



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
FLUMINENSE



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

Clayton Silveira Rangel

**UMA INTERVENÇÃO DIDÁTICA
DIFERENCIADA SOBRE
CONSERVAÇÃO DE ENERGIA E A
ATITUDE DOS ALUNOS FRENTE AO
ENSINO DE FÍSICA**

Campos dos Goytacazes/RJ
2017, 1º Semestre



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
FLUMINENSE



Clayton Silveira Rangel

UMA INTERVENÇÃO DIDÁTICA
DIFERENCIADA SOBRE CONSERVAÇÃO
DE ENERGIA E A ATITUDE DOS
ALUNOS FRENTE AO ENSINO DE FÍSICA

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

Orientador: Prof. Dr. Pierre Schwartz Augé

Campos dos Goytacazes/RJ
2017, 1º Semestre

Biblioteca Anton Dakitsch
CIP - Catalogação na Publicação

R196i Rangel, Clayton Silveira
Uma intervenção didática diferenciada sobre conservação de energia e a
atitude de alunos frente ao ensino de física / Clayton Silveira Rangel - 2017.
120 f.: il.

Orientador: Pierre Schwartz Augé

Dissertação (mestrado) -- Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia Fluminense, campus Campos Centro, Curso de Mestrado
Nacional Profissional em Ensino de Física, Campos dos Goytacazes, RJ,
2017.
Referências: f. 69 a 73.

1. Ensino de Física. 2. Enfoque CTSA. 3. Atitude. I. Augé, Pierre
Schwartz, orient. II. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha
Catalográfica do IFF com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

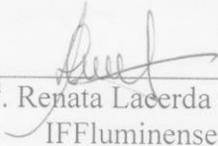
UMA INTERVENÇÃO DIDÁTICA DIFERENCIADA SOBRE CONSERVAÇÃO DE
ENERGIA E A ATITUDE DOS ALUNOS FRENTE AO ENSINO DE FÍSICA

Clayton Silveira Rangel

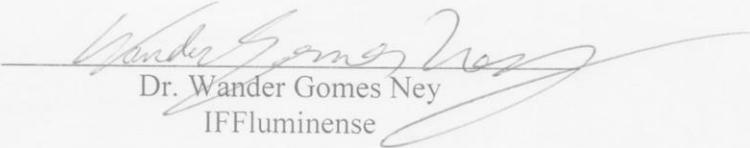
Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 23 de março de 2017.

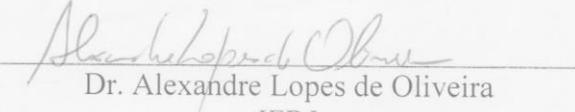
Banca Examinadora:



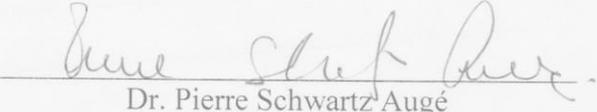
Dr.^a Renata Lacerda Caldas
IFFluminense



Dr. Wander Gomes Ney
IFFluminense



Dr. Alexandre Lopes de Oliveira
IFRJ



Dr. Pierre Schwartz Augé
Orientador e Presidente da Banca Examinadora
IFFluminense

Campos dos Goytacazes/RJ
2017, 1º Semestre

DEDICATÓRIA

Dedico esta pesquisa aos alunos, razão para nós professores nos empenharmos na busca por estratégias de ensino mais eficientes.

Aos professores brasileiros, heróis sem prestígio, que em meio ao caos administrativo que vivemos, buscam força para exercer seu papel crucial para transformação desta sociedade.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Pierre – que com conhecimento, eficácia e zelo tornou possível a realização desse trabalho.

Ao IFF e ao MNPEF – por oportunizarem meu desenvolvimento acadêmico.

À CAPES – pelo auxílio financeiro.

À empresa Neoenergia S.A., que gentilmente abriu as portas da PCH Pirapetinga para a visita dos alunos.

Ao Professor Edmundo – amigo incentivador.

Aos alunos da turma do 1º ano I vespertino da EEEFM “Monsenhor Elias Tomasi” de 2016, pela ilustre participação.

À Lilian e Maria Clara, que me apoiaram e abdicaram do tempo que lhes pertencia.

Aos meus pais, pelos ensinamentos.

À Deus - detentor de toda honra e glória.

RESUMO

UMA INTERVENÇÃO DIDÁTICA DIFERENCIADA SOBRE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA E A ATITUDE DOS ALUNOS FRENTE AO ENSINO DE FÍSICA

Clayton Silveira Rangel

Pierre Shchwartz Augé

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

O objetivo desta pesquisa é investigar o problema da atitude para com o ensino de ciências frente a uma experiência didática diferenciada com enfoque na perspectiva CTSA. A investigação admite como conjectura o fato de que a diversidade de atividades propostas, em particular, uma visita a uma Pequena Central Hidrelétrica, tem o potencial atitudinal esperado pelo professor/pesquisador. Os suportes teóricos da investigação são aportes da epistemologia construtivista, a ênfase curricular conhecida como CTSA, além de basear-se na literatura sobre atitude, de uma maneira geral, e em pesquisas sobre a relação entre atitude e ensino de ciências. Através de entrevistas semi-estruturadas, usando referencial de pesquisa qualitativa, registram-se as impressões mais marcantes de cinco alunos selecionados. As observações docentes também são consideradas relevantes. As manifestações verbais e comportamentais, evidenciadas através da fala dos alunos nas entrevistas e durante a aplicação da proposta, são consideradas critérios eficazes nas avaliações de atitude. A análise dos dados permitiu identificar uma atitude positiva diante da intervenção didática e selecionar aspectos pertinentes: visita técnica/contextualização, autonomia, experimentos, história, aprendizado e a dinâmica do material. Nesse sentido, é possível dizer que a proposta, principalmente em função de sua estrutura didática, foi atitudinalmente relevante.

Atitude, Ensino de Física, Enfoque CTSA

ABSTRACT

A DIFFERENTIAL DIDACTIC INTERVENTION ON CONSERVATION OF ENERGY AND THE ATTITUDE OF STUDENTS IN THE DIFFERENCE OF PHYSICAL EDUCATION

Clayton Silveira Rangel

Pierre Shchwartz Augé

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

The objective of this research is to investigate the problem of the attitude toward science teaching in the face of a differentiated didactic experience with a focus on the CTSA perspective. The research admits as a conjecture the fact that the diversity of proposed activities, in particular, a visit to a Small Hydropower Plant, has the attitudinal potential expected by the teacher / researcher. The theoretical supports of the research are contributions of the constructivist epistemology, the curricular emphasis known as CTSA, in addition to being based on the literature on attitude, in general, and on research on the relation between attitude and teaching of sciences. Through semi-structured interviews, using a qualitative research framework, the most outstanding impressions of five selected students are recorded. Teaching observations are also considered relevant. The verbal and behavioral manifestations, evidenced through the students' speech in the interview and during the application of the proposal, are considered effective criteria in the attitude evaluations. Data analysis allowed us to identify a positive attitude towards didactic intervention and to select pertinent aspects: technical visit / contextualization, autonomy, experiments, history, learning and the dynamics of the material. In this sense, it is possible to say that the proposal, mainly due to its didactic structure, was attitudinally relevant.

