para alguém com o vocabulário diferente, mas ao decorrer da apresentação foi bem agradável, fui me soltando e deu muito certo. Além da felicidade em dar conhecimento sobre o assunto para quem ainda não havia aprendido.
- Eu me senti muito bem pois, além de ensinar, eu aprendi muito com isso.
- Eu me senti muito nervosa, porque tava todo mundo com o olho grudado na gente.
- No início bem nervosa, mas depois foi tranquilo. O público interagiu bastante, foi bem atencioso, e com certeza houve todo um preparo para a apresentação.
- Não apresentei, uma que rolou a preguiça e outra que dois participantes do meu grupo não quis apresentar e eu não quis apresentar sozinha.
- Foi muito bom interagir com as crianças.
- Meu grupo não precisava de nota, então não quis fazer.

— No começo o nervosismo tomou conta, nossa maior preocupação era conseguir passar o conteúdo de uma forma simples e que eles gostassem. Com certeza foi uma experiência inesquecível e a turma do 4º ano colaborou e participou muito bem.

4) Você se preparou para a avaliação final escrita?

Explique o que faltou acontecer para que seu resultado final fosse melhor.

— Até tentei, mas não consigo estudar. Trabalho das 13h30min às 22h. Já tenho 18 anos.

— Não muito. Na hora da prova me perdi e não fui muito bem.

— Sim, mas acho que com o seminário ficou difícil se dedicar aos dois.

— Na verdade não me preocupei muito. Um pouco de treino seria melhor.

— Não. O que faltou, sinceramente, foi eu parar de deixar tudo de lado e fazer na última hora. Faltou eu deixar de ser preguiçoso.

— Não como eu deveria. Acho que se tivesse estudado um pouco mais teria ido melhor.

— Estudei, mas na hora me deu um branco.

— Estudei, mas faltou um pouco mais de esforço de mim.

— Para a recuperação eu estudei. Não tirei 10 por um detalhe, mas fui bem.

— Estudei meio por cima, pois achei que tinha entendido o assunto quando a professora explicou. Mas faltou eu me dedicar um pouco mais.

— Não. Faltou estudar mais.

— Me preparei. Mas me embabaquei um pouco e erreí a de assinalar.

— Não me preparei o suficiente. Faltou estudar mais em casa.

— Faltou atenção e eu tenho dificuldade com contas.

— Estudei, mas faltou atenção.

- Não, estudar mais.
- Deveria estudar mais, não fui buscar resposta para minhas dúvidas.
- Tentei me preparar, mas não consegui entender bem o assunto.
- Me preparei sim, só não fui muito bem. Não trabalhamos muito os exercícios e a prova ficou muito distante.
- Faltou entender melhor a matéria.
- Na prova eu estava me sentindo confiante, porém eu falhei em não estudar e não consegui realizar uma boa prova. Porém, na recuperação eu estudei e principalmente treinei as atividades que ajudou a minha maior compreensão e ajudou a recuperar minha nota.

As respostas dos estudantes trazem uma importante reflexão a respeito da aplicação e dos resultados da sequência didática. Aparentemente foram muito sinceros, principalmente quando questionados quanto ao seu próprio desempenho. Esta é, sem dúvida, um indício de que o sistema de ensino, em todas as instâncias, passa por problemas latentes e necessita de soluções urgentes. Somente com base neste trabalho, já é possível identificar alguns aspectos urgentes que contribuíram para grande parte das dificuldades encontradas no decorrer da aplicação do produto didático:

- Número reduzido de aulas de Física, o que prejudica o cumprimento do cronograma de conteúdos que devem ser contemplados ao longo do ano letivo;
- Falta de estrutura física: precariedade das salas de aula, falta de salas informatizadas e com manutenção, falta de laboratórios de ciências;
- Falta de apoio de profissional psicopedagogo(a) ou psicólogo(a) para oferecer suporte ao professor e ao estudante;
- Falta de pré-requisitos básicos de conteúdos do

Ensino Fundamental, em especial de ferramentas matemáticas.

Ressalta-se que os aspectos supracitados foram especificamente apontados no contexto deste trabalho.

4.2 Discussão geral das avaliações

A partir dos resultados apresentados na seção 4.1, de uma forma geral, é possível avaliar que a sequência didática alcançou parcialmente seus objetivos. A Tabela 10 a seguir apresenta a média das notas obtidas em cada momento avaliativo (lembrando que o número de alunos presentes em cada um desses momentos é diferente, devido às ausências e abstenções às apresentações):

	Média da turma	Número de estudantes
N1 – participação nas atividades	7,5	39
N2 – Avaliação escrita Com recuperação	2,6	35
N3 - Seminários	8,7	18
Média geral	6,3	

Tabela 10 – Resultado geral da aplicação da sequência didática

A média geral (6,3) foi obtida a partir da média aritmética das notas N1, N2 e N3, respeitando o número de alunos que participaram de cada etapa.

O contexto temporal no qual a aplicação da sequência didática estava inserida pode ser considerado preponderante nos resultados: muitos estudantes já estavam desmotivados com suas médias dos bimestres anteriores, alegando que não havia motivos para dedicar-se, visto que a possibilidade de reprovação era eminente. De fato, nesta turma de 39 estudantes, 14 deles não obtiveram aprovação. Além disso, 20 estudantes foram

aprovados sob julgamento do conselho de classe, ou seja, suas notas não atingiram o patamar mínimo necessário, mas foram considerados aptos à aprovação pelo corpo docente.

5 Conclusão e comentários gerais

A educação básica no Brasil ainda carece de um longo caminho a ser percorrido no sentido de melhorar sua qualidade e apresentar resultados satisfatórios. Porém, para essa almejada evolução em longo prazo, o trajeto exige que todas as etapas sejam respeitadas e amplamente contempladas, a fim de que não restem lacunas durante o processo. Muitos são os fatores preponderantes aos quais deve ser dada a devida relevância, entretanto, pode-se afirmar sem receio que o principal aspecto cabível aos docentes é, sem dúvida, a qualificação. Cada vez fica mais evidente o quão essencial é a formação continuada dos professores. Partindo dessa afirmação, é possível ressaltar a importância e necessidade da ampla divulgação e adesão de programas que ofereçam tal oportunidade aos docentes do ensino básico, assim como o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF).

Assumindo a responsabilidade sobre os aspectos de ensino diretamente relacionados ao papel do professor e colocando-se como protagonista do processo de ensino-aprendizagem, o profissional docente pode utilizar-se de uma ferramenta eficiente que poderá contribuir em diversos âmbitos de sua profissão: as neurociências. Compreendendo apenas alguns dos aspectos sobre o desenvolvimento do cérebro humano, bem como suas funcionalidades, as escolhas de estratégias didáticas tendem a ser mais assertivas. Percebe-se também que o estudo em Neurociência pode acarretar uma melhora na qualidade do relacionamento professor-aluno, além de seu desempenho em sala de aula, auxiliando o docente a moldar suas atitudes e estratégias de acordo com o que for

mais pertinente a cada situação. Não se trata de trabalhar em função das “vontades” dos estudantes, mas sim de compreender minimamente os fatores que estão envolvidos no processo de aprendizagem, facilitando e organizando o trabalho docente. Em vista disso, a sequência didática desenvolvida nesse trabalho teve cada uma de suas etapas pensadas, elaboradas e justificadas, considerando elementos distintos da neurociência no âmbito do ensino e processos de ensino-aprendizagem.

A escolha do tema central da sequência didática – Energia Mecânica e suas transformações – foi motivada pela possibilidade de apresentá-la em seu caráter universal, enfatizando-se a importância das inúmeras aplicações, e assim, buscando ampliar o entendimento e conhecimento dos estudantes para diversos momentos de seu cotidiano. Partiu-se de uma generalização para depois afinar e particularizar a abordagem, uma vez que o objeto de estudo manifesta-se com inúmeras facetas. Essa estratégia foi adotada para tornar a apropriação do conceito por parte dos estudantes mais natural e significativa, incentivando assim a motivação de estudá-lo a partir do interesse e não da obrigação. Para tanto, as escolhas das estratégias de ensino foram fundamentadas na preocupação com a “motivação”, para então, chegar-se às especificidades do tema. Observou-se ao longo da aplicação da sequência que a abordagem inicial, a partir do princípio de conservação de energia, gerou resultados satisfatórios. Parte dos estudantes, mesmo que de forma qualitativa, pôde se apropriar do conceito de forma geral, o que representa algo extremamente importante do ponto de vista conceitual e poderá facilitar futuras abordagens de energia que surgirão nas séries subsequentes, como por exemplo, em termodinâmica e eletromagnetismo.

Muitas foram as dificuldades encontradas para motivar os estudantes, visto que a sala de aula é um ambiente com muitas diversidades de personalidades. Porém, considerando que, naturalmente, o ser humano

apresenta maior interesse ao realizar tarefas prazerosas, buscou-se aproximar as aulas da sequência didática à atividades que se afastassem das aulas ditas “tradicionais”, sem perder o formalismo necessário, o que ressalta-se, foi muito bem aceito por parte dos estudantes, conforme pode ser observado na seção 4.1.10.. As abordagens a partir da utilização de diferentes instrumentos didáticos, como a leitura de um texto não convencional e sua interpretação, as imagens e os desenhos animados relacionando as mais diversas formas de energia e sua conservação, possibilitaram uma maior interação dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem, contribuindo muito para a construção do conceito de energia a partir do princípio de conservação, conforme citado anteriormente.

É possível destacar que na opinião dos estudantes a sequência didática foi considerada um marco, sendo classificada pelos mesmos como “diferente”, “interessante” e “divertida”, demonstrando explicitamente seu interesse por mais aulas assim. Nesse sentido, fica clara a necessidade de aprimoramento dos modelos tradicionais de aulas (modelo expositivo onde o professor é o personagem principal), assim como também ficou clara a fragilidade do processo de ensino como um todo, pois os estudantes que chegam ao Ensino Médio são, em sua devastadora maioria, carentes de fundamentação matemática e científica. Foi justamente com essa preocupação em relação às bases de ensino que surgiu a proposta de apresentar aos estudantes do Ensino Fundamental os resultados dos trabalhos através dos seminários e apresentações, o que também foi muito bem aceito por ambas as partes e configurou um evento de sucesso. Esse evento possibilitou um primeiro contato das crianças com a linguagem científica, além de contribuir para a quebra de um paradigma que afasta as pessoas comuns da ciência, pois a apresentação foi realizada por alunos comuns da mesma escola. Quanto aos alunos que fizeram a apresentação, os mesmos foram expostos ao

desafio de uma transposição didática de seus conhecimentos, o que necessariamente acarretou num aperfeiçoamento dos conceitos aprendidos, além de um aprendizado mais significativo e permanente.

Quanto aos resultados avaliativos individuais, os mesmos foram em média muito baixos, principalmente quando os estudantes foram avaliados através de prova escrita. Nesse caso específico, a falta de embasamento matemático aliado ao modelo de avaliação e a alguns vícios dos estudantes, como a familiaridade e o condicionamento a aulas mecânicas de resolução de exercícios, que ao longo da aplicação da sequência foram evitadas, podem ajudar a explicar esse baixo rendimento. Porém, vale ressaltar a considerável participação e produtividade nas aulas, bem como o empenho e qualidade demonstrados nas apresentações e seminários, alvo de muitos elogios por parte da professora e dos estudantes do 4º ano que assistiram às explicações. Esses resultados demonstram que uma maneira de lidar com os problemas supracitados pode estar em abordagens e avaliações diferenciadas ao longo do processo de ensino-aprendizagem, evitando assim possíveis bloqueios psicológicos oriundos de uma aversão à disciplina ou ainda insegurança ou baixa autoestima. Esse produto didático representa uma alternativa ao ensino tradicional de energia e poderá ser aplicado por quaisquer professores sem maiores dificuldades. De forma geral, sua elaboração e aplicação abre um leque de elementos analisados que podem contribuir muito para a elaboração de outras sequências de ensino que sigam a mesma linha de construção, a partir de elementos das neurociências. Podem ainda, observados os apontamentos oriundos deste trabalho, levar a um aprimoramento cada vez maior das estratégias de ensino, sempre atentos à maneira como o cérebro aprende, em especial, em cada etapa de seu desenvolvimento que, como visto, é diferente em cada idade.

6 Referências

ALVES FILHO, José de Pinho e JACQUES, Vinícius. **O conceito de energia: os livros didáticos e as concepções alternativas.** UFSC, Florianópolis, 2008.

BARBOSA, João Paulno Vale e BORGES, Antônio Tarciso. **O entendimento dos estudantes sobre Energia no início do Ensino Médio,** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, vol. 23, n. 2, pag. 182 a 217, agosto de 2006.

BLOOM, B. S.; HASTINGS, T. J.; MADAUS, G. F. Manual de avaliação formativa e somativa do aprendizado escolar. São Paulo: Pioneira, 1983.

BNCC. Base Nacional Comum curricular. Documento homologado pela Portaria nº 1.570, publicada no D.O.U. de 21/12/2017, Seção 1, Pág. 146.

BRASIL. **Brasil no Pisa 2012: análises e reflexões sobre o desempenho dos estudantes brasileiros.** PISA, RELATÓRIO NACIONAL 2012 | **Resultados Brasileiros.** Relatório Nacional. Brasília, 2013.

BRASIL. **Brasil no Pisa 2015: análises e reflexões sobre o desempenho dos estudantes brasileiros.** PISA, RELATÓRIO NACIONAL 2015 | **Resultados Brasileiros.** Relatório Nacional. Brasília, 2016

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+): Física**, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Volume 2, p. 53, 2006.

BROCKINGTON, Guilherme. **Aprender é emocionar-se**. Revista Neuroeducação, Instituto Ayrton Senna, p. 52 a 58, Nº 7, 2006.

BROCKINGTON, Guilherme. **Neurociência e Educação, investigando o papel da emoção na aquisição e uso do conhecimento científico**. Tese de Doutorado. USP, São Paulo, 2011.

CABRAL, F. M. S., CARVALHO, M. A. V., RAMOS, R. M. **Dificuldades no relacionamento professor /aluno: um desafio a superar**. Paidéia, v. 14, p. 327. Londrina, Paraná, 2004.

DIAS, F.M.A.; PESSANHA, R.G.B.A.; NICOLAU, C.C.B.A. **A Inter-relação entre memória e aprendizagem**. Revista Perspectivas Online: Humanas & Sociais Aplicadas, v. 8, n. 21, p. 15-27, 2018.

ESDPI. **Funções executivas: Síntese**. Em: Tremblay RE, Boivin M, Peters RDeV, eds. Morton JB, ed. tema. *Enciclopédia sobre o Desenvolvimento na Primeira Infância* [on-line]. <http://www.encyclopedia-crianca.com/funcoes-executivas/sintese>. Atualizada: Janeiro 2013. Consultado: 08/06/2018.

FEYNMAN, R. P. **Física em 12 lições**. Tradução: Ivo Korytowski. Rio de Janeiro: Ediouro, 2005.

FEYNMAN, Richard P. **Lições de Física**. Porto Alegre, Bookmann, Volume 1, p. 4-1, 2008.

FREITAS, N. K. **Representações mentais, imagens visuais e conhecimento no pensamento de Vygotsky**. Revista Ciência e Cognição Vol 06, p. 109-112, 2005.

GOMES, L. C. **A história da evolução do conceito físico de energia como subsídio para o seu ensino aprendizagem** – Parte I e II. Cad. Bras. Ens. Fís. UFSC, Florianópolis, 2015.

GONÇALVES FILHO, A., TOSCANO, C. **Física: interação e tecnologia**, vol I – 2 ed. p. 154– Leya, São Paulo, 2016.

GREGO, S. M. D. **A avaliação formativa: ressignificando concepções e processos** - volume 3 - D29 - Unesp/UNIVESP - 1ª edição. São Paulo, 2013.

GUERRA, Leonor Bezerra. **10 dicas da Neurociência para a sala de aula**. Revista Neuroeducação, Instituto Ayrton Senna, p. 28 a 35, Nº 7, 2006.

HALLIDAY, David. Fundamentos de Física. Rio de Janeiro, LTC, 4ª edição. Volume 1, 1996.

JOULE, J. P. **On the changes of temperature produced by the rarefaction and condensation of air**. Philosophical Magazine and Journal of Science, v. 26, n. 174, p. 369-383, 1845a.

KAHNEMAN, Daniel. **Rápido e devagar, duas formas de pensar**. Ed. Objetiva, Rio de Janeiro, 2012.

KOBASHIGAWA, Alexandre Iroshi. **Estação ciência: formação de educadores para o ensino de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental**. USP, São Paulo, 2015.

LEITE, S. A. da S; TASSONI, E. C. M. (2002). **A afetividade em sala de aula: as condições de ensino e a mediação do professor**. In R. Azzi, & A. M. Sadalla (Orgs.), *Psicologia e Formação Docente* (pp. 113-141). São Paulo: Casa do Psicólogo, 2002. Disponível em: <https://www.fe.unicamp.br/alle/textos/SASL-AAfetividadeemSaladeAula.pdf>. Acesso em: 06 ago. 2018.

MALUF, M. I. **Funções executivas e aprendizagem**. Revista Psique Ciência e Vida. Edição 117. São Paulo, 2017.

MARTINI, G [et al]. **Conexões com a Física**. 3 ed. Moderna, São Paulo, 2016.

MEDEIROS, Alexandre; MEDEIROS, Cleide F. **Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da Física**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 24, no. 2, p. 77-86, (2002)

MOREIRA, M. A. **Ensino de Física no Brasil: Retrospectiva e Perspectivas**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 22, no. 1, Março, 2000

MOREIRA, Marco Antônio. **O que é afinal aprendizagem significativa?** IFRGS, Porto Alegre, 2012.

MORTON, J. B. **Funções executivas**. Enciclopédia Sobre o Desenvolvimento na Primeira Infância. Universidade de Western Ontario, Canadá, 2013.

MOURÃO JR, C. A.; Melo, L. B. R. **Integração de três conceitos: Função Executiva, Memória de Trabalho e Aprendizado**. Psicologia: Revista Teoria e Pesquisa Jul-Set 2011, Vol. 27 n. 3, pp. 309-314, 2011.

NEUROEDUCAÇÃO. **Neurociência, Psicologia e Pedagogia**. Volumes 7 e 8. Instituto Ayrton Senna, Ed. Segmento, São Paulo, 2016.

NUSSENVEIG, H. M. **Fluidos, oscilações e ondas, calor**. Curso de Física Básica 2 - 4 ed. p. 177- Blücher, São Paulo, 2002.

PAVÃO, R. **Memória e aprendizagem**. Departamento de Filosofia, USP. São Paulo, 2008.

REIS, M. A. B. M. N. A memória do testemunho e a influência das emoções na recolha e preservação da prova. Universidade de Lisboa, 2014.

RIBEIRO, Vitor Ribeiro de. **Uma proposta para o ensino de Energia Mecânica e sua conservação através do uso de analogias**. Dissertação de Mestrado, UFRJ, Rio de Janeiro, 2015.

RICARDO, Elio Carlos e FREIRE, Janaína C. A. **A concepção dos alunos sobre a Física do Ensino Médio**. Brasília, 2006.

SCHROEDER, Carlos. **A importância da Física nas quatro primeiras séries do Ensino Fundamental**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, n. 1, p. 89-94, (2007)

SOUZA, A. B., SALGADO, T. D. M. **Memória, aprendizagem, emoções e inteligência.** Revista Liberato, v. 16, n. 26, p. 101-220. Novo Hamburgo, 2015.

TURNER, S. **Teoria social e Neurociência.** Tempo Social, revista de sociologia da USP, v. 26, n. 2. Traduzido por Alexandre Braga Massela. São Paulo, 2014.

VASCONCELLOS, Celso dos Santos. **Planejamento: projeto de ensino-aprendizagem e projeto político-pedagógico- elementos para elaboração e realização.** São Paulo: Libertad Editora, 2006.

WENZEL, K. **Secretaria da Educação estuda extinguir 1,2 mil vagas para professores de informática em Santa Catarina.** Diário Catarinense. Disponível em: <<http://dc.clicrbs.com.br/sc/estilo-de-vida/noticia/2016/08/secretaria-de-educacao-estuda-extinguir-1-2-mil-vagas-para-professores-de-informatica-em-sc-7110184.html>>. Acesso em: 17 dez. 2018.

YOUNG, H. D., FREEDMAN, R. Física II: **Termodinâmica e Ondas;** [colaboradora A, Lewis]; tradução Cláudia Santana Martins; revisão técnica Adir Moyses Luiz – 12 ed. – p. 191. Addison Wesley, São Paulo, 2008.

APÊNDICE A – Plano de trabalho

Plano de trabalho – Prof(a)

Sequência didática – Energia e sua conservação

<p>Data – dia da semana Atividade 1 – Sondagem concepções e apresentação do plano de trabalho Coleta das concepções Explicação da sequência didática.</p>
<p>Data – dia da semana Atividade 2 – Leitura do texto e imagem das diferentes formas de energia</p>
<p>Data – dia da semana Atividade 3 – Desenhos animados</p>
<p>Data – dia da semana Atividade 4 – Roteiro pista de skate</p>
<p>Data – dia da semana Atividade 5 – Resolução de exercícios Relembrar o prazo dos seminários</p>
<p>Data – dia da semana Atividade 6 – Prova escrita Responder ao questionário elaborado previamente pelo professor.</p>
<p>Data – dia da semana Atividade 7 – Organização dos seminários Tempo necessário em sala para orientações e discussão em grupos: 45 minutos Até este dia, deverá estar preparada uma apresentação/seminário sobre o tema: energia e a conservação da energia. A apresentação deverá ser pensada para ser levada até pessoas totalmente leigas do ponto de vista científico. Poderão ser utilizados recursos diversos, tais como: cartazes, experimentos, música, teatro,</p>

entre outros. Os alunos deverão utilizar 45 minutos desta aula para receber orientações do professor e reunir-se com suas equipes para os preparativos finais.

Data – dia da semana

Atividade 8 – Apresentação do seminário

Tempo necessário em sala: 20 minutos por apresentação (esse tempo não está de acordo com a sequência)

Tempo total: 4h (esse tempo não está de acordo com a sequência - verificar)

Os estudantes apresentarão seus trabalhos para os alunos das séries iniciais (pré ou 4º ano).

Os critérios de avaliação serão:

- ✓ domínio do conteúdo de Física,
- ✓ utilização do tempo,
- ✓ transposição didática,
- ✓ linguagem,
- ✓ recursos.

Média final da atividade (individual):

- **Nota 1 (N1): A execução das atividades 2, 3, 4 e 5 implicam em uma pontuação total de 10 pontos.**
 - Atividade 2 = 2,5 pontos;
 - Atividade 3 = 2,5 pontos;
 - Atividade 4 = 2,5 pontos;
 - Atividade 5 = 2,5 pontos;
- **Nota 2 (N2): nota da atividade 6. Implica em uma pontuação total de 10 pontos.**
- **Nota 3 (N3): nota da atividade 7. Implica em uma pontuação total de 10 pontos.**

$$\text{Média Final} = \frac{N1+N2+N3}{3}$$

APENDICE B – Roteiro para o experimento virtual

Objetivos

- Perceber as transformações da grandeza energia em potencial gravitacional, cinética e térmica.
- Analisar as mudanças nos valores de energia cinética e potencial quando desprezamos o atrito.
- Identificar a influência do atrito na transformação da energia térmica.
- Compreender o princípio de conservação de Energia Mecânica.

Ambiente e tecnologias necessárias para a realização do experimento virtual

Para a realização da aula será necessário que o professor tenha a sua disposição um laboratório de informática com computadores para que os alunos possam realizar o experimento de forma individual ou em grupos.

Antes da aula, é de extrema importância que o aplicativo deva ser conferido em todas as máquinas. O professor deverá seguir os seguintes passos para minimizar possíveis problemas que

possam vir a surgir no momento da experimentação:

- Verificar se o navegador dos computadores está em uma versão compatível. Os testes realizados mostraram que o navegador Chrome (versão 51.0.2704.106 m) permite que o aplicativo funcione normalmente. Versão do Flash: WIN 22,0,0,192.

- Conferir se o plugin do Adobe Flash player está instalado no navegador.

- Acessar o site https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park-basics/latest/energy-skate-park-basics_pt_BR.html. Clicar sobre a simulação.

- Testar se o aplicativo funciona com a rede desligada, ou seja, sem acesso à internet.

- Se na sua escola o acesso à internet não é seguro ou ocorrem muitas flutuações, acesse o [link https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/energy-skate-parke](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/energy-skate-parke) e faça o download do aplicativo. Para este procedimento, os computadores precisam da versão atualizada do Java. Neste caso, a *template* do simulador é diferente, mas as ferramentas são as mesmas e facilmente adaptáveis.

- Repetir o procedimento em todos os computadores.

Observações: no site onde é possível fazer o download do aplicativo, você encontrará orientações de como proceder caso o seu sistema operacional não seja o Windows.

Parte 1 - Como se faz

1. Abra o aplicativo indicado por seu professor ou acesse a página https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/energy-skate-park-basics.
2. Você realizará um experimento virtual que fará a simulação do movimento de um *skatista* em diversas situações. O experimento implica em soltar o personagem de diferentes alturas e em diferentes condições. Você pode aproveitar os primeiros cinco minutos para explorar a simulação e testar as ferramentas. Antes de iniciar o próximo passo, procure o botão reiniciar na janela “Intro” para que o experimento seja iniciado.

3. A figura 1 ilustra a tela inicial do simulador. Observe quais as possibilidades de mudanças em seus lançamentos e entenda cada item.