Attitude, Physics teaching, CTSA

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Momento da coleta de concepções prévias.....pág. 41
- Figura 2** – Visita a PCH Pirapetinga.....pág. 46
- Figura 3** – Diálogo Diário de Segurança (DDS) – PCH Pirapetinga.....pág. 48
- Figura 4** – Experimento: conservação da energia mecânicapág. 49

LISTA DE SIGLAS

BNCC – Base Nacional Curricular Comum

CTSA – Ciências, Tecnologia, Sociendade e Ambiente

DDS – Diálogo diário de segurança

ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio

MEC – Ministério da Educação

PCH – Pequena Central Hidrelétrica

VT – Visita Técnica

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
CAPÍTULO 01 – REFERENCIAIS TEÓRICOS	14
1.1- Aquisição de conhecimento.....	14
1.2- O Enfoque CTSA.....	15
1.2-1. Pesquisas empíricas sobre CTSA.....	17
1.3- Estudos Sobre Atitude.....	20
1.3-1. Conceituações e reflexões.....	20
1.3.2. Pesquisas sobre Atitude.....	23
CAPÍTULO 02 – METODOLOGIA	27
2.1- O Ensino.....	27
2.1.1. Como os livros tratam a questão da energia?.....	27
2.1.2. Como o currículo aborda o tema?.....	28
2.1.3. Contexto da pesquisa.....	29
2.2- A Pesquisa.....	30
2.2.1. Pesquisa qualitativa em educação.....	30
2.2.2. Os Sujeitos.....	31
2.2.3 Instrumentos.....	32
Roteiro de entrevistas.....	32
CAPÍTULO 03 – DESCRIÇÃO DO PRODUTO	34

3.1- Comentários Iniciais	34
3.2- Roteiro do Produto	35
3.3- Descrição da Elaboração do Produto	36
CAPÍTULO 04 – DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO DO PRODUTO.....	40
CAPÍTULO 05 – ANÁLISE DOS DADOS	54
5.1- Entrevistas	54
5.2- Considerações à Luz dos Referenciais Teóricos.....	57
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	64
BIBLIOGRAFIA	69
APÊNDICE	74
Apêndice A – PRODUTO DIDÁTICO.....	75
Apêndice B – ROTEIRO DE ENTREVISTAS	118

INTRODUÇÃO

Atualmente é possível intuir que o sistema educacional, em particular do Estado do Espírito Santo, encontra-se imerso em adversidades, o que caracterizaria uma crise no ensino que ganha destaque na sociedade e precede discussões dos profissionais diretamente ligados aos processos de ensino e de aprendizagem e de áreas afins. Mesmo em nível mundial, é possível identificar tal crise, em particular, no ensino de ciências (FOUREZ, 2003; POZO; GÓMEZ CRESPO, 2001), evidenciada pela evasão de alunos dos cursos de Licenciatura e professores das salas de aula, bem como pelos índices elevados de ‘analfabetismo’ em ciências (MATTHEWS, 2000, p.165).

No ensino de Física é plausível salientar que a problemática que o envolve é ainda mais intensa, estruturada por diversas vertentes, das quais destacamos a falta de atitude ou predisposição favorável dos alunos em relação ao seu ensino (POZO; GÓMEZ CRESPO, 2001, p. 128).

O ensino de Física tem-se realizado frequentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado (BRASIL, 2002, p. 229).

Muitos especialistas (MATTHEWS, 1995; POZO; GÓMEZ CRESPO, 2001; SILVA; ZANON, 2000; VÁZQUEZ ALONSO; MANASSERO, 1995) lançaram-se na análise dessa conjuntura de crise e na sugestão de propostas que possam ajudar na reflexão de superação de tal quadro. Tais pesquisas e propostas teóricas giram em torno de temas como: história da ciência; concepções alternativas e representações implícitas; abordagem experimental; relação entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente (CTSA); resolução de problemas; evolução conceitual; atitude frente à ciência e seu ensino; dentre outros.

Inclusive, a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2015) proposta pelo Ministério da Educação, tecendo comentários sobre possibilidades de tornar a Física mais atraente aos educandos, assevera que

a Física é uma construção humana e como tal deve ser apresentada. Isso implica considerar a história passada e presente, em suas diversas interpretações possíveis, como caminho para a compreensão social. Trabalhar na interlocução ciência, tecnologia e sociedade proporciona uma ampliação da percepção do papel da Física como saber social. (BRASIL, 2015, p. 218).

A atual pesquisa tem como intenções construir e implementar em sala de aula uma proposta didática diferenciada sobre conservação de energia, com enfoque na perspectiva CTSA, visando preferencialmente as variáveis afetivas de aprendizagem dos alunos, ou seja, a atitude dos estudantes para com o ensino de ciências.

Portanto, o objeto de pesquisa da atual investigação pode ser expresso na pergunta a seguir: **o que se pode apreender diante de uma intervenção didática diferenciada baseada no enfoque CTSA, sobre conservação da energia, em uma turma de Ensino Médio de uma escola estadual do Estado do Espírito Santo, com relação à atitude do aluno frente ao ensino de ciências?** Especificamente falando, é possível identificar uma atitude positiva nos alunos diante da proposta didática, e quais elementos da mesma, com potencial atitudinal, podem ser evidenciados?

Investigadores advogam pela pertinência do tema ‘atitude’ no ensino de ciências (VÁZQUEZ ALONSO; MANASSERO, 1995; SCHIBECI, 1984)¹ e o apontam como um dos pontos críticos identificados por professores em sala de aula (POZO; GÓMEZ CRESPO, 2001). Algumas pesquisas estão direcionadas, em específico, para a relação entre atitude e intervenções didáticas em sala de aula (AUGÉ, 2004; AJEWOLE, 1991; JOHNSON et al., 1985; DILLASHAW; OKEY, 1983). A relação entre mudança de atitude e estratégias de intervenção didáticas, enquanto objeto de pesquisa, é considerada relevante (MASON; KAHLE, 1988), e as pesquisas demonstram que esse ainda é um ponto com muitas lacunas (SCHIBECI, 1984). O tema atitude pode ser abordado sob vários enfoques, sendo particularmente importante para esta pesquisa sua relação com o ensino, de uma maneira geral (SARABIA, 2000), com o ensino de ciências, em específico (TALIM, 2004; POZO; GÓMEZ CRESPO, 2001) e com abordagens numa perspectiva CTSA (NUNES; DANTAS, 2012; VÁZQUEZ ALONSO; MANASSERO, 2009; SOLBES; VILCHES, 1989). Não se pode

¹ O tema atitude esteve em evidência nas décadas de 1980 e 1990. Portanto, a literatura apresentada nesta dissertação pode parecer desatualizada sobre o tema. Nossas inquietações como docentes nos forçaram a manter a pesquisa nessa direção.

deixar de citar também estudos em psicologia (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980), área do conhecimento que construiu o conceito de atitude.

Com relação à metodologia de pesquisa, destaca-se que a maioria das investigações sobre atitude é de natureza quantitativa, utilizando, por exemplo, o procedimento Likert (ORTEGA RUIZ et al., 1992). A presente investigação é de natureza qualitativa, mais especificamente, é um estudo de caso (BOGDAN; BIKLEN, 1994). O objetivo não é estabelecer uma função entre variáveis, mas fazer apreensões em um ambiente complexo. Os instrumentos de avaliação atitudinal considerarão as manifestações comportamentais e as verbais dos alunos (SARABIA, 2000). As principais fontes da pesquisa são as observações docentes em sala de aula e uma entrevista com alguns que participaram da aplicação da proposta didática.

O capítulo 1 versa sobre a fundamentação teórica, que aprofunda os pilares teóricos da pesquisa: a construção do conhecimento, o enfoque curricular CTSA e os conteúdos atitudinais e a atitude para com o ensino de ciências.

No capítulo 2, cujo tema é a metodologia da pesquisa, são enfocados dois aspectos: o ensino, pano de fundo da pesquisa, e a pesquisa propriamente dita. Com relação ao ensino, procurar-se-á fazer uma descrição da experiência didática investigada, tentando situá-la frente a alguns livros didáticos e propostas curriculares, assim como um detalhamento do contexto de aplicação em sala de aula. Com relação à pesquisa, são feitos comentários sobre o caráter qualitativo da investigação, o critério de escolha dos entrevistados, as observações do professor em sala de aula e o roteiro de entrevistas.

No capítulo 3 é realizada uma descrição do produto didático aplicado em sala de aula, focando-se os critérios que nortearam sua elaboração.

A descrição da aplicação do produto didático em sala de aula é encontrada no capítulo 4, onde os detalhes da intervenção didática podem ser identificados.

Em seguida, no capítulo 5, são feitas algumas considerações sobre os dados da pesquisa em confronto com o objeto de investigação à luz do referencial teórico. Por fim, são feitas as considerações finais.

CAPÍTULO 01

REFERENCIAIS TEÓRICOS

No presente capítulo são apresentados os pilares teóricos que conferem sustentação à pesquisa e permitem a interpretação dos dados coletados.

Os referencias são tratados genericamente como: aquisição de conhecimento, enfoque CTSA e, por último, estudos sobre atitude.

1.1. Aquisição de Conhecimento

A construção do conhecimento em ciências tem como um dos principais campos de pesquisa o processo de mudança conceitual, que deve levar em conta, de um lado, o processo histórico da construção desse conceito e, de outro, uma teoria que explique como o conceito é construído (CARVALHO, 1998, p. 4).

Um dos aspectos fundamentais do ensino de Física é conhecer como os alunos percebem e compreendem o mundo físico que os cerca. Isto, em outras palavras, significa conhecer como eles vêem e explicam os fenômenos fundamentais e qual é a lógica usada por eles na formação espontânea dos conceitos (CARVALHO, 1998, p.4).

A realidade é interpretada pelo sujeito de forma particular, construindo teorias intuitivas que fazem parte de sua estrutura cognitiva. Tais explicações ou concepções alternativas são resistentes à mudança, mudança esta que só ocorre após longo e criterioso processo educativo (POZO; GÓMEZ CRESPO, 2001, p. 18).

No âmbito das teorias cognitivas da aprendizagem por reestruturação, a referência a David Ausubel (POZO, 1998; AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980) é particularmente importante para essa pesquisa por estar “centrada na aprendizagem produzida em um contexto educativo, isto é, no marco de uma situação de interiorização ou assimilação, através da

instrução” (POZO, 1998, p. 209).

A aprendizagem significativa ocorreria “quando [o conhecimento novo] pode ser incorporado às estruturas de conhecimento que possui o sujeito, isto é, quando o novo material adquire significado para o sujeito a partir de uma relação com conhecimentos anteriores” (POZO, 1998, p. 211).

Na visão de Ausubel, continua Pozo (1998, p. 212), para que haja aprendizagem significativa são necessárias certas condições. Primeiramente, o material de ensino deve possuir uma coerência interna ou possuir significado em si mesmo: seus elementos devem ser organizados em uma estrutura lógica não arbitrária. Uma outra condição indispensável é a predisposição por parte do sujeito: são os motivos para empenhar-se no processo de aprendizagem. Ausubel (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 36) apresenta duas ocasiões em que a predisposição do aluno é afetada negativamente: desvalorização das formulações discentes não literais por parte do professor; e perda da confiança por fracassos repetitivos. Há ainda uma terceira condição para a aprendizagem significativa: “que a estrutura cognitiva do aluno contenha idéias ‘inclusivas’, isto é, idéias com as quais possa ser relacionado o novo material” (POZO, 1998, p. 214).

Na tentativa de buscar superar as questões postas pela teoria sobre aprendizagem significativa, Pozo (1998) sustenta a possibilidade de um modelo de mudança conceitual, via instrução, que integre os processos de aprendizagem por associação e por reestruturação. Há diversas teorias da aprendizagem de conceitos científicos que evidenciam a transformação/evolução das concepções prévias em conceitos científicos. Em sua maioria, adotam uma perspectiva instrucional: “trata-se de identificar estratégias didáticas que estimulem a mudança conceitual nos alunos” (Ibid., p. 240). Tais modelos sustentam que a aprendizagem deve partir dos conceitos naturais do aluno. Essas concepções alternativas costumam ser resistentes à mudança, mesmo após longo período de instrução. Têm sua origem no cotidiano das pessoas, sendo algumas inatas, e possuem uma função explicativa, organizando-se como teorias.

Para que haja mudança conceitual, continua Pozo (1998, p. 241), é preciso que o aluno encontre uma teoria melhor que satisfaça seus anseios explicativos. Para que o aprendiz queira fazer a opção pela nova teoria é preciso defrontar-se com situações de conflito cognitivo em que suas concepções não sirvam para resolvê-las. Por fim, o aluno deve conscientizar-se da necessidade de mudança de modelo explicativo, ou seja, a reflexão a respeito das concepções pessoais e sua inadequação explicativa e a necessária escolha por outro marco teórico.

No entanto, a maior parte das ocasiões de aprendizagem não atinge a complexidade exigida na mudança conceitual ou “reestruturação forte”² (POZO, 1998, p. 237), mas são simplesmente ajustes ou construções pontuais. A complexidade dos requisitos para a reestruturação forte leva à necessidade de situações planejadas: a reestruturação “é muito difícil de alcançar sem um planejamento cuidadoso das interações entre o sujeito e seu objeto de conhecimento” (POZO, 1998, p. 243).

As pesquisas têm demonstrado que “a condição mais importante para que aconteça uma reestruturação teórica é dispormos de uma teoria alternativa que possa entrar em conflito com a que já possuímos” (POZO, 1998, p. 250). Nesse sentido, o aluno terá acesso a tais teorias via instrução, visto que a grande maioria não é capaz de formular modelos explicativos alternativos que substituam os seus próprios.

Com base no que foi dito, pode-se pensar em novas propostas de ensino e na adequação do conteúdo disciplinar. Os aspectos centrais dessas novas formulações poderiam ser, dentre outros: valorização do aprendiz como sujeito da aprendizagem; valorização das concepções alternativas; adequação dos objetos de ensino às estruturas cognitivas; postura de diálogo com o educando; valorização da experiência por meio de situações-problema; ênfase na construção de conteúdos verbais, procedimentais e atitudinais; valorização das relações sociais no aprendizado, dentre outros.

1.2. O Enfoque CTSA

A preocupação da sociedade com questões ambientais ganhou destaque no início dos anos 90. Às Ciências da Natureza coube a responsabilidade de investigar as premissas que permitem a convivência harmoniosa entre as tecnologias, a sociedade e o ambiente. Na visão de Pinheiro (2005), o movimento CTS (A) tem ganhado espaço como meio de promover uma educação científica, tecnológica e social. Para Santos e Mortimer (2000), foram dessas circunstâncias que surgiram a necessidade de se formar um cidadão com uma visão crítica sobre ciência e tecnologia capaz de desempenhar o seu papel na sociedade.