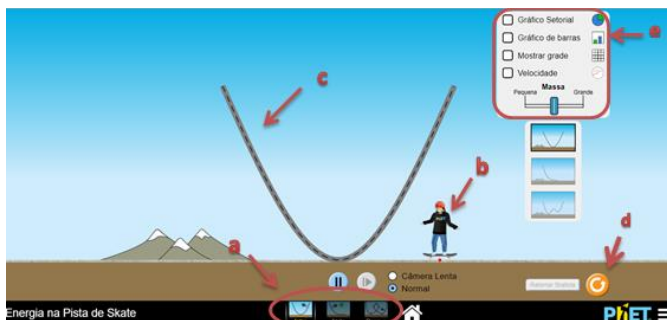


Figura 1

- Janelas: Você tem três opções de salas virtuais. Na tela acima está selecionada a janela “Intro”, que apresenta a primeira sala virtual a ser trabalhada.
- Skatista: este é o personagem da simulação. Você poderá deslocá-lo clicando sobre o mesmo e o arrastando com o mouse.
- Pista: local onde o *skatista* realizará o percurso. Nesta primeira tela, você não pode alterá-la.
- Reiniciar: ao clicar nesse botão, o aplicativo retornará às configurações iniciais.

- e) Ferramentas de informações: ao selecionar os itens, as informações serão exibidas na tela. Deixe todas as opções selecionadas, e não altere a massa. A figura 2 ilustra a tela com tais itens selecionados.

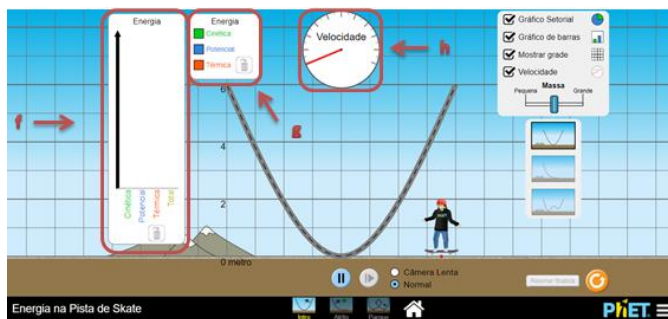


Figura 2

- f) Gráfico de barras: aqui você poderá verificar a variação das energias e sua dependência com as condições do problema.
- g) Gráfico setorial: quando o skatista estiver em movimento, um gráfico de “pizza” surgirá sobre sua cabeça, mostrando a variação das energias cinética, potencial e térmica.

- h) Velocidade: à medida que o skatista se movimenta você pode acompanhar a variação de sua velocidade.
4. Arraste o skatista para a posição 6 e solte-o. Observe seu movimento e responda as seguintes perguntas:
- a) O gráfico de barras apresenta mudanças. Descreva essas mudanças, analisando os três tipos de energias e a energia total.
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- b) O que você acha que faz com que a energia cinética aumente?
- _____
- _____
- c) O que você acha que faz com que a energia potencial aumente?
- _____
- _____

d) Por que a energia térmica não se altera?

e) Que alturas o skatista atinge em ambos os lados da pista (direito e esquerdo). Explique o porquê da sua resposta.

Obs.: caso você não consiga responder os itens d) e e) agora, deixe-as em branco e vá para o próximo passo. Retorne quando achar que já consegue responder

5. Clique sobre o botão “Atrito” na parte inferior da tela. Selecione todos os itens no canto superior direito. Surgirá a seguinte tela, conforme a figura 3.

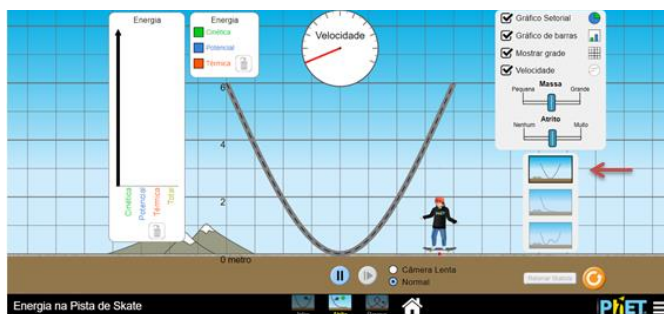


Figura 3

6. Deixe selecionada a pista indicada na seta vermelha. Não altere a massa nem o atrito. Arraste o skatista para a posição 6. Observe seu movimento e responda às seguintes perguntas:

a) Descreva o movimento de acordo com suas observações. O que mudou em relação à atividade realizada no item 4 do roteiro?

b) O gráfico de barras apresenta mudanças. Descreva essas mudanças, analisando os três tipos de energias e a energia total.

- c) Por que o skatista não consegue mais atingir a altura de onde ele foi lançado?

Parte 2 – Resolvendo problemas

Abaixo encontra-se uma tabela, a qual você deverá preencher após a leitura da Análise Física (próximo tópico deste roteiro). Para realização dos cálculos, você deve considerar a massa do skatista igual a 70 kg e a aceleração da gravidade igual a 10m/s^2 . Despreze o atrito e utilize as unidades de acordo com o Sistema Internacional de Unidades (SI).

Realize os cálculos no espaço destinado (final do roteiro) e preencha a tabela 1.

Tabela 2

Altura	Energia potencial antes da descida (J)	Energia potencial na parte mais baixa	Energia cinética antes da descida	Energia cinética na parte mais baixa da	Velocidade do skatista na parte mais baixa

		da trajetória (J)	(J)	trajetória (J)	da trajetória (m/s)
2m					
4m					
6m					

Análise Física

Sempre que tivermos um objeto em movimento ou com a possibilidade de vir a realizar um movimento teremos associado a este uma certa quantidade de energia. Temos dois tipos de energia: cinética e potencial. A energia mecânica é dada pela soma desses dois tipos de energia:

$$E_M = E_C + E_P$$

Onde, E_M = energia mecânica, E_C = energia cinética e E_P = energia potencial. Todas medidas em Joules (J).

Energia Cinética: Sempre que tivermos um objeto em movimento, teremos associado a este movimento certa quantidade de energia que é denominada energia cinética, portanto, podemos dizer que energia cinética está associada ao movimento. Ela depende tanto da velocidade v , como também depende da massa m . A equação da energia cinética é dada por:

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

Energia Potencial: A energia potencial é um tipo de energia que está relacionada com a configuração do sistema, ou seja, esta relacionada com as posições do

objeto. Podemos dizer também que energia potencial é a energia que pode vir a se tornar energia cinética. Existem vários tipos de energia potencial, mas em Mecânica consideramos as energias Potencial Gravitacional e Potencial Elástica. A energia potencial gravitacional depende da altura h do objeto, da massa m do mesmo e da aceleração da gravidade g . A energia potencial elástica depende da deformação do objeto e de uma constante de deformação, porém, este será um assunto a ser discutido em outra ocasião. Para este roteiro, temos envolvidas apenas as energias Cinética e Potencial Gravitacional.

A fórmula da energia potencial gravitacional é:

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

Fonte: adaptado do site Infoescola – Navegando e aprendendo.

Bibliografia

InfoEscola. Disponível em:

<<http://www.infoescola.com/fisica/energia-mecanica/>>

Acessado em 10 de setembro de 2017.

Phet Colorado. Disponível em:

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

Acessado em 10 de setembro de 2017.

APENDICE C – Lista de exercícios

Exercícios – Energia Mecânica

Disciplina: Física

Prof^o: Rejane Tanira Vieira

Série: 1º ano do Ensino Médio

Esta lista de exercícios deverá ser entregue preenchida com as respostas e suas respectivas justificativas no dia da avaliação escrita.

1) Sobre a energia mecânica e a conservação de energia, assinale o que for correto.

() Denomina-se energia cinética a energia que um corpo possui, por este estar em movimento.

() Pode-se denominar de energia potencial gravitacional a energia que um corpo possui por se situar a uma certa altura acima da superfície terrestre.

() A energia mecânica total de um corpo é conservada, mesmo com a ocorrência de atrito.

() A energia total do universo é sempre constante, podendo ser transformada de uma forma para outra; entretanto, não pode ser criada e nem destruída.

() Quando um corpo possui energia cinética, ele é capaz de realizar trabalho

2) Quando as pessoas estão com frio, elas, em geral, esfregam as mãos para se aquecer. Como esse gesto produz calor? De onde vem esse calor?

3) A energia cinética de um carro varia mais quando o carro acelera de 10 a 15 m/s ou quando ele acelera de 15 a 20 m/s? Explique.

4) Calcule a energia cinética de um carro com massa de 1500 kg no instante em que sua velocidade é de 80 km/h.

5) Um carro se movimenta a 70 km/h. Que velocidade ele precisa atingir para dobrar sua energia cinética?

6) Um ônibus de massa m anda por uma estrada de montanha e desce uma altura h . O motorista mantém os freios acionados, de modo que a velocidade é mantida constante em módulo durante todo o trajeto. Considerando as afirmativas a seguir, assinale se são verdadeiras (V) ou falsas (F).

() A variação da energia cinética do ônibus é nula.

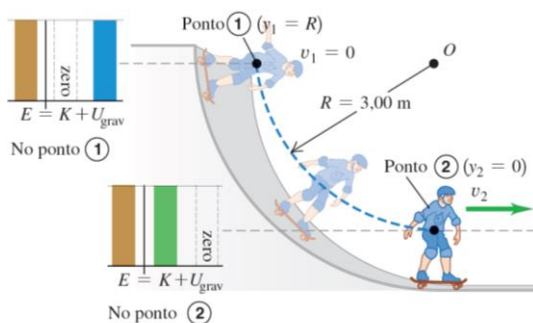
() A energia mecânica do sistema ônibus-Terra se conserva, pois a velocidade do ônibus é constante.

() A energia total do sistema ônibus-Terra se conserva, embora parte da energia mecânica se transforme em energia interna.

7) Tobias pratica *skate* partindo do repouso e descendo de uma rampa curva e sem atrito. Se considerarmos Tobias e seu *skate* como uma partícula, seu centro se move ao longo de um quarto de círculo de raio $R = 3,00$ m. A massa total de Tobias e seu *skate* é igual a $25,0$ kg.

a) Calcule sua velocidade na parte inferior da rampa.

b) Se tivermos atrito na rampa, a velocidade no ponto inferior será maior ou menor? Explique, em termos de energia? Para onde vai essa energia?



8) Arlindo é um trabalhador dedicado. Passa grande parte do tempo de seu dia subindo e descendo escadas, pois trabalha fazendo manutenção em edifícios, muitas vezes

no alto. Considere que, ao realizar um de seus serviços, ele tenha subido uma escada com velocidade escalar constante. Nesse movimento, pode-se afirmar que, em relação ao nível horizontal do solo, o corpo de Arlindo:

- a) perdeu energia cinética.
 - b) ganhou energia cinética.
 - c) perdeu energia potencial gravitacional.
 - d) ganhou energia potencial gravitacional.
 - e) perdeu energia mecânica.
- 9) Como a mudança de estado da matéria pode ser analisada em termos de energia?
- 10) Porque uma colisão em alta velocidade é mais perigosa do que em baixa velocidade?
- 11) Identifique e explique no seu dia-dia processos de transformação de energia.

APÊNDICE D – Avaliação escrita

Orientações: Todas as questões devem apresentar o cálculo, quando necessário. Os cálculos podem ser feitos a lápis, porém, o resultado final deve ser destacado e escrito à caneta. O uso da calculadora é permitido. A correta interpretação das questões faz parte dos critérios de avaliação. Para selecionar a alternativa, marque com um X a letra correspondente, sem rasuras. Caso não haja a apresentação do cálculo (quando o mesmo for necessário) a questão não será validada, mesmo que a alternativa correta esteja marcada. Faça os cálculos no verso.

1. Uma criança abandona um objeto de 2 kg do alto de um apartamento de um prédio residencial. Ao chegar ao solo a velocidade do objeto era de 72 km/h. Admitindo o valor da gravidade como 10 m/s^2 e desprezando as forças de resistência do ar, determine a altura do lançamento do objeto.
2. Um corpo de massa 3,0 kg está posicionado 2,0 m acima do solo horizontal e tem energia potencial gravitacional de 90 J. A aceleração de gravidade no local tem módulo igual a 10 m/s^2 . Quando esse corpo estiver posicionado no solo,

sua energia potencial gravitacional valerá:

- a) zero
- b) 20J
- c) 30J
- d) 60J
- e) 90J

3. Um corpo é lançado verticalmente para cima num local onde $g = 10 \text{ m/s}^2$. Devido ao atrito com o ar, o corpo dissipa, durante a subida, 25 % de sua energia cinética inicial na forma de calor. Nestas condições, pode-se afirmar que, se a altura máxima por ele atingida é 15 cm, então a velocidade de lançamento, em m/s, foi:

- a) 1,0
- b) 2,0
- c) 3,0
- d) 4,0
- e) 5,0

4. Uma esfera de massa 5 kg é abandonada de uma altura de 45 m num local onde $g = 10 \text{ m/s}^2$. Calcular a velocidade do corpo ao atingir o solo. Despreze os efeitos do ar.

APÊNDICE E – Recuperação paralela

***Orientações:** Todas as questões devem apresentar o cálculo, quando necessário. Os cálculos podem ser feitos a lápis, porém, o resultado final deve ser destacado e escrito à caneta. O uso da calculadora é permitido. A correta interpretação das questões faz parte dos critérios de avaliação. Para selecionar a alternativa, marque com um X a letra correspondente, sem rasuras. Caso não haja a apresentação do cálculo (quando o mesmo for necessário) a questão não será validada, mesmo que a alternativa correta esteja marcada. Faça os cálculos no verso.*

1 - (UEPB) O princípio da conservação da energia constitui uma das grandes generalizações científicas elaboradas no século XIX. A partir dele, todas as atividades humanas passaram a ter um “denominador comum” – a energia.

Com base na compreensão desse princípio, relacione os objetos ou fenômenos numerados de 1 a 5, com as transformações de energia correspondentes, abaixo deles.

- (1) No movimento de uma pessoa que escorrega num tobogã.
- (2) Um secador de cabelos possui um ventilador que gira e um resistor que se aquece quando o aparelho é ligado à rede elétrica.
- (3) Um automóvel em que a bateria constitui a fonte de energia para ligar o motor de arranque, acender os faróis e tocar a buzina, etc.
- (4) Na usina hidroelétrica, onde a queda-d’água armazenada em uma represa passa pela tubulação fazendo girar uma turbina e seu movimento de rotação é transmitido a um gerador de eletricidade.

(5) Na usina térmica, onde a queima do carvão ou petróleo (óleo combustível) provoca a vaporização da água contida em uma caldeira. Esse vapor, em alta pressão, faz girar uma turbina e essa rotação é transmitida ao gerador de eletricidade.

- () A energia elétrica transforma-se em energia de movimento (cinética) e térmica.
- () A energia potencial transforma-se em energia cinética e térmica.
- () A energia potencial de interação gravitacional transforma-se em energia cinética, que se transforma em elétrica.
- () A energia potencial química transforma-se em energia de movimento (ou cinética) em luminosa e em sonora.
- () A energia potencial química transforma-se em energia térmica, que se transforma em cinética e, por sua vez, transforma-se em elétrica.

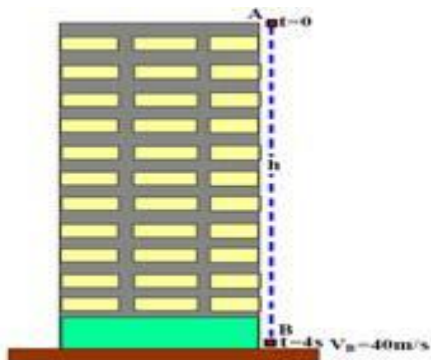
2 - (ENEM) Observe a situação descrita na tirinha a seguir.



Assim que o menino lança a flecha, há transformação de um tipo de energia em outra. A transformação, nesse caso, é de energia

- a) potencial elástica em energia gravitacional.
- b) gravitacional em energia potencial.
- c) potencial elástica em energia cinética.
- d) cinética em energia potencial elástica.
- e) gravitacional em energia cinética.

3 - (PUC-RJ) Uma pedra, deixada cair de um edifício, leva 4s para atingir o solo.



Desprezando a resistência do ar e considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$, escolha a opção que indica a altura do edifício em metros.

- a) 20
- b) 40
- c) 80
- d) 120
- e) 160

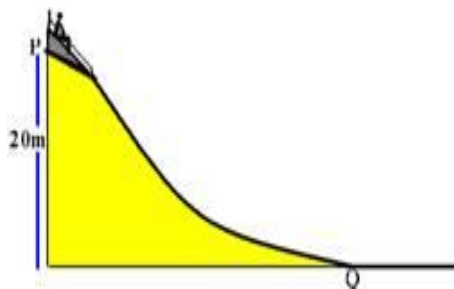
4 - (PUC-MG) Um ciclista desce uma rua inclinada, com forte vento contrário ao seu movimento, com velocidade constante.



Pode-se afirmar que:

- sua energia cinética está aumentando.
- sua energia potencial gravitacional está diminuindo
- sua energia cinética está diminuindo.
- sua energia potencial gravitacional é constante.

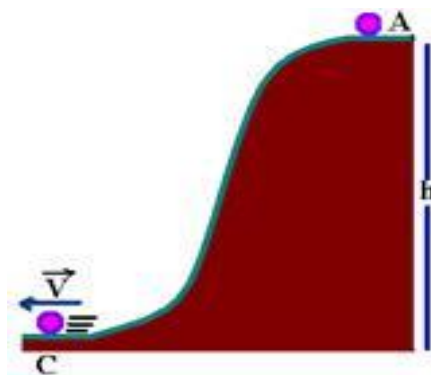
5 - (UFJF-MG) Um trenó, com um esquiador, começa a descer por uma rampa de gelo, partindo do repouso no ponto P, à altura de 20m. Depois de passar pelo ponto Q, atinge uma barreira de proteção em R, conforme a figura.



O conjunto trenó-esquiador possui uma massa total de 90kg. O trecho QR encontra-se na horizontal. Despreze as dimensões do conjunto, o atrito e a resistência do ar durante o movimento. Usando o princípio da conservação da energia mecânica, calcule a velocidade com que o conjunto

chega ao ponto Q na base da rampa.

6 - Na situação descrita a seguir, uma esfera de massa 4,0kg é abandonada do repouso da altura de 8,0m.



Ela percorre a rampa passando pelo ponto horizontal com velocidade de 10m/s. ($g=10\text{m/s}^2$) Qual a porcentagem da energia dissipada por atrito entre os pontos A e C?

- 15%
- 22,5%
- 37,5%
- 50%
- 65%

APÊNDICE F – Produto didático

2018
 Produto didático
 Volume 1, Edição 1

Ensino de Energia Mecânica – uma sequência didática construída à luz das Neurociências

O que você vai encontrar?

- Competências e habilidades.
- Passo a passo da sequência didática.
- Materiais de suporte utilizados na sequência.

Índice:

Competências e habilidades	2
Atividades	3 a 10
Avaliação	11
Anexos	12 a 28
Referências	29

A sequência didática

A sequência de aulas a seguir foi construída a partir de estratégias de ensino que permitam a construção do conhecimento baseada na preocupação de como o cérebro aprende.

Conteúdo: Energia Potencial gravitacional e Energia Cinética

Público alvo: Estudantes do 1º ano do Ensino Médio

Número de aulas em sala: 7 aulas de 45 minutos

Número de aulas para apresentação dos seminários: 3 aulas de 45 minutos

Momento de aplicação no decorrer do ano letivo: 3º bimestre

Objetivos gerais: Apresentar o princípio de conservação de energia mecânica e as diferentes manifestações da energia.

Por que Neurociência?

Conhecer o funcionamento do cérebro pode parecer uma tarefa difícil, porém, é possível levar dicas simples da Neurociência para a sala de aula a fim de tornar o convívio mais agradável e aumentar a qualidade do processo de ensino-aprendizagem.

Para tanto, esta se-

quência de aulas foi elaborada com o intuito de introduzir elementos da aprendizagem significativa no cotidiano escolar..

Todas as ferramentas didáticas utilizadas são justificadas como estratégias de ensino a partir de apontamentos da Neurociência.

Além disso, de forma a facilitar sua aplicabilidade, a sequência didática propõe um plano de trabalho simples, de fácil execução e com materiais acessíveis.



“A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, de modo a que tenham assegurados seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento, em conformidade com o que preceitua o Plano Nacional de Educação (PNE).”
(BNCC, 2017)



Competências e Habilidades

Competência específica 1

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global.

Habilidade: (EM13CNT101) Analisar e representar as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões em situações cotidianas e processos produtivos que priorizem o uso racional dos recursos naturais.

Competência específica 2

Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis.

Habilidades: (EM13CNT201) Analisar e utilizar modelos científicos, propostos em diferentes épocas e culturas para

avaliar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo.

(EM13CNT206) Justificar a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.

Competência específica 3

Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

Habilidades: (EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

(EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos – interpretando gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, elaborando textos e utilizando diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) –, de modo a promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância socio-cultural.

(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

- ✓ Todos os dados citados nesta página, inclusive as imagens, foram retirados do site <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>, acessado em 20 de outubro de 2018.

Atividade 1 – Sondagem das concepções alternativas e apresentação do plano de trabalho

Tempo necessário em sala: 10 minutos para a coleta das concepções e 30 minutos para a explicação da sequência didática.

Recursos didáticos: quadro, mídia de projeção, folhas impressas com o cronograma.

Objetivos específicos desta atividade:

- Fazer uma avaliação diagnóstica dos estudantes e apresentar o plano de trabalho, de forma a deixar claro a todos qual será o roteiro das próximas aulas, bem como quais serão os critérios de avaliação.

O que espera-se dos estudantes:

- Que façam uma reflexão sincera sobre o que pensam sobre o tema, além de apropriar-se do plano de trabalho, a fim de se organizarem para a realização das atividades.

Descrição da atividade

Inicia-se a aula com uma sondagem das concepções dos alunos acerca do conceito de energia.

O professor expõe no quadro a seguinte pergunta: "O que é energia?". É importante que o professor ressalte que os mesmos não serão avaliados por suas respostas. Os alunos responderão individualmente e as respostas serão coletadas (em uma folha de papel simples, sem a necessidade de identificação) e classificadas (em momento extra-classe), de acordo com as categorias informadas no Anexo 1.

Ao término da coleta, o professor deverá apresentar o plano de trabalho com as atividades a serem desenvolvidas pelos estudantes no decorrer da sequência didática. É extremamente importante que o professor tenha conhecimento absoluto do roteiro, pois a apre-

sentação do cronograma de atividades poderá gerar muitas dúvidas e questionamentos por parte dos estudantes.

Também deverá haver a preocupação em insistir para que os estudantes fiquem bastante atentos às datas, para organizarem-se de forma objetiva na execução das tarefas. Um modelo de cronograma pode ser encontrado em anexo (Anexo 2).

"A função executiva do cérebro vem sendo definida como um conjunto de habilidades, que de forma integrada, possibilitam ao indivíduo direcionar comportamentos a objetivos, realizando ações voluntárias.." (MOURÃO JR. E MELO, 2011)

"Além dos sujeitos, é preciso conhecer o objeto que estará em pauta, tendo em vista sua apropriação." (VASCONCELLOS, 2006)

Atividade 2 – Leitura do texto e imagem de diferentes formas de energia

Tempo necessário em sala: 45 minutos

Recursos didáticos: Quadro, mídia de projeção, folha impressa com o texto a ser debatido.

Objetivos específicos desta atividade:

- Utilizar-se da prática da leitura para evocação de momento de concentração.
- Permitir um diálogo de-

mocrático entre professor e estudantes acerca do tema principal abordado no texto.

- Apresentar múltiplos contextos nos quais é possível identificar diferentes configurações de energia.

O que espera-se dos estudantes:

- Que participem de um diálogo que confronte suas concepções prévias

com os aspectos encontrados em um texto científico.

- Que percebam a energia como uma grandeza a ser conservada, independente dos processos envolvidos.
- Que percebam os diferentes contextos em que é possível utilizar o termo "energia" e associem esse conhecimento com aspectos de seu cotidiano.

"As imagens oferecem situações, coisas, pessoas que guardam alguma semelhança com outras situações, coisas, pessoas."
(FREITAS, 2005)

Descrição da atividade

Neste momento, os estudantes serão convidados a ler um texto sobre a conservação de energia sob a concepção de Richard Feynman e adaptado por Emiliano Chelmo. (O texto encontra-se no Anexo 3). O tempo de leitura será de 10 minutos, e os estudantes deverão ser avisados previamente deste tempo. Caso seja necessário, o tempo poderá ser prorrogado por mais três minutos.

Fazendo uma breve apresentação do autor, o professor deverá abrir um debate entre os alunos instigando-os a fazerem apontamentos sobre as conclusões que tiraram do texto. Para instigá-los o professor pode perguntar o que mais lhes chamou atenção no texto e a discussão deverá ser norteada pelos objetivos desta atividade.

Os dez minutos finais da aula deve-

rão ser reservados para a apresentação de uma imagem (através de um projetor multimídia) que contém alguns exemplos de manifestações de energia de nosso cotidiano. (Um modelo de imagem encontra-se no Anexo 4). É importante que os próprios alunos cite exemplos análogos aos que estão sendo apresentados.



Atividade 3 – Desenhos animados

Tempo necessário em sala: 45 minutos.

Recursos didáticos: projetor multimídia, quadro.

Objetivos específicos desta atividade:

- Apresentar, de forma lúdica, situações em que é possível identificar e

classificar diferentes formas de manifestação de energia.

O que espera-se dos estudantes:

- Que evoquem memórias da aula anterior, lembrando-se dos termos utilizados e relacionando-os com as cenas de desenhos animados apresentadas.

- Que se familiarizem com os termos científicos.

Descrição da atividade

A abordagem agora será feita através de um vídeo de aproximadamente 3 minutos. Diversos trechos de desenhos animados trazem manifestações de diferentes formas de energia.

Os alunos serão convidados a reconhecer e classificar as cenas com os nomes das formas de energia envolvidas. É necessário explicar que cada cena será numerada e que os mesmos deverão classificar as cenas a partir destes números. Por exemplo: cena 1, energia potencial elástica; cena 2, energia cinética e potencial gravitacional. Se necessário, o vídeo poderá ser reproduzido mais de uma vez.

Deve ser ressaltado que os alunos não devem preocupar-se com a avaliação de suas respostas. O mais importante nessa etapa é a participação de todos. Ao final, as respostas deverão ser coletadas e o vídeo deverá ser novamente repassado, agora com as respostas dadas pelo professor.