Nos Estados Unidos, já nos anos 50, houve um amplo movimento de reforma curricular em ciências. Muito recurso financeiro foi investido em diversos materiais curriculares foi desenvolvido, sem que se alcançassem os objetivos desejados, ou seja, um maior engajamento dos jovens nas carreiras científicas. Uma das causas apontadas para a

² Expressão atribuída a Susan Carey.

insatisfação diante das reformas implementadas foi a ênfase dos currículos centrados na estrutura conceitual das disciplinas, em detrimento aos problemas relacionados às questões tecnológicas e sociais atreladas ao conhecimento científico. Foi a partir do final dos anos 70, ancorado por movimentos sociais de contestação, que a perspectiva CTSA ganha mais impulso. Não se pode deixar de citar a importância das novas filosofias críticas para com a ciência, como as propostas anarquistas de Paul Feyerabend, como contribuição para desconstruir a visão tradicional de ciência e seu ensino (SOUZA CRUZ; ZYLBERSZTAJN, 2001, p. 174-177).

Na Inglaterra também é possível identificar movimentos de renovação curricular no mesmo sentido do descrito anteriormente. Nos anos 70, Michael Young, fundador da nova sociologia da educação, promove uma análise mais cuidadosa sobre as relações entre os atores do processo educacional, enfatizando questões relativas à contextualização social. Também nessa década as questões ambientais e a qualidade de vida são colocadas em evidência nos debates curriculares. Nesta perspectiva, no início da década de 1980, John Ziman (1980 apud³ SOUZA CRUZ; ZYLBERSZTAJN, 2001, p. 188) estuda, sistematiza e batiza o movimento CTS, que posteriormente vem a se chamar CTSA, acrescentando-se a expressão ‘ambiente’, temática que já fazia parte das discussões, mas não era contemplada na sigla do movimento.

Portanto, conforme Évora (2011, p. 9), o movimento CTSA foi adquirindo importância ao longo da história, tornando-se motivador de diversas reformas de educação em ciência em muitos países. Os principais objetivos do movimento seriam: motivar para a aprendizagem de uma ciência contextualizada; desenvolver o pensamento crítico diante das demandas sociais; promover uma visão social da ciência como construção coletiva; abordar diversos aspectos da ciência e tecnologia com o político, o econômico e ético, dentre outros; promover a alfabetização científica e tecnológica da população (Ibid.).

Nesta perspectiva, tal enfoque educacional sugere estratégias de ensino inspiradas em contextos reais e por meio da resolução de problemas locais, regionais ou globais, com a intenção de levar o cidadão a desenvolver competências que lhe permitam exercer uma cidadania participativa (Santos, 2005). Tal abordagem contextualizada possui grande expectativa de fomentar uma aprendizagem significativa (Évora, 2011, p. 12).

O potencial de uma abordagem em CTSA quanto à alfabetização científica também é bastante evocado. Sasseron e Carvalho (2008) exploram tal potencial em uma pesquisa qualitativa no contexto de uma aplicação de uma sequência didática. O foco são as relações

³³ ZIMAN, J. *Teaching and learning about science and society*, Cambridge: Cambridge University Press, 1980.

entre o uso de uma seqüência didática e o processo de alfabetização científica. Segundo os autores, embora o termo esteja em evidência, a idéia de alfabetização científica ainda suscita controvérsias em torno de sua definição. De uma maneira geral, pode ser concebida como a promoção de uma cultura científica e tecnológica junto à sociedade como um todo. Diante de diversas definições, é possível identificar pontos comuns entre as diversas definições: i) refere-se à compreensão básica de conceitos científicos fundamentais e a importância deles como forma de poder entender situações do dia-a-dia; ii) a preocupação com a compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática; iii) o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente e o reconhecimento de que diversos fatos da vida têm sido influenciados, mais ou menos, pelas ciências e tecnologias (Ibid.; p. 335). Tais pontos estão presentes na maioria dos trabalhos e documentos que tratam sobre o tema da alfabetização científica.

1.2.1. Pesquisas empíricas sobre CTSA

As pesquisas sobre o enfoque CTSA estão em evidência, principalmente se pensarmos na importância desta abordagem para fomentar um posicionamento mais crítico entre os cidadãos sobre as implicações sociais e ambientais do desenvolvimento científico e tecnológico. Neste trabalho será dada relevância às investigações relacionadas a intervenções didáticas em ambiente escolar.

Évora (2011) desenvolveu um estudo sobre o ensino de energia em um contexto CTSA com alunos do 7º ano do ensino fundamental. Chama a atenção para a função da escola quanto ao preparo dos educandos para que correspondam às exigências de uma sociedade afetada fortemente pelo desenvolvimento da ciência e da tecnologia, que trás benefícios e também uma série de novas problemáticas para a sociedade. Portanto, a escola deve preparar o sujeito quanto ao letramento científico. É nesta perspectiva que se evidencia a importância de um aporte educacional em CTSA.

Assim, o estudo desenvolvido por Évora (2011) tem como objetivo conhecer como reagem os alunos à implementação de estratégias de ensino com ênfase CTSA, sobre o assunto energia. A intenção é que uma abordagem mais contextualizada crie o ambiente de ensino favorável à aprendizagem significativa.

Sobre o potencial educativo da abordagem CTSA, Santos (2005) evidencia que tal enfoque deve proporcionar estratégias de ensino inspiradas em contextos reais, sejam locais, regionais ou globais, com a intenção de levar o aprendiz a desenvolver competências

relacionadas à resolução de problemas amplamente contextualizados.

Quanto à alfabetização científica na perspectiva CTSA, Sasseron e Carvalho (2008) fomentam estratégias de ensino que levem os alunos a trabalhar criticamente problemas envolvendo fenômenos naturais e suas implicações sociais e ambientais. Fazem uma pesquisa qualitativa no contexto de uma aplicação de uma seqüência didática em uma turma da 3^o série do Ensino Fundamental. O foco são as relações entre o uso de uma seqüência didática e o processo de alfabetização científica e, para tanto, analisam as argumentações dos alunos na busca de indicadores que mostrem indícios de uma atitude cientificamente mais amadurecida.

Sobre os indicadores de uma alfabetização científica, continuam Sasseron e Carvalho (2008; p. 338), um dos grupos de indicadores relaciona-se ao trabalho com os dados obtidos em uma investigação, ou seja, desejam-se ações de organização, classificação e seriação. Estes três indicadores são importantes quando há um problema a ser investigado, principalmente na determinação das variáveis envolvidas no fenômeno investigado. Outro grupo de indicadores envolve dimensões relacionadas à estruturação do pensamento lógico e objetivamente voltado ao problema. Por fim, em outro grupo, estão os indicadores ligados mais diretamente à procura do entendimento da situação analisada, englobando o levantamento de hipótese, teste de hipótese, justificativa, previsão e explicação.