Através de uma aula expositiva, o

professor deverá discutir as classificações feitas pelos estudantes e apresentar as mais diversas manifestações de energia em nosso cotidiano, preocupando-se em concentrar a explicação nos exemplos de energia mecânica, bem como apresentar uma proposta de como calcular, a partir de um referencial, valores de energia cinética e potencial gravitacional.

O link para acessar o vídeo é

<https://youtu.be/8k0JtnasoPw>.

“A transferência do material entre as memórias de curto prazo e as memórias de longo prazo efetua-se pela sua recapitulação, ou seja, pela repetição da informação que entrou na memória de curto prazo.” (REIS, 2014)

Atividade 4 – Roteiro pista de skate

Tempo necessário em sala: 45 minutos

Recursos didáticos: computador e sala informatizada com acesso à internet, roteiro da experimentação.

Objetivos específicos desta atividade:

- Fazer uso da prática experimental a partir de um simulador virtual.
- Permitir que os estudantes sejam protagonistas da construção do conhecimento.
- Atribuir quantidade à grandeza energia, que até o momento foi trabalhada de forma qualitativa.

O que espera-se dos estudantes:

- Que compreendam o conceito de conservação de energia mecânica, observando na prática as variações nas quantidades de energia potencial gravitacional, cinética e térmica.
- Que aprendam a matematizar as grandezas associadas.

Descrição da atividade

O roteiro traz todas as informações necessárias para a aplicação desta atividade (e encontra-se no anexo 5), mas é muito importante que a sala já esteja previamente preparada, com os computadores ligados e os simuladores já prontos para serem utilizados. Desta forma, o tempo da aula será suficiente.

A partir desse momento, a aula deverá convergir para a abordagem em Energia Mecânica e com a ajuda de uma simulação, os estudantes seguirão um roteiro de experimentação virtual. Em sala informatizada, os mesmos serão divididos em duplas e deverão responder aos questionamentos feitos no roteiro. O professor deverá ficar a disposição para sanar eventuais dúvidas.

Assim como nas atividades anteriores, os estudantes deverão preocupar-se em

realizar a atividade sem a responsabilidade de responder tudo corretamente, ou seja, a nota será atribuída simplesmente por terem realizado a tarefa com comprometimento. O professor poderá corrigir os roteiros a fim de fazer apontamentos, porém, isso não será considerado para fins de avaliação direta.

"(...) o aprendizado é um processo dirigido, no qual um indivíduo constrói relações a partir de situações que vivencia interagindo com o meio e com outros indivíduos." (Schroeder, 2007)

Atividade 5 – Lista de exercícios

Tempo necessário em sala: 45 minutos

Recursos didáticos: quadro e lista de exercícios impressa.

Objetivos específicos desta atividade:

- Resolver problemas que envolvam o conceito de conservação de energia mecânica através da matematização das grandezas energia cinética e energia potencial gravitacional.

O que espera-se dos estudantes:

- Que associem as formas de energia trabalhadas até o momento de forma qualitativa com a quantificação dessas grandezas.

- Que percebam que o cálculo dos valores relacionados às energias dependem de um referencial e que as variações nas quantidades de energias implicam em variações nas variáveis do sistema.

Descrição da atividade

A partir de uma lista de situações problemas, o professor irá resolver alguns exercícios no quadro. A sugestão é que seja utilizado como exemplo o item 7 da lista de exercícios (a lista encontra-se no Anexo 6). Os demais problemas deverão ser resolvidos pelos estudantes em sala e concluídos extra-classe para serem entregues na próxima aula, quando ocorrerá a avaliação escrita.

A entrega dos exercícios poderá ser feita em folha de monobloco simples e individualmente, porém deve-se deixar a sugestão para que os estudantes reúnam-se para a execução da tarefa.

"Pode-se afirmar, sem exageros, que a qualidade da mediação, em muitos casos, determina toda a história futura da relação entre o aluno e um determinado conteúdo ou prática desenvolvida na escola."
(LEITE E TASSONI, 2002)

Atividade 6 – Prova escrita

Tempo necessário em sala: 45 minutos

Recursos didáticos: Prova impressa

Objetivos específicos desta atividade:

- Avaliar a autonomia dos estudantes ao resolver problemas que envolvam a aplicação do conceito de conservação de energia, com foco em Energia Mecânica.

O que espera-se dos estudantes:

- Que apresentem soluções científicas e matematicamente coerentes na resolução dos problemas.

"A avaliação formativa busca basicamente identificar insuficiências principais em aprendizagens iniciais, necessárias à realização de outras aprendizagens. "
(Bloom et al., 1983)

Descrição da atividade

Responder ao questionário elaborado previamente pelo professor, de forma individual e sem consulta a qualquer tipo de material.

As questões envolvem cálculos de energia mecânica a partir do princípio de conservação de energia mecânica. No Anexo 7 encontram-se: um modelo de prova escrita e um modelo de prova de recuperação paralela, que poderá ser aplicada em outro momento, em caso de necessidade.

Atividade 7 – Preparação para seminários

Tempo necessário extra-classe:
prazo de duas semanas

Tempo necessário em sala para orientações e discussão em grupos: 45 minutos

Recursos didáticos: materiais eventualmente apresentados pelos alunos.

Objetivos específicos desta atividade:

- Orientar os estudantes sobre a dinâmica das apresentações, visto que os critérios já foram apresentados na divulgação do cronograma feita na Atividade 1 desta sequência.

O que espera-se dos estudantes:

- Que finalizem os preparativos para a apresentação de seus seminários e saiam quaisquer dúvidas que ainda possam surgir.

"A avaliação formativa deve ocorrer frequentemente durante o ensino"
(Bloom et al., 1983)

Descrição da atividade

Finalizar os preparativos da apresentação/seminário sobre o tema: energia e a conservação da energia.

A apresentação deverá ser pensada para ser levada até pessoas totalmente leigas do ponto de vista científico (o público alvo será uma turma do 4º ano do Ensino Fundamental).

Os estudantes poderão utilizar recursos diversos, tais como: cartazes, experimentos, música, teatro, vídeos, entre outros.

Importante ressaltar que, neste dia, os estudantes poderão utilizar 45 minutos em sala para receber orientações do professor e reunir-se com suas equipes para os preparativos finais, porém, a apresentação já deverá estar estruturada até esta data. A aula será disponibilizada para os ajustes finais. Os materiais necessá-

rios deverão ser solicitados nesta aula, para que o professor possa deixar a sala de apresentações pronta antes do início da próxima etapa.

Atividade 8 – Apresentação dos seminários

Tempo necessário em sala: 15 minutos por apresentação

Tempo total: 135 minutos (considerando 9 grupos)

Recursos didáticos: projetor multimídia, microfone, caixa de som, e materiais previamente solicitados pelos estudantes.

Objetivos específicos desta atividade:

- Avaliar qualitativamente e individualmente a apropriação dos conceitos físicos trabalhados até o momento no decorrer da sequência didática, através das falas e performances dos estudantes do ensino médio.

- Levar até os estudantes das séries iniciais conceitos que possam transformar suas concepções alternativas em conhecimento científico, a fim de enriquecer seu contato com a ciência ainda na infância.

O que espera-se dos estudantes:

- Que consigam transformar o conhecimento construído ao longo da sequência didática em argumentos e explicações que possam ser ensinados a estudantes leigos das séries iniciais.
- Que façam uma transposição didática adaptada a faixa etária (9 anos) do público alvo.

"Pesquisas recentes têm apontado que, em histórias de sucesso entre sujeitos e objetos de conhecimento, geralmente identificam-se mediadores (frequentemente parentes e/ou professores) que desenvolveram uma mediação afetiva, com resultados também profundamente afetivos, determinando processos de constituições individuais duradouros e importantes para os indivíduos."
(LEITE E TASSONI, 2002)

Descrição da atividade

Os estudantes apresentarão seus trabalhos para os alunos das séries iniciais (4º ano).

Os critérios de avaliação serão:

- ✓ domínio dos conteúdos de Física,
- ✓ utilização do tempo,
- ✓ transposição didática,
- ✓ linguagem,
- ✓ recursos.

Para que esta etapa seja possível, deverá ser feito previamente um acordo com a direção da escola e com a professora de uma turma do 4º ano das séries iniciais.

O espaço para as apresentações precisa ser suficiente para acomodar o equivalente ao número de estudantes das duas turmas (turma que fará a exposição e turma que assistirá às apresentações).

Deve-se verificar a possibilidade da reserva desta data e do espaço físico com bastante antecedência, visto que o professor não poderá assumir outras aulas neste momento.

Avaliação da sequência didática

A nota **N1** refere-se simplesmente a execução das atividades 2, 3, 4 e 5. Os estudantes somam 2,5 pontos para cada atividade da qual participaram. Trata-se de uma avaliação formativa, onde os estudantes são motivados a fazerem parte do processo de aprendizagem.

A nota **N2** é puramente quantitativa, representando um modelo tradicional de avaliação individual: avaliação escrita e somativa.

A nota **N3** refere-se a apresentação dos seminários e será atribuída individualmente, respeitados os critérios da avaliação.

Média final da atividade (individual):

- **Nota 1 (N1):** A execução das atividades 2, 3, 4 e 5 implicam em uma pontuação total de 10 pontos.
 - Atividade 2 = 2,5 pontos;
 - Atividade 3 = 2,5 pontos;
 - Atividade 4 = 2,5 pontos;
 - Atividade 5 = 2,5 pontos;
- **Nota 2 (N2):** nota da atividade 6. Implica em uma pontuação total de 10 pontos.
- **Nota 3 (N3):** nota da atividade 7. Implica em uma pontuação total de 10 pontos. DEVEMOS FAZER UMA MENÇÃO À RECUPERAÇÃO QUE PODERÁ SER APLICADA E EM QUAL MOMENTO.

$$\text{Média Final} = \frac{N1 + N2 + N3}{3}$$

Anexo 1

A seguinte relação de categorias foi utilizada em uma pesquisa realizada por Vinicius Jacques e José de Pinho Alves Filho, a fim de analisar as abordagens dos livros didáticos com relação ao conceito de Energia. Na sequência didática, serão classificadas as concepções dos estudantes e utilizado o mesmo conjunto de categorias, acrescentando apenas um item, FOR, para as respostas que associaram energia a força e movimento.

- **ANTROPOCÊNTRICA (ANT)** – A energia aparece associada a coisas vivas, principalmente ao ser humano ou os objetos são vistos como se possuíssem atributos humanos. A energia também é pensada como necessária para a manutenção da vida.

- **ARMAZENADA (ARM)** – A energia é armazenada ou está contida em certos objetos. Os corpos possuem energia.

- **CAUSAL (CAU)** – A energia é necessária para realizar "alguma coisa", como provocar mudanças, transformações e/ou alterações nos corpos ou sistemas.

- **ATIVIDADE (ATI)** – Energia associada a movimento, onde havendo movimento há energia. Somente os corpos que se movimentam têm energia associada a eles.

- **FLUIDO (FLU)** – A energia pode se deslocar, fluir, ser transferida de um corpo/sistema para outro.

- **PRODUTO (PRO)** – A energia é um produto de um estado ou sistema. A energia é gerada, produzida a partir de alguma interação.

- **FUNCIONAL (FUN)** – A energia é vista como um combustível ou está associada a aplicações tecnológicas que visam proporcionar conforto ao homem.

- **TRANSFORMAÇÃO (TRA)** – A energia se transforma de uma forma a outra.

- **CONSERVAÇÃO (CON)** – Há "algo" por trás das transformações que ao se transformar se conserva. A energia se transforma de uma forma a outra, mas se conserva nas totalizações das diferentes formas.

- **DEGRADAÇÃO (DEG)** – A energia se degrada, porque o calor, uma de suas formas, é menos elástica ou reversível do que outras formas.

- **FORÇA (FOR)** – A energia é sempre vinculada a força e movimento.

- **NÃO SE APLICA (NSA)** – Nenhuma das categorias anteriores.

Fonte: ALVES FILHO, José de Pinho e JACQUES, Vinicius. **O conceito de energia: os livros didáticos e as concepções alternativas.** UFSC, Florianópolis, 2008.