Particularmente importante para nossa pesquisa são as relações entre atitude e o enfoque CTSA. Inclusive tal enfoque se mostra particularmente suscetível a permitir tal relação, já que abarca diversas temáticas com potencial atitudinal, principalmente por tratar de questões de grande relevância na contextualização social dos conteúdos conceituais. Nesta perspectiva, Nunes e Dantas (2012) desenvolvem um estudo na identificação de atitudes de estudantes universitários sobre as relações CTSA. Tal abordagem assume um papel importante na investigação educacional já que um dos objetivos da educação em ciência é estudar o que é ciência e suas implicações tecnológicas e sociais. Os resultados da pesquisa permitem inferir que os estudantes possuem uma atitude positiva com relação à ciência e tecnologia. No entanto, possuem uma atitude ingênua sobre as relações ciência e tecnologia, chamado de “mito da linearidade do desenvolvimento” (Ibid., p. 89), onde ciência gera tecnologia, que gera desenvolvimento econômico e social. Os autores defendem uma educação que suscite um posicionamento mais crítico sobre questões pertinentes como, por exemplo, o controle social da ciência e tecnologia e os impactos ambientais das decisões tecnocráticas (Ibid.).

Para Solbes e Vilches (1989) a imagem de ciência que é apresentada aos alunos nas escolas através dos livros didáticos é empirista e acumulativa, não levando em conta aspectos

qualitativos de caráter histórico, tecnológico, sociológico e humanístico. Segundo os autores esses aspectos podem contribuir para a construção de uma imagem de ciência mais próxima do trabalho científico e superar o desinteresse e atitudes negativas. Eles sugerem que o enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) pode contribuir para ajudar a solucionar a problemática apontada.

1.3. Estudos Sobre Atitude

Pesquisas têm sido realizadas sobre o tema da atitude frente à ciência e frente o seu ensino como mostram revisões bibliográficas realizadas por Vázquez Alonso e Manassero (1995) e Schibeci (1984), que apontam problemas como o referencial teórico e resultados contraditórios. A divergência nos resultados é uma constatação ainda válida visto que as pesquisas sobre atitude se tornaram menos evidentes após a década de 1980, apesar do tema ainda estar presente em estudos empíricos (NUNES; DANTAS; 2012) e propostas teóricas (ILLERIS, 2013) mais recentes. Entendendo que Sarabia (2000) e Pozo e Gómez Crespo (2001) dão uma certa organização teórica ao tema da atitude, serão apresentadas a seguir algumas conceituações e reflexões desenvolvidas por esses autores sobre o tema em questão. Posteriormente serão abordadas pesquisas empíricas com ênfase naquelas que tratam de estratégias de ensino e o ambiente escolar formal.

1.3.1. Conceituações e reflexões

Sarabia (2000) define atitude como “tendência ou disposição adquirida e relativamente duradoura a avaliar de um modo determinado um objeto, pessoa, acontecimento ou situação e a atuar de acordo com essa avaliação” (Ibid., p.122). As atitudes possuem os componentes cognitivo, afetivo e comportamental, que estão em constante inter-relação. Apesar da complexidade do tema, as atitudes possuem certa coerência e estabilidade, ou seja, o sujeito procura coerência entre suas atitudes e conduta, predominando nesse processo o aspecto cognitivo. Entretanto, outros fatores interferem como, por exemplo, o auto-conceito, as relações interpessoais, fatores situacionais, dentre outros.

As atitudes, “além de conteúdos concretos de ensino, impregnam a totalidade do processo educacional e ocupam um papel central em todo ato de aprendizagem” (Ibid, p.136). Exercem um papel ativo no processo de aprendizagem dos conteúdos, sendo seu aspecto afetivo tido como relevante. Espera-se que uma atitude gere um comportamento condizente.

A socialização é um dos mais importantes processos de aprendizagem de atitude, que ocorre sempre em contextos interativos com outros sujeitos. No entanto, a socialização apenas considera “as mudanças atitudinais e comportamentais que ocorrem através da aprendizagem [...] e que têm suas origens na interação com outras pessoas” (Ibid., p. 139). Por exemplo, a aquisição de conhecimentos verbais e o crescimento biológico não são processos de socialização.

Na escola, a socialização tem peculiaridades: é obrigatória; caracteriza uma situação de avaliação pública, em que o sucesso pessoal é o principal objetivo; é intencional; a relação com a autoridade é marcante. Na escola os processos de aprendizagem ocorrem, principalmente nas primeiras idades, por reforço social e punição⁴. Há também aprendizagem por observação, modelagem ou imitação, na qual o sujeito tende a reproduzir as atitudes de modelos reais ou simbólicos apresentados. Na sala de aula, os colegas se constituem modelos de comportamento e atitudes. Com o amadurecimento do aluno, começa a ganhar importância a internalização das normas sociais e a construção de critérios pessoais de avaliação moral e atitudinal. Como consequência da internalização, ganha importância o conceito de identificação, que vai além da mera imitação de modelos. Alguns autores, segundo Sarabia (2000, p. 147), destacam “que a semelhança de atitudes entre as pessoas gera processos de identificação e atração”.

No contexto escolar, o professor exerce função singular: é apontado como fonte de reforço social, modelo de imitação ou identificação. Ele tem papel de destaque quando se fala de processos de influência na sala de aula, em específico a persuasão, constituindo-se o que se qualifica “pessoas significativas”, juntamente com os demais alunos (Ibid., p. 155).

Existem diversas técnicas de intervenção relacionadas à mudança de atitude, segundo Sarabia (2000, p. 165). Uma delas, chamada *role-playing*, envolve a “dramatização ou representação mental de diferentes papéis assumidos como próprios” (Ibid., p.166). Assumir a experiência de sentir o que o outro sente aumenta a perspectiva de mudança de atitude. Outra técnica destacada é a participação em diálogos, discussões e estudos ativos. Ao contrário da primeira técnica abordada, aqui o aluno assume seu próprio papel. A participação pessoal na construção dos conceitos gera respostas importantes quanto à atitude frente ao conteúdo disciplinar e seu aprendizado. Há também a técnica da exposição em público, que se configura forte reforçadora de vínculos entre atitude e comportamento: um aluno que expõe um tema para a turma pode sentir-se mais comprometido com o conteúdo do que quando se

⁴ Entendendo punição como as reprimendas inerentes ao processo avaliativo com viés tradicional como, por exemplo, ficar após o horário copiando uma lição.

submete a uma prova escrita, por exemplo. Por último, Sarabia (2000, p. 169) apresenta a técnica denominada “tomada de decisão”, considerada um passo conclusivo no processo de mudança atitudinal. Deve-se permitir que os alunos tenham certa autonomia para decidir, por exemplo, quanto aos temas e encaminhamento de um trabalho, o que pode criar atitudes relacionadas à responsabilidade e participação.

Para ser efetiva, a mudança de atitude parece requerer um conflito, mais especificamente, um *conflito sociocognitivo*. Segundo Pozo e Gómez Crespo (2001, p. 39), tais conflitos podem ser classificados em dois tipos: “os que se baseiam em desajustes sociais e os que fomentam desequilíbrios internos, cognitivos”. Um primeiro tipo de conflito pode ser desencadeado ao confrontar-se as atitudes de um indivíduo com as de um grupo de referência, por exemplo, colocar um aluno desinteressado em um grupo com atitude de interesse por algum tema específico. Um segundo tipo de conflito, pode aflorar quando se confrontam a conduta de um aluno e suas crenças, o que pode provocar a mudança de conduta ou de crenças. É importante que os desequilíbrios provocados sejam percebidos como fomentadores de mudanças autônomas e que haja possibilidade concreta de êxito. No entanto, o conflito, apesar de ser uma condição necessária, não é suficiente para a mudança de atitude. Inclusive, salienta Pozo (2002, p. 144), a perspectiva de sucesso em uma empreitada e o valor que se atribui a ela são fatores decisivos para manter o interesse por concluí-la.