Anexo 2

Plano de trabalho – Prof(a) _____

Sequência didática – Energia e sua conservação

<p>Data – dia da semana Atividade 1 – Sondagem concepções e apresentação do plano de trabalho Coleta das concepções Explicação da sequência didática.</p>
<p>Data – dia da semana Atividade 2 – Leitura do texto e imagem das diferentes formas de energia</p>
<p>Data – dia da semana Atividade 3 – Desenhos animados</p>
<p>Data – dia da semana Atividade 4 – Roteiro pista de skate</p>
<p>Data – dia da semana Atividade 5 – Resolução de exercícios Relembrar o prazo dos seminários</p>
<p>Data – dia da semana Atividade 6 – Prova escrita Responder ao questionário elaborado previamente pelo professor.</p>
<p>Data – dia da semana Atividade 7 – Organização dos seminários Tempo necessário em sala para orientações e discussão em grupos: 45 minutos Até este dia, deverá estar preparada uma apresentação/seminário sobre o tema: energia e a conservação da energia. A apresentação deverá ser pensada para ser levada até pessoas totalmente leigas do ponto de vista científico. Poderão ser utilizados recursos diversos, tais como: cartazes, experimentos, música, teatro, entre outros. Os alunos deverão utilizar 45 minutos desta aula para receber orientações do professor e reunir-se com suas equipes para os preparativos finais.</p>
<p>Data – dia da semana Atividade 8 – Apresentação do seminário Tempo necessário em sala: 20 minutos por apresentação (esse tempo não está de acordo com a sequência) Tempo total: 4h (esse tempo não está de acordo com a sequência - verificar) Os estudantes apresentarão seus trabalhos para os alunos das séries iniciais (pré ou 4º ano). Os critérios de avaliação serão:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ domínio do conteúdo de Física, ✓ utilização do tempo, ✓ transposição didática, ✓ linguagem, ✓ recursos.
<p>Média final da atividade (individual):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nota 1 (N1): A execução das atividades 2, 3, 4 e 5 implicam em uma pontuação total de 10 pontos. - Atividade 2 = 2,5 pontos; - Atividade 3 = 2,5 pontos; - Atividade 4 = 2,5 pontos; - Atividade 5 = 2,5 pontos; • Nota 2 (N2): nota da atividade 6. Implica em uma pontuação total de 10 pontos. • Nota 3 (N3): nota da atividade 7. Implica em uma pontuação total de 10 pontos. <p>Média Final = $\frac{N1+N2+N3}{3}$</p>

Anexo 3**A Energia segundo Richard Feynman**

O que é energia? Esta é uma pergunta que fascina qualquer um, de qualquer idade. A energia está em tantas coisas presente, como nos alimentos, nas máquinas em geral, no Sol, num livro na estante, em nós mesmos, que tentar responder a uma questão destas é no mínimo, uma atitude de coragem. Uma das pessoas que tentou explicá-la de uma forma brilhante e original foi Richard Feynman, um dos maiores físicos deste século. No seu livro "As palestras de Feynman sobre física" encontramos esta jóia preciosa, que é a visão da Natureza de um vencedor do prêmio Nobel.

Feynman inicia sua tentativa com uma simples e rápida análise do problema: "ainda não sabemos o que é energia", diz. Sem sombra de dúvida sua plateia fica decepcionada com tal afirmação logo no início da palestra. Mas, com entusiasmo, ele continua: "não sabemos por ser a energia uma coisa 'estranha'. A única coisa de que temos certeza e que a Natureza nos permite observar é uma realidade, ou se prefere, uma lei chamada "Conservação da Energia".

"Esta lei diz que existe 'algo', uma quantidade que chamamos energia, que se modifica em forma, mas que a cada momento que a medimos ela sempre apresenta o mesmo resultado numérico. É incrível que algo assim aconteça. Na verdade é muito abstrato, matemático até, e por ser assim tentemos ilustrá-lo com uma analogia".

"Imagine um garoto, pode ser Dennis, 'o Pestinha', que possui uns bloquinhos absolutamente indestrutíveis e indivisíveis. Cada um é igual ao outro e que ele tenha 28 bloquinhos. Por ter pintado o sete sua mãe o coloca de castigo em seu quarto com os bloquinhos e ao final do dia vai conferir como está o menino e os bloquinhos. Quão grande é a surpresa da mãe ao constatar que faça o que Dennis faça os bloquinhos sempre dão 28. Sua mãe descobriu uma Lei Fundamental".

Com o passar dos dias, ela continua a contar os bloquinhos até que um dia só encontra 27 blocos. Mas uma pequena investigação indica que existe um debaixo do tapete. Ela precisará olhar com mais cuidado e atenção para verificar se o número de bloquinhos realmente não muda".

"Um dia, entretanto, ela só encontra 26 bloquinhos no quarto. Uma averiguação mostra que a janela está aberta e que os 2 bloquinhos restantes estão lá fora. Até que um dia aparecem 30 blocos! A surpresa é considerável até que descobre-se que Bruce veio visitá-lo e trouxe consigo seus bloquinhos. Após separá-los, fechar a janela e não deixar Bruce entrar, ela conta e encontra apenas 25 blocos. Depois de procurar em todos os lugares e não achar nada, restava verificar o conteúdo da caixa de brinquedos do menino. Mas ele diz - "não mexa na minha caixinha de brinquedos", e chora. A mãe está proibida de mexer na caixinha".

Ela não pode fazer muito. Com o passar dos dias ela volta a contar e encontra os 28 facilmente. Aproveita então e pesa a caixinha, que dá 450g. Outro dia acontece de procurar em todo lugar e resta apenas a desconfiada caixinha de brinquedos. Faltam 4 bloquinhos e a mamãe sabe que cada um pesa 80g; pesando a caixa obtém 770g (que é 450g + 4x80g). Ardilosamente ela monta uma equação:

$$(\text{número de bloquinhos vistos}) + \frac{(\text{peso da caixa} - 450\text{g})}{80\text{g}} = \text{constante}$$

Página 15 de 30 Ensino de Energia Mecânica

"E esta fórmula funciona mas nem sempre é válida. Pode haver variações como por exemplo uma observação da água suja da banheira está mudando de nível. O menino está jogando os bloquinhos na água e a mamãe não pode vê-los por estar suja, mas ela pode achá-los adicionando outro termo à sua fórmula. Desde que a altura original era de 15 cm e que cada bloquinho eleva a água de 1/2 cm, a nova fórmula poderia ser do tipo":

$$(\text{número de bloquinhos vistos}) + \frac{(\text{peso da caixa} - 450g)}{80g} + \frac{(\text{altura do nível de água} - 15cm)}{1/2cm} = \text{constante}$$

"Repere o leitor que a fórmula acima poderia possuir mais e mais termos à medida que o menino faz mais e mais travessuras ao esconder os bloquinhos. Cabe à mamãe observar tudo o que ocorre no quarto e verificar a validade da Lei Fundamental que descobriu".

"Mas o interessante mesmo é que se repararmos o segundo e o terceiro termos da fórmula nos veremos calculando quantidades QUE NÃO SÃO BLOQUINHOS e sim comprimentos e pesos. Isto faz parte da idéia abstrata da coisa (a energia). A analogia então nos mostra que enquanto calculamos a energia, algumas coisas somem e outras aparecem - devemos pois ter cuidado com o que somamos ou subtraímos da fórmula. Outro ponto é que a energia se apresenta de diferentes formas, que podem ser mecânica, calorífica, química, nuclear, mássica,.... Apresentando-se sempre de formas variadas, com várias roupagens, mas sempre - e até hoje não encontramos exceção - sempre ela dá como resultado '28' ".

Algo realmente intrigante.

"Na Natureza nada se perde, nada se cria, tudo se transforma".

Texto adaptado por Emiliano Chemello - echemell@ucs.br

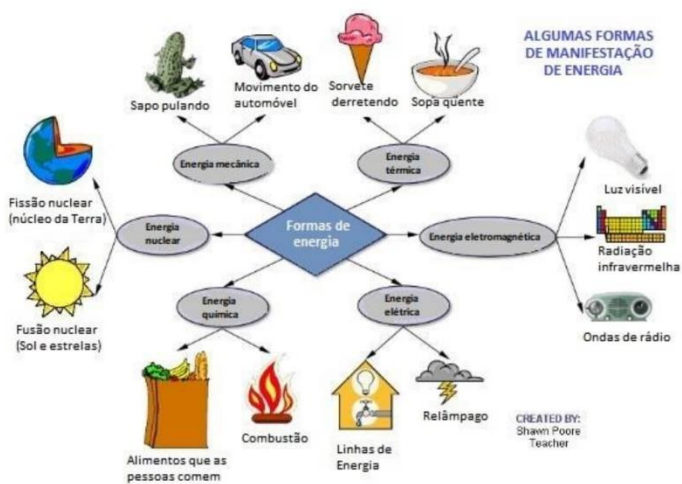
Anexo 4**Formas de manifestações de Energia**

Imagem retirada do site <https://elwarden.wordpress.com/task-1-introduction-to-energy/>, acessado em 15/06/2017 e traduzida para o português

Anexo 5**Roteiro para experimento virtual – Energia Mecânica****Objetivos**

- Perceber as transformações da energia em potencial gravitacional, cinética e térmica.
- Analisar as mudanças nos valores de energia cinética e potencial quando o atrito é desprezado.
- Identificar a influência do atrito na dissipação por energia térmica.
- Compreender o princípio de conservação de Energia Mecânica.

Ambiente e tecnologias necessárias para a realização do experimento virtual

Para a realização da aula será necessário que o professor tenha a sua disposição um laboratório de informática com computadores para que os alunos possam realizar o experimento de forma individual ou em grupos.

Antes da aula, é de extrema importância que o aplicativo seja conferido em todas as máquinas. O professor deverá seguir os seguintes passos para minimizar possíveis problemas que possam vir a surgir no momento da experimentação:

- ✓ Verificar se o navegador dos computadores está em uma versão compatível. Os testes realizados mostraram que o navegador Chrome (versão 51.0.2704.106 m) permite que o aplicativo funcione normalmente. Versão do Flash: WIN 22,0,0,192.
- ✓ Conferir se o plugin do Adobe Flash player está instalado no navegador.
- ✓ Acessar o site https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park-basics/latest/energy-skate-park-basics_pt_BR.html. Clicar sobre a simulação.
- ✓ Testar se o aplicativo funciona com a rede desligada, ou seja, sem acesso à internet.
- ✓ Se na sua escola o acesso à internet não é seguro ou ocorrem muitas flutuações, acesse o [link https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/energy-skate-parke](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/energy-skate-parke) e faça o download do aplicativo. Para este procedimento, os computadores precisam da versão atualizada do Java. Neste caso, a *template* do simulador é diferente, mas as ferramentas são as mesmas e facilmente adaptáveis.
- ✓ Repetir o procedimento em todos os computadores.

Observações: no site onde é possível fazer o download do aplicativo, você encontrará orientações de como proceder caso o seu sistema operacional não seja o Windows.

Parte 1 - Como se faz

1. Abra o aplicativo indicado por seu professor ou acesse a página https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/energy-skate-park-basics.
2. Você realizará um experimento virtual que fará a simulação do movimento de um *skatista* em diversas situações. O experimento implica em soltar o personagem de diferentes alturas e em diferentes condições. Você pode aproveitar os primeiros cinco minutos para explorar a simulação e testar as ferramentas. Antes de iniciar o próximo passo, procure o botão reiniciar na janela "Intro" para que o experimento seja iniciado.
3. A figura 1 ilustra a tela inicial do simulador. Observe quais as possibilidades de mudanças em seus lançamentos e entenda cada item.

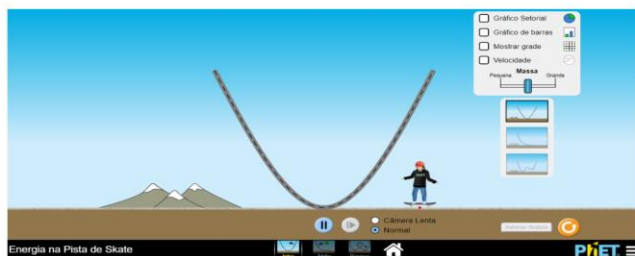


Figura 1

6. Janelas: Você tem três opções de salas virtuais. Na tela acima está selecionada a janela "Intro", que apresenta a primeira sala virtual a ser trabalhada.
7. Skatista: este é o personagem da simulação. Você poderá deslocá-lo clicando sobre o mesmo e arrastando-o com o mouse.
8. Pista: local onde o *skatista* realizará o percurso. Nesta primeira tela, você não pode alterá-la.
9. Reiniciar: ao clicar nesse botão, o aplicativo retornará às configurações iniciais.
10. Ferramentas de informações: ao selecionar os itens, as informações serão exibidas na tela. Deixe todas as opções selecionadas, e não altere a massa. A figura 2 ilustra a tela com tais itens selecionados.

Página 19 de 30 Ensino de Energia Mecânica

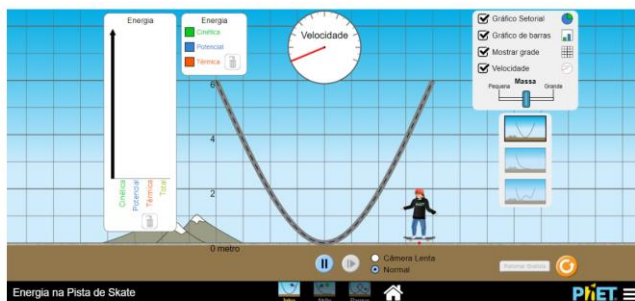


Figura 2

11. Gráfico de barras: aqui você poderá verificar a variação das energias e sua dependência com as condições do problema.
12. Gráfico setorial: quando o skatista estiver em movimento, um gráfico de "pizza" surgirá sobre sua cabeça, mostrando a variação das energias cinética, potencial e térmica.
13. Velocidade: a medida que o skatista se movimenta, você pode acompanhar a variação de sua velocidade.

4. Arraste o skatista para a posição 6 e solte-o. Observe seu movimento e responda as seguintes perguntas:

a) O gráfico de barras apresenta mudanças. Descreva essas mudanças, analisando os três tipos de energias e a energia total.

b) O que você acha que faz com que a energia cinética aumente?

c) O que você acha que faz com que a energia potencial aumente?

d) Por que a energia térmica não se altera?

e) Que alturas o skatista atinge em ambos os lados da pista (direito e esquerdo). Explique o porquê da sua resposta.

Obs.: caso você não consiga responder os itens **d)** e **e)** agora, deixe-as em branco e vá para o próximo passo. Retorne quando achar que já consegue responder

5. Clique sobre o botão "Atrito" na parte inferior da tela. Selecione todos os itens no canto superior direito. Surgirá a seguinte tela, conforme a figura 3.



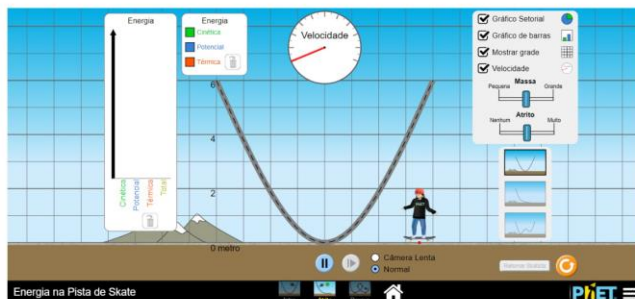


Figura 3

6. Deixe selecionada a pista indicada na seta vermelha. Não altere a massa nem o atrito. Arraste o skatista para a posição 6. Observe seu movimento e responda às seguintes perguntas:
- Descreva o movimento de acordo com suas observações. O que mudou em relação à atividade realizada no item 4 do roteiro?
-
-
-
-
- O gráfico de barras apresenta mudanças. Descreva essas mudanças, analisando os três tipos de energias e a energia total.
-
-
-
-
- Por que o skatista não consegue mais atingir a altura de onde ele foi lançado?
-
-
-
-

Parte 2 – Resolvendo problemas

Abaixo encontra-se uma tabela, a qual você deverá preencher após a leitura da Análise Física (próximo tópico deste roteiro). Para realização dos cálculos, você deve considerar a massa do skatista igual a 70 kg e a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 . Despreze o atrito e utilize as unidades de acordo com o Sistema Internacional de Unidades (SI).

Realize os cálculos no espaço destinado (final do roteiro) e preencha a Tabela 1.

Tabela 1

Altura	Energia potencial antes da descida (J)	Energia potencial na parte mais baixa da trajetória (J)	Energia cinética antes da descida (J)	Energia cinética na parte mais baixa da trajetória (J)	Velocidade do skatista na parte mais baixa da trajetória (m/s)
2 m					
4 m					
6 m					

Análise Física

Sempre que tivermos um objeto em movimento ou com a possibilidade de vir a realizar um movimento teremos associada certa quantidade de energia. Nesse caso temos dois tipos de energia: cinética e potencial. A energia mecânica é dada pela soma desses dois tipos de energia:

$$E_M = E_C + E_P$$

Onde, E_M = energia mecânica, E_C = energia cinética e E_P = energia potencial. Todas medidas em Joules (J).

Energia Cinética: Sempre que tivermos um objeto em movimento, teremos associado a este movimento certa quantidade de energia que é denominada energia cinética. Ela depende tanto da velocidade v , como também depende da massa m . A equação da energia cinética é dada por:

$$E_C = \frac{1}{2}mv^2$$

Energia Potencial: A energia potencial é um tipo de energia que está relacionada com a configuração do sistema, ou seja, está relacionada com as posições relativas do objeto. Podemos dizer também que energia potencial é a energia que pode vir a se tornar energia cinética. Existem vários tipos de energia potencial, entretanto, em Mecânica consideramos as energias potencial do tipo gravitacional e elástica. A energia potencial gravitacional depende da altura h do objeto, da massa m do mesmo e da aceleração da gravidade g . A energia potencial elástica depende da deformação do objeto e de uma constante de deformação, porém, este será um assunto a ser discutido em outra ocasião. Para este roteiro, temos envolvidas apenas as energias Cinética e Potencial Gravitacional.

A equação da energia potencial gravitacional é:

$$E_P = mgh$$

Fonte: adaptado do site Infoescola – Navegando e aprendendo.

Bibliografia

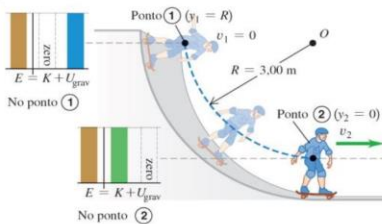
InfoEscola. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/fisica/energia-mecanica/>> Acessado em 10 de setembro de 2017.

Phet Colorado. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park-basics/latest/energy-skate-park-basics_pt_BR.html>Acessado em 10 de setembro de 2017.



Anexo 6

- 1) Sobre a energia mecânica e a conservação de energia, assinale o que for correto.
- () Denomina-se energia cinética a energia que um corpo possui, por este estar em movimento.
 - () Pode-se denominar de energia potencial gravitacional a energia que um corpo possui por se situar a uma certa altura acima da superfície terrestre.
 - () A energia mecânica total de um corpo é conservada, mesmo com a ocorrência de atrito.
 - () A energia total do universo é sempre constante, podendo ser transformada de uma forma para outra; entretanto, não pode ser criada e nem destruída.
 - () Quando um corpo possui energia cinética, ele é capaz de realizar trabalho
- 2) Quando as pessoas estão com frio, elas, em geral, esfregam as mãos para se aquecer. Como esse gesto produz calor? De onde vem esse calor?
- 3) A energia cinética de um carro varia mais quando o carro acelera de 10 a 15 m/s ou quando ele acelera de 15 a 20 m/s? Explique.
- 4) Calcule a energia cinética de um carro com massa de 1500 kg no instante em que sua velocidade é de 80 km/h.
- 5) Um carro se movimenta a 70 km/h. Que velocidade ele precisa atingir para dobrar sua energia cinética?
- 6) Um ônibus de massa m anda por uma estrada de montanha e desce uma altura h . O motorista mantém os freios acionados, de modo que a velocidade é mantida constante em módulo durante todo o trajeto. Considerando as afirmativas a seguir, assinale se são verdadeiras (V) ou falsas (F).
- () A variação da energia cinética do ônibus é nula.
 - () A energia mecânica do sistema ônibus-Terra se conserva, pois a velocidade do ônibus é constante.
 - () A energia total do sistema ônibus-Terra se conserva, embora parte da energia mecânica se transforme em energia interna.
- 7) Tobias pratica *skate* partindo do repouso e descendo de uma rampa curva e sem atrito. Se considerarmos Tobias e seu *skate* como uma partícula, seu centro se move ao longo de um quarto de círculo de raio $R = 3,00\text{ m}$. A massa total de Tobias e seu *skate* é igual a 25,0 kg.
- a) Calcule sua velocidade na parte inferior da rampa.
- b) Se tivermos atrito na rampa, a velocidade no ponto inferior será maior ou menor? Explique, em termos de energia? Para onde vai essa energia?



- 8) Arlindo é um trabalhador dedicado. Passa grande parte do tempo de seu dia subindo e descendo escadas, pois trabalha fazendo manutenção em edifícios, muitas vezes no alto. Considere que, ao realizar um de seus serviços, ele tenha subido uma escada com velocidade escalar constante. Nesse movimento, pode-se afirmar que, em relação ao nível horizontal do solo, o corpo de Arlindo:
- a) perdeu energia cinética.
 - b) ganhou energia cinética.
 - c) perdeu energia potencial gravitacional.
 - d) ganhou energia potencial gravitacional.
 - e) perdeu energia mecânica.

- 9) Como a mudança de estado da matéria pode ser analisada em termos de energia?
- 10) Porque uma colisão em alta velocidade é mais perigosa do que em baixa velocidade?
- 11) Identifique e explique no seu dia-dia processos de transformação de energia.



Anexo 7**Modelo de avaliação escrita**

Orientações: Todas as questões devem apresentar o cálculo, quando necessário. Os cálculos podem ser feitos a lápis, porém, o resultado final deve ser destacado e escrito à caneta. O uso da calculadora é permitido. A correta interpretação das questões faz parte dos critérios de avaliação. Para selecionar a alternativa, marque com um X a letra correspondente, sem rasuras. Caso não haja a apresentação do cálculo (quando o mesmo for necessário) a questão não será validada, mesmo que a alternativa correta esteja marcada. Faça os cálculos no verso.

1. Uma criança abandona um objeto de 2 kg do alto de um apartamento de um prédio residencial. Ao chegar ao solo a velocidade do objeto era de 72 Km/h . Admitindo o valor da gravidade como 10 m/s^2 e desprezando as forças de resistência do ar, determine a altura do lançamento do objeto.
 2. Um corpo de massa $3,0\text{ kg}$ está posicionado $2,0\text{ m}$ acima do solo horizontal e tem energia potencial gravitacional de 90 J . A aceleração de gravidade no local tem módulo igual a 10 m/s^2 . Quando esse corpo estiver posicionado no solo, sua energia potencial gravitacional valerá:
 - a) zero
 - b) 20 J
 - c) 30 J
 - d) 60 J
 - e) 90 J
 3. Um corpo é lançado verticalmente para cima num local onde $g = 10\text{ m/s}^2$. Devido ao atrito com o ar, o corpo dissipa, durante a subida, 25% de sua energia cinética inicial na forma de calor. Nestas condições, pode-se afirmar que, se a altura máxima por ele atingida é 15 cm , então a velocidade de lançamento, em m/s , foi:
 - a) $1,0$
 - b) $2,0$
 - c) $3,0$
 - d) $4,0$
 - e) $5,0$
 4. Uma esfera de massa 5 kg é abandonada de uma altura de 45 m num local onde $g = 10\text{ m/s}^2$. Calcular a velocidade do corpo ao atingir o solo. Despreze os efeitos do ar.
-

Modelo de avaliação escrita – Recuperação paralela

Orientações: Todas as questões devem apresentar o cálculo, quando necessário. Os cálculos podem ser feitos a lápis, porém, o resultado final deve ser destacado e escrito à caneta. O uso da calculadora é permitido. A correta interpretação das questões faz parte dos critérios de avaliação. Para selecionar a alternativa, marque com um X a letra correspondente, sem rasuras. Caso não haja a apresentação do cálculo (quando o mesmo for necessário) a questão não será validada, mesmo que a alternativa correta esteja marcada. Faça os cálculos no verso.

1 - (UEPB) O princípio da conservação da energia constitui uma das grandes generalizações científicas elaboradas no século XIX. A partir dele, todas as atividades humanas passaram a ter um "denominador comum" – a energia. Com base na compreensão desse princípio, relacione os objetos ou fenômenos numerados de 1 a 5, com as transformações de energia correspondentes, abaixo deles.

- (1) No movimento de uma pessoa que escorrega num tobogã.
 - (2) Um secador de cabelos possui um ventilador que gira e um resistor que se aquece quando o aparelho é ligado à rede elétrica.
 - (3) Um automóvel em que a bateria constitui a fonte de energia para ligar o motor de arranque, acender os faróis e tocar a buzina, etc.
 - (4) Na usina hidroelétrica, onde a queda-d'água armazenada em uma represa passa pela tubulação fazendo girar uma turbina e seu movimento de rotação é transmitido a um gerador de eletricidade.
 - (5) Na usina térmica, onde a queima do carvão ou petróleo (óleo combustível) provoca a vaporização da água contida em uma caldeira. Esse vapor, em alta pressão, faz girar uma turbina e essa rotação é transmitida ao gerador de eletricidade.
- () A energia elétrica transforma-se em energia de movimento (cinética) e térmica.
 () A energia potencial transforma-se em energia cinética e térmica.
 () A energia potencial de interação gravitacional transforma-se em energia cinética, que se transforma em elétrica.
 () A energia potencial química transforma-se em energia de movimento (ou cinética) em luminosa e em sonora.
 () A energia potencial química transforma-se em energia térmica, que se transforma em cinética e, por sua vez, transforma-se em elétrica.

2 - (ENEM) Observe a situação descrita na tirinha a seguir.

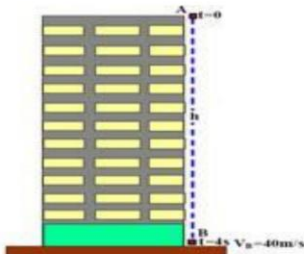


Assim que o menino lança a flecha, há transformação de um tipo de energia em outra. A transformação, nesse caso, é de energia

- a) potencial elástica em energia gravitacional.
- b) gravitacional em energia potencial.
- c) potencial elástica em energia cinética.
- d) cinética em energia potencial elástica.
- e) gravitacional em energia cinética.

Página 27 de 30 **Ensino de Energia Mecânica**

3 - (PUC-RJ) Uma pedra, deixada cair de um edifício, leva 4s para atingir o solo.



Desprezando a resistência do ar e considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$, escolha a opção que indica a altura do edifício em metros.

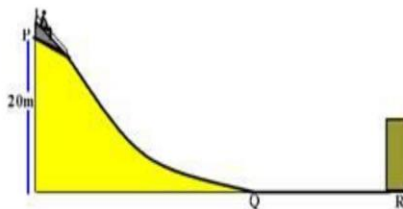
- a) 20
- b) 40
- c) 80
- d) 120
- e) 160

4 - (PUC-MG) Um ciclista desce uma rua inclinada, com forte vento contrário ao seu movimento, com velocidade constante.