Podem-se destacar três tipos de atitudes a serem desenvolvidas pelos alunos de ciências: para com a ciência, em si; para com o aprendizado; e para com as implicações sociais da ciência (POZO; GÓMEZ CRESPO, 2001, p. 42). No primeiro caso, destacam-se o interesse pela ciência, o gosto pelo rigor e precisão, o respeito ao meio ambiente, uma atitude crítica diante do desenvolvimento científico; no segundo caso, destacam-se o interesse pela ciência escolar, a valorização da ciência como algo cuja compreensão seja digna de esforço e gere auto-conceito positivo, a relação com os companheiros e com o professor; e no terceiro caso, a avaliação crítica do uso social da ciência, o reconhecimento da relação entre desenvolvimento científico e mudança social.

Com relação à questão da atitude frente ao aprendizado da ciência, destaca-se um problema discutido entre pesquisadores em educação que pode ser apresentado em forma de paradoxo: os alunos não aprendem porque não estão motivados ou não estão motivados porque não aprendem (Ibid., p. 45)?

Quando se busca fomentar o interesse pela ciência por seu valor em si, ressaltando a riqueza de sua estrutura e natureza, e seu poder como interlocutora frente aos problemas contemporâneos, fala-se da motivação intrínseca. Aprender pela satisfação de aprender algo

instigante parece gerar frutos mais consistentes e duradouros (POZO, 2002, p. 141).

Para Ausubel (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980), os professores estão significativamente interessados nas atitudes dos alunos para com a escola e para com os conteúdos disciplinares. O desinteresse dos alunos, em parte, reflete “o fracasso da escola em estimular e satisfazer o interesse da criança no conhecimento como um fim em si mesmo” (Ibid., p. 355). Alunos com atitudes favoráveis atingem níveis de realização alto com relação às disciplinas, se comparados com alunos com atitudes negativas.

As pesquisas relativas às variáveis afetivas na aprendizagem continuam em evidência na pesquisa educacional e nas teorias contemporâneas de aprendizagem. Por exemplo, Illeris (2013) chama a atenção que as teorias da aprendizagem deveriam por em relevo as diversas dimensões da aprendizagem, dentre elas, o que ele denomina “incentivo” (Ibid., p. 18), que compreende elementos como sentimentos, emoções, motivação e volição. Segundo ele, tal dimensão é essencial para o equilíbrio mental do sujeito.

1.3.2. Pesquisas sobre atitude

Segundo estudos sobre atitude, professores consideram que tais pesquisas sobre a postura atitudinal dos alunos em relação à Física, enquanto disciplina escolar, são extremamente importantes. Consideram que tal temática de estudo é um elemento de grande influência na sua aprendizagem, além de ser um indicativo de sucesso profissional (TALIM, 2004).

Sobre a relação entre atitude e intervenções didáticas, objeto de nossa investigação, muitos apontam como pertinente no âmbito educacional (MASON; KAHLE, 1988), e as pesquisas demonstram que esse ainda é um ponto com muitas lacunas (SCHIBECI, 1984). Nesta perspectiva, Augé (2004) desenvolveu um estudo sobre uma intervenção didática com potencial atitudinal e identificou algumas temáticas que se evidenciaram para suscitar uma atitude favorável em sala de aula, no ensino de física. Os alunos abordaram vários aspectos da estratégia didática, alguns relacionados à física, outros associados a aspectos didático-pedagógicos. Os temas relevantes foram: história, experimentos, conteúdos conceituais, autonomia, metacognição, conflito cognitivo, aprendizado, motivação e a estratégia como um todo. Ou seja, os alunos sugeriram, diretamente ou indiretamente, que tais aspectos foram importantes para que se sentissem motivados na condução das atividades da intervenção didática. Por exemplo, a autonomia na elaboração das atividades foi um tema recorrente. Na proposta didática os alunos se sentiram envolvidos pelas atividades não se importando se as

tinham realizado sem a ajuda explícita do professor. Alguns afirmaram ter se sentido como um cientista. Um outro elemento lembrado pelos alunos entrevistados foi o conflito cognitivo presente em algumas atividades. Tal aspecto mereceu por parte dos alunos comentários positivos, principalmente por despertar a curiosidade e o interesse, melhorar o nível de atenção e participação, suscitar o aprendizado autônomo e uma certa cautela diante das demais atividades.

As pesquisas sobre estratégias de ensino e atitudes não chegam a resultados convergentes (SCHIBECI, 1984). Há exemplos que apresentam uma relação positiva no aumento da atitude favorável e há exemplos em que as estratégias de ensino são indiferentes quanto à mudança atitudinal. Tais afirmações, mesmo sendo datada conforme a referência anterior, continuam válidas, já que as pesquisas sobre atitude e estratégias de ensino se tornaram pulverizadas após a década de 1980, sendo os resultados controversos uma constante.

O estudo desenvolvido por Dillashaw e Okey (1983), por exemplo, conclui que não houve uma relação significativa entre realização e atitude para com a ciência e seu ensino. Houve aumento de realização sem que, contudo, houvesse incrementos na atitude. A estratégia de ensino consistia em conferências, sessões de pergunta-resposta, trabalho de laboratório, demonstrações e materiais áudio-visual.

O trabalho de Long, Okey e Yeany (1981) é um exemplo de relação favorável entre atitude e realização. Eles relatam os efeitos sobre realização e atitude de uma estratégia que efetua diagnósticos e recuperação contínuos dos conteúdos em biologia. Um grupo foi autônomo na aplicação da estratégia, enquanto outro recebeu apoio ativo do professor. O conteúdo foi ministrado via conferências e aulas de laboratório. Ambos os grupos obtiveram ganhos em aprendizado e atitude, mas no grupo em que o professor administrou a estratégia houve ganhos de aprendizagem consideráveis; no grupo em que os próprios alunos administraram o processo, o incremento atitudinal para com a instrução foi mais significativo, se comparado ao outro grupo. Um dado interessante nessa pesquisa foi o fato de que o grupo que gozou de mais autonomia registrou incremento atitudinal mais significativo.

Outro exemplo de relação favorável é a pesquisa de Ajewole (1991), que investiga o efeito sobre a atitude para com a Biologia de uma estratégia instrutiva. A estratégia caracteriza-se por não apresentar o conteúdo de aprendizagem em sua forma final, mas os alunos são guiados para que adquiram as informações independentemente (Ibid., p. 402). Há a escolha de um tema e dos instrumentos necessários para seu estudo, em grupo, através de perguntas norteadoras. O grupo experimental, alvo da estratégia, apresentou atitudes mais

favoráveis para com a biologia do que o grupo submetido à instrução expositiva. As atitudes mais favoráveis foram atribuídas à possibilidade de interação com o material instrucional, ao invés de ouvintes passivos.

Em Johnson e colaboradores (1985) encontra-se mais um exemplo de pesquisa que relaciona o problema da atitude com estratégias didáticas em ambiente escolar (quinto ano do ensino fundamental). Foram investigados quais os efeitos de estudo em grupo com controvérsia, sem controvérsia (ênfase no acordo) e aprendizagem individualista, sobre a realização, motivação e atitude. Esses autores (Ibid., p. 179) afirmam que na maioria das escolas americanas a ênfase é dada ao estudo individualista e grupos de consenso, em detrimento da controvérsia. No desenvolvimento científico, ao contrário, afirmam eles, o debate em torno de idéias contraditórias é uma constante. Os processos de ensino e aprendizagem negligenciam a importância da construção científica. Tais processos, para uma educação efetiva, deveriam promover a curiosidade intelectual, a motivação para o aprendizado contínuo e atitudes positivas para com as ciências. Segundo pesquisas, há alguma evidência que a utilização de controvérsia acadêmica estruturada promove maior motivação para aprender. No entanto, há pouca ou nenhuma pesquisa quanto ao efeito de controvérsia e grupos de consenso sobre mudança de atitude. São admitidas tanto a hipótese de que a controvérsia gera mudança de atitude, como também a possibilidade de recrudescimento das mesmas (Ibid., p. 198). A pesquisa conclui que estudantes em grupos com controvérsia estruturada alcançam o mais alto índice de realização, maior motivação para aprender mais e atitudes mais positivas para com o conteúdo e para com a noção de controvérsia. Os resultados contradizem algumas pesquisas que afirmam que a controvérsia pode gerar tensão e comprometer os resultados da aprendizagem. No entanto, os autores recomendam a aprendizagem cooperativa, em especial quando contém controvérsia estruturada (Ibid.).

Kempa e Martin (1989), por sua vez, abordam a relação entre métodos de ensino e modelos motivacionais dos alunos “como forma de aumentar ou produzir a motivação dos alunos em nossas aulas” (Ibid, p.38). Apresentam quatro tipos de necessidades discentes, que geram quatro tipos de modelos motivacionais: aluno que busca o êxito; aluno curioso; aluno cumpridor do dever; e por fim, aluno sociável. Nesse sentido, alunos com diferentes características motivacionais reagem de forma distinta aos diferentes métodos de ensino, ou seja, cada método tem repercussão própria de acordo com o aluno (Ibid.).

A abordagem por investigação também tem sido apontada como relevante para ajudar a solucionar o problema da atitude negativa dos estudantes para com a aprendizagem de ciências (GIL PEREZ, 1986, p. 118). Figueroa de Lewin e Monmany de Lomáscolo (1998, p.

147) implementaram uma estratégia de ensino de física como pequenos projetos de investigação com o intuito de superar a atitude negativa dos alunos para com a aprendizagem de ciências. Segundo os autores, formular hipóteses, propor e realizar experiências, coletar dados e analisá-los, ou seja, trabalhar segundo uma proposta de investigação dirigida “favorece fortemente a motivação dos estudantes” (Ibid., p. 148).

Hanrahan (1998) é um exemplo de estudo qualitativo numa classe de Biologia, em uma escola secundária australiana. O estudo mostrou a importância da atuação docente e da percepção dos alunos sobre o processo de aprendizagem. Atividades que reforçam a autonomia dos alunos devem ser priorizadas, ressalta a pesquisa. Um aspecto curioso apontado é que mesmo os alunos estando motivados não houve um forte envolvimento na aprendizagem, o que foi atribuído à baixa autonomia gozada por eles em atividades sob controle docente. De uma maneira geral, os alunos apontam a relação com a vida e com carreiras profissionais como elementos que tornariam interessante uma disciplina.

Mais recentemente, o tema atitude pode ser encontrado em relação a temáticas bastante em evidência no âmbito do ensino de ciências. Por exemplo, relações entre atitude e o enfoque CTSA, foco de uma investigação protagonizada por Nunes e Dantas (2012), que busca a identificação de atitudes de estudantes universitários sobre as relações CTSA. Tal abordagem, como dito anteriormente, assume um importante papel na investigação educacional já que um dos objetivos da educação em ciência é estudar o que é ciência e suas implicações tecnológicas e sociais. Alguns comentários adicionais sobre a investigação realizada por Nunes e Dantas (2012) podem ser encontrados no item 2.2 desta dissertação.

CAPÍTULO 02

METODOLOGIA

Este capítulo é dedicado a aportes metodológicos relativos à pesquisa. São enfocados dois aspectos: o ensino, cenário de fundo da pesquisa, e a pesquisa propriamente dita. Sobre o ensino, procurar-se-á fazer uma breve descrição da experiência didática investigada, situando-a frente a alguns livros didáticos e propostas curriculares; também será feito um detalhamento do contexto de aplicação em sala de aula. Com relação à pesquisa, são feitos comentários sobre o caráter qualitativo da investigação, o critério de escolha dos entrevistados, as observações do professor em sala de aula e o roteiro de entrevistas.

2.1. O Ensino

2.1.1. Como os livros tratam a questão da energia?

Optamos pela seleção de 2 livros para análise. O primeiro é adotado pelas escolas estaduais do Estado do Espírito Santo e representaria um livro com viés tradicional; o segundo apresenta uma abordagem mais próxima do que concebemos como adequada à proposta deste trabalho de pesquisa. Não há a intenção aqui de fazer uma análise do livro didático nas escolas, mas apenas ilustrar o que representaria um livro menos ou mais adequado às intenções da pesquisa.

Livro 1 – Componente Curricular: Física; autores: Bonjorno, Clinton, Prado e Casemiro.

O livro adotado pelos professores de física do estado do Espírito Santo (BONJORNO et al., 2013) apresenta uma abordagem que se aproxima do enfoque tradicional, ou seja, privilegia fórmulas matemáticas e exercícios de aplicação. Não omite a discussão de conceitos, no entanto, é pouco contextualizada e não utiliza a história da ciência de maneira

integrada ao desenvolvimento conceitual; apresenta apenas pequenos recortes históricos da biografia de cientistas.

Livro 2 – Coleção Quanta Física: Unidade 1; autores: Kantor, Paoliello Jr., Menezes, Bonetti, Canato Jr. e Alves.

Esse livro (KANTOR et al., 2010) aborda os conteúdos básicos da Física Clássica e apresenta um aprofundamento em relação a conteúdos de Física Moderna e Contemporânea. Ele está estruturado de modo que a discussão conceitual não se esgota em um único momento, fazendo com que os conteúdos sejam retomados ao longo das unidades. A conceituação da Física é articulada com os temas centrais que organizam cada unidade e se constituem nos eixos ordenadores da abordagem conceitual, bem como das contextualizações que são efetuadas. Ao apresentar a Física Moderna e Contemporânea, estabelece suas relações com a tecnologia e com a realidade física. Pode-se dizer que a abordagem do livro possui um viés CTSA bastante acentuado.

2.1.2. Como o currículo aborda o tema?

O tema da Física abordado na presente pesquisa é contemplado no Currículo Básico da Escola Estadual do Estado do Espírito Santo (ESPÍRITO SANTO, 2009), no 1º ano do Ensino Médio, e na Matriz de Referência Curricular do ENEM (BRASIL, 2012). Os tópicos que devem ser trabalhados com os alunos são os seguintes: Energia, trabalho e potência. Conceituação de trabalho, energia e potência. Conceito de energia potencial e de energia cinética. Conservação de energia mecânica e dissipação de energia. Trabalho da força gravitacional e energia potencial gravitacional. Forças conservativas e dissipativas.