Pode-se afirmar que:

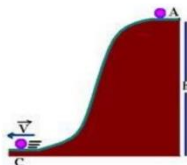
- a) sua energia cinética está aumentando.
- b) sua energia potencial gravitacional está diminuindo.
- c) sua energia cinética está diminuindo.
- d) sua energia potencial gravitacional é constante.

5 - (UFJF-MG) Um trenó, com um esquiô, começa a descer por uma rampa de gelo, partindo do repouso no ponto P, à altura de 20m. Depois de passar pelo ponto Q, atinge uma barreira de proteção em R, conforme a figura.



O conjunto trenó-esquiô possui uma massa total de 90kg. O trecho QR encontra-se na horizontal. Despreze as dimensões do conjunto, o atrito e a resistência do ar durante o movimento. Usando o princípio da conservação da energia mecânica, calcule a velocidade com que o conjunto chega ao ponto Q na base da rampa.

6 - Na situação descrita a seguir, uma esfera de massa 4,0kg é abandonada do repouso da altura de 8,0m.



Ela percorre a rampa passando pelo ponto horizontal com velocidade de 10m/s. ($g=10\text{m/s}^2$) Qual a porcentagem da energia dissipada por atrito entre os pontos A e C?

- a) 15%
- b) 22,5%
- c) 37,5%
- d) 50%
- e) 65%

Referências

- ALVES FILHO, José de Pinho e JACQUES, Vinícius. **O conceito de energia: os livros didáticos e as concepções alternativas**. UFSC, Florianópolis, 2008.
- BARBOSA, João Paulino Vale e BORGES, Antônio Tarciso. **O entendimento dos estudantes sobre Energia no início do Ensino Médio**, Caderno Brasileiro de Ensino de Física, vol. 23, n. 2, pag. 182 a 217, agosto de 2006.
- BLOOM, B. S.; HASTINGS, T. J.; MADAUS, G. F. Manual de avaliação formativa e somativa do aprendizado escolar. São Paulo: Pioneira, 1983.
- BNCC. Base Nacional Comum curricular. Documento homologado pela Portaria nº 1.570, publicada no D.O.U. de 21/12/2017, Seção 1, Pág. 146.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+): Física**, 2006.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Volume 2, p. 53, 2006.
- BROCKINGTON, Guilherme. **Aprender é emocionar-se**. Revista Neuroeducação, Instituto Ayrton Senna, p. 52 a 58, Nº 7, 2006.
- BROCKINGTON, Guilherme. **Neurociência e Educação, investigando o papel da emoção na aquisição e uso do conhecimento científico**. Tese de Doutorado. USP, São Paulo, 2011.
- ESDPI. **Funções executivas**: Síntese. Em: Tremblay RE, Boivin M, Peters RDeV, eds. Morton JB, ed. tema. *Enciclopédia sobre o Desenvolvimento na Primeira Infância* [on-line]. <http://www.encyclopedia-crianca.com/funcoes-executivas/sintese>. Atualizada: Janeiro 2013. Consultado: 08/06/2018.
- FEYNMAN, Richard P. **Lições de Física**. Porto Alegre, Bookmann, Volume 1, p. 4-1, 2008.
- FREITAS, N. K. **Representações mentais, imagens visuais e conhecimento no pensamento de Vygotsky**. Revista Ciência e Cognição Vol 06, p. 109-112, 2005.
- GUERRA, Leonor Bezerra. **10 dicas da Neurociência para a sala de aula**. Revista Neuroeducação, Instituto Ayrton Senna, p. 28 a 35, Nº 7, 2006.
- HALLIDAY, David. Fundamentos de Física. Rio de Janeiro, LTC, 4ª edição. Volume 1, 1996.
- KAHNEMAN, Daniel. **Rápido e devagar, duas formas de pensar**. Ed. Objetiva, Rio de Janeiro, 2012.
- KOBASHIGAWA, Alexandre Iroshi. **Estação ciência: formação de educadores para o ensino de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental**. USP, São Paulo, 2015.
- LEITE, S. A. da S; TASSONI, E. C. M. (2002). **A afetividade em sala de aula: as condições de ensino e a mediação do professor**. In R. Azzi, & A. M. Sadalla (Orgs.), Psicologia e Formação Docente (pp. 113-141). São Paulo: Casa do Psicólogo, 2002. Disponível em: <https://www.fe.unicamp.br/alle/textos/SASL-AAfetividadeemSaladeAula.pdf>. Acesso em: 06 ago. 2018.
- MALUF, M. I. **Funções executivas e aprendizagem**. Revista Psique Ciência e Vida. Edição 117. São Paulo, 2017.

- MEDEIROS, Alexandre; MEDEIROS, Cleide F. **Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da Física**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 24, no. 2, p. 77-86, (2002)
- MOREIRA, M. A. **Ensino de Física no Brasil: Retrospectiva e Perspectivas**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 22, no. 1, Março, 2000
- MOREIRA, Marco Antônio. **O que é afinal aprendizagem significativa?** IFRGS, Porto Alegre, 2012.
- MORTON, J. B. **Funções executivas**. Enciclopédia Sobre o Desenvolvimento na Primeira Infância. Universidade de Western Ontario, Canadá, 2013.
- MOURÃO JR, C. A.; Melo, L. B. R. **Integração de três conceitos: Função Executiva, Memória de Trabalho e Aprendizado**. Psicologia: Revista Teoria e Pesquisa Jul-Set 2011, Vol. 27 n. 3, pp. 309-314, 2011.
- NEUROEDUCAÇÃO. **Neurociência, Psicologia e Pedagogia**. Volumes 7 e 8. Instituto Ayrton Senna, Ed. Segmento, São Paulo, 2016.
- REIS, M. A. B. M. N. A memória do testemunho e a influência das emoções na recolha e preservação da prova. Universidade de Lisboa, 2014.

ANEXO A – Classificação de conceitos de energia

A seguinte relação de categorias foi utilizada em uma pesquisa realizada por Vinicius Jacques e José de Pinho Alves Filho, a fim de analisar as abordagens dos livros didáticos com relação ao conceito de Energia. Na sequencia didática, serão classificadas as concepções dos estudantes e utilizado o mesmo conjunto de categorias, acrescentando apenas um item, FOR, para as respostas que associaram energia a força e movimento.

- **ANTROPOCÊNTRICA (ANT)** – A energia aparece associada a coisas vivas, principalmente ao ser humano ou os objetos são vistos como se possuíssem atributos humanos. A energia também é pensada como necessária para a manutenção da vida.

- **ARMAZENADA (ARM)** – A energia é armazenada ou está contida em certos objetos. Os corpos possuem energia.

- **CAUSAL (CAU)** – A energia é necessária para realizar “alguma coisa”, como provocar mudanças, transformações e/ou alterações nos corpos ou sistemas.

- **ATIVIDADE (ATI)** – Energia associada a movimento, onde havendo movimento há energia. Somente os corpos que se movimentam têm energia associada a eles.

- **FLUIDO (FLU)** – A energia pode se deslocar, fluir, ser transferida de um corpo/sistema para outro.

- **PRODUTO (PRO)** – A energia é um produto de um estado ou sistema. A energia é gerada, produzida a partir de alguma interação.

- **FUNCIONAL (FUN)** – A energia é vista como um combustível ou está associada a aplicações tecnológicas que visam proporcionar conforto ao homem.
- **TRANSFORMAÇÃO (TRA)** – A energia se transforma de uma forma a outra.
- **CONSERVAÇÃO (CON)** – Há “algo” por trás das transformações que ao se transformar se conserva. A energia se transforma de uma forma a outra, mas se conserva nas totalizações das diferentes formas.
- **DEGRADAÇÃO (DEG)** – A energia se degrada, porque o calor, uma de suas formas, é menos elástica ou reversível do que outras formas.
- **FORÇA (FOR)** – A energia é sempre vinculada a força e movimento.
- **NÃO SE APLICA (NSA)** – Nenhuma das categorias anteriores.

ANEXO B – Texto de Richard Feynman

O que é energia? Esta é uma pergunta que fascina qualquer um, de qualquer idade. A energia está em tantas coisas presente, como nos alimentos, nas máquinas em geral, no Sol, num livro na estante, em nós mesmos, que tentar responder a uma questão destas é no mínimo, uma atitude de coragem. Uma das pessoas que tentou explicá-la de uma forma brilhante e original foi Richard Feynman, um dos maiores físicos deste século. No seu livro "As palestras de Feynman sobre física" encontramos esta jóia preciosa, que é a visão da Natureza de um vencedor do prêmio Nobel.

Feynman inicia sua tentativa com uma simples e rápida análise do problema: "ainda não sabemos o que é energia", diz. Sem sombra de dúvida sua plateia fica decepcionada com tal afirmação logo no início da palestra. Mas, com entusiasmo, ele continua: "não sabemos por ser a energia uma coisa 'estranha'. A única coisa de que temos certeza e que a Natureza nos permite observar é uma realidade, ou se prefere, uma lei chamada "Conservação da Energia".

"Esta lei diz que existe 'algo', uma quantidade que chamamos energia, que se modifica em forma, mas que a cada momento que a medimos ela sempre apresenta o mesmo resultado numérico. É incrível que algo assim aconteça. Na verdade é muito abstrato, matemático até, e por ser assim tentemos ilustrá-lo com uma analogia".

"Imagine um garoto, pode ser Dennis, 'o Pestinha', que possui uns bloquinhos absolutamente indestrutíveis e indivisíveis. Cada um é igual ao outro e que ele tenha 28 bloquinhos. Por ter pintado o sete sua mãe o coloca de castigo em seu quarto com os bloquinhos e ao final do dia vai conferir como está o menino e os bloquinhos. Quão grande é a surpresa da mãe ao constatar que faça o que Dennis faça os bloquinhos sempre dão 28. Sua mãe descobriu uma Lei Fundamental".

Com o passar dos dias, ela continua a contar os bloquinhos até que um dia só encontra 27 blocos. Mas uma pequena investigação indica que existe um debaixo do tapete. Ela precisará olhar com mais cuidado e atenção para verificar se o número de bloquinhos realmente não muda".

"Um dia, entretanto, ela só encontra 26 bloquinhos no quarto. Uma averiguação mostra que a janela está aberta e que os 2 bloquinhos restantes estão lá fora. Até que um dia aparecem 30 blocos! A surpresa é considerável até que descobre-se que Bruce veio visitá-lo e trouxe consigo seus bloquinhos. Após separá-los, fechar a janela e não deixar Bruce entrar, ela conta e encontra apenas 25 blocos. Depois de procurar em todos os lugares e não achar nada, restava verificar o conteúdo da caixa de brinquedos do menino. Mas ele diz - 'não mexa na minha caixinha de brinquedos', e chora. A mãe está proibida de mexer na caixinha".

Ela não pode fazer muito. Com o passar dos dias ela volta a contar e encontra os 28 facilmente. Aproveita então e pesa a caixinha, que dá 450g. Outro dia acontece de procurar em todo lugar e resta apenas a desconfiada caixinha de brinquedos. Faltam 4 bloquinhos e a mamãe sabe que cada um pesa 80g; pesando a caixa obtém 770g

(que é $450g + 4 \times 80g$). Arditosamente ela monta uma equação:

$$(\text{número de bloquinhos vistos}) + \frac{(\text{peso da caixa} - 450g)}{80g} = \text{constante}$$

"E esta fórmula funciona mas nem sempre é válida. Pode haver variações como por exemplo uma observação da água suja da banheira está mudando de nível. O menino está jogando os bloquinhos na água e a mamãe não pode vê-los por estar suja, mas ela pode achá-los adicionando outro termo à sua fórmula. Desde que a altura original era de 15 cm e que cada bloquinho eleva a água de $1/2$ cm, a nova fórmula poderia ser do tipo":

$$(\text{número de bloquinhos vistos}) + \frac{(\text{peso da caixa} - 450g)}{80g} + \frac{(\text{altura do nível de água} - 15cm)}{1/2cm} = \text{constante}$$

"Repare o leitor que a fórmula acima poderia possuir mais e mais termos à medida que o menino faz mais e mais travessuras ao esconder os bloquinhos. Cabe à mamãe observar tudo o que ocorre no quarto e verificar a validade da Lei Fundamental que descobriu".

"Mas o interessante mesmo é que se repararmos o segundo e o terceiro termos da fórmula nos veremos calculando quantidades QUE NÃO SÃO BLOQUINHOS e sim comprimentos e pesos. Isto faz parte da ideia abstrata da coisa (a energia). A analogia então nos mostra que enquanto calculamos a energia, algumas coisas somem e outras aparecem - devemos, pois, ter cuidado com o que somamos ou subtraímos da fórmula. Outro ponto é que a energia se apresenta de diferentes formas, que podem ser mecânica, calorífica, química, nuclear, mássica,....

Apresentando-se sempre de formas variadas, com várias roupagens, mas sempre - e até hoje não encontramos exceção - sempre ela dá como resultado '28' ".

Algo realmente intrigante.

"Na Natureza nada se perde, nada se cria, tudo se transforma".

Texto adaptado por Emiliano Chemello - echemell@ucs.br