O Currículo Escolar do Estado do Espírito Santo (ESPÍRITO SANTO, 2009, p. 78) orienta ainda que o Ensino Médio deve proporcionar ao aluno não somente a sua formação acadêmica no ensino regular, mas contemplar a sua formação como cidadão e dotá-lo com conhecimentos suficientes para que possa participar, intervir e modificar o mundo ao seu redor, seja sua cidade, seja realidades mais abrangentes. No mundo em que vivemos, os conhecimentos científicos e tecnológicos estão presentes, integrando a existência humana nos lares, na geração de energia, na medicina, nos meios de transporte, no trabalho, nas comunicações, no lazer, dentre outros aspectos. A consequência mais visível é a transformação acelerada do espaço geográfico e social onde nos situamos e com o qual interagimos. A crescente presença da Física na história humana abre novos horizontes

tecnológicos e, ao mesmo tempo, nos convoca a participar de questões derivadas, como as éticas, filosóficas e ambientais dessa ciência. Essa orientação vai de encontro ao enfoque CTSA que é contemplado na presente pesquisa.

Em função da proximidade com o Estado do Rio de Janeiro, principalmente com relação às hidrelétricas cuja visita estão no planejamento da intervenção didática, as escolas próximas à fronteira com o Estado do Espírito Santo também são alvos potenciais para a aplicação do projeto aqui proposto. Inclusive podem usufruir do mesmo planejamento dispensado para a escola alvo da intervenção. As orientações curriculares do Estado do Rio de Janeiro também são bastante acolhedoras quanto a uma proposta com viés em CTSA. Por exemplo, as habilidades e competências a serem desenvolvidas no 3º bimestre do 1º ano do Ensino Médio, segundo o Currículo Mínimo do Estado do Rio de Janeiro, são (RIO DE JANEIRO, 2011):

- Compreender fenômenos naturais ou sistemas tecnológicos, identificando e relacionando as grandezas envolvidas.
- Compreender o funcionamento de usinas termelétricas e hidrelétricas, destacando suas capacidades de geração de energia, os processos de produção e seus impactos locais, tanto sociais como ambientais.
- Identificar etapas em processos de obtenção, transformação, utilização ou reciclagem de recursos naturais, energéticos ou de matérias-primas, considerando os processos físicos envolvidos neles.
- Compreender as diferentes manifestações da energia mecânica na natureza.
- Identificar transformações de energia e a conservação que dá sentido a essas transformações, quantificando-as quando necessário. Identificar também formas de dissipação de energia e as limitações quanto aos tipos de transformações possíveis, impostas pela existência, na natureza, de processos irreversíveis.
- Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de ciência, tecnologia e sociedade.
- Avaliar as vantagens e desvantagens dos usos das energias hidrelétricas e termelétricas, dimensionando a eficiência dos processos e custos de operação envolvidos.
- Compreender que a construção de uma usina envolve conhecimentos sobre recursos naturais, opções de geração e transformação de energia, além dos impactos sociais causados pela sua instalação em uma região.

Assim como os documentos de orientação ao Ensino da Física dos Estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro, a proposta de Base Nacional Comum Curricular do Ministério da Educação (BRASIL, 2015) também possui instruções que condizem com os preceitos da presente pesquisa. Possibilitar ao educando a compreensão da Física como saber social, passa por intervenções didáticas que harmonizem história, ciência, tecnologia, ambiente e sociedade. A Física deve ser apresentada como construção humana (Ibid., p. 218).

2.1.3. Contexto da pesquisa

O Município de Mimoso do Sul – ES possui em sua sede uma única escola de Ensino Médio, EEEFM “Monsenhor Elias Tomasi”. Com cerca de 25.900 habitantes, a cidade não possui Instituições de Ensino Superior. Situada entre os municípios de Campos dos Goytacazes – RJ e Cachoeiro de Itapemirim – ES, os alunos de Mimoso, em sua maioria, iniciam suas graduações nas instituições destas cidades.

O município possui hidrografia privilegiada, banhado pelos rios Muqui do Sul, Itabapoana, Preto e São Pedro, e seu relevo, relativamente acidentado com 69% de sua área acima dos 600m. Em sua história, as características naturais do município foram utilizadas para transformar o movimento das águas fluviais em energia elétrica. As usinas de Aparecida e Rubens Rangel, atualmente em ruínas, ficaram no passado. Nos dias atuais, no rio Itabapoana, divisa entre os territórios capixaba e fluminense, funciona a Pequena Central Hidrelétrica – PCH Pedra do Garrafão, que produz 25,14 MWh, o suficiente para abastecer uma cidade de 100 mil habitantes por meio do Sistema Elétrico Interligado Nacional. A PCH Pedra do Garrafão está em funcionamento desde 18 de setembro de 2009.

Na escola “Monsenhor Elias Tomasi”, 682 alunos estão matriculados. Sendo a única escola de Ensino Médio do município, recebe jovens de diferentes classes sociais. O turno matutino é composto, na maioria, por alunos da sede do município, já o vespertino, prioritariamente, por alunos oriundos da zona rural, enquanto o noturno, predominam alunos trabalhadores de ambas as localidades, onde destaca-se a Educação de Jovens e Adultos.

A instituição possui boa estrutura, com laboratório de informática, quadra esportiva, piscina, pátio amplo e salas espaçosas. No entanto, a falta de manutenção, mão de obra adequada e investimento, causam a subutilização e deterioração desse potencial. O laboratório de informática é um exemplo, das 27 máquinas, apenas 12 funcionam.

2.2. A Pesquisa

Serão feitas considerações sobre pesquisa qualitativa em educação, os sujeitos e os instrumentos da pesquisa.

2.2.1. Pesquisa qualitativa em educação

A pesquisa qualitativa, de acordo com Alves (1991), engloba uma enorme variedade de denominações: naturalista, pós-positivista, antropológica, etnográfica, estudo de caso,

humanista, fenomenológica, hermenêutica, idiográfica, ecológica, construtivista, entre outras. Não é fácil, portanto, caracterizá-la, mesmo porque reflete origem e ênfase diversas. O termo qualitativo utilizado não quer sugerir uma oposição à quantitativo, constituindo-se uma questão de ênfase.

Patton (1986 apud⁵ ALVES, 1991) identifica três características tidas por diversos autores como essenciais aos estudos qualitativos:

- visão holística, que parte do princípio que a compreensão de um evento se dá em função da compreensão do contexto;
- abordagem indutiva, em que o pesquisador parte de observações mais livres e durante o processo de coleta e análise dos dados percebe as relevâncias;
- investigação naturalista, em que se minimiza a intervenção do pesquisador no contexto, apesar daquele ser o principal instrumento de investigação.

O presente trabalho, que busca uma identificação com tais características, tem como foco o estudo das atitudes de alunos frente ao ensino de ciências, mais especificamente frente a uma experiência didática. A avaliação de atitudes, no entanto, é um assunto em discussão.

Sarabia (2000, p. 170) chama a atenção para o caráter abstrato das atitudes, pois esse conceito é uma construção hipotética dos psicólogos sociais. Avaliá-las implica em observar as manifestações verbais e/ou comportamentais do sujeito.

Na escola, o fator comportamental é um importante veículo de medição de atitudes. O professor, nesse caso, é um observador privilegiado, ocupando um papel semelhante ao de ‘observador participante’, em que exerce dupla função: de pesquisador e participante ativo dos acontecimentos que estuda (Ibid., 172).

2.2.2. *Os sujeitos*

Após a aplicação, foram selecionados alguns alunos que pudessem servir de amostragem representativa da turma. Esses alunos foram entrevistados com o intuito de investigar a atitude dos mesmos face à intervenção utilizada.

Durante a aplicação do projeto, houve diversas questões presentes no material e os debates suscitados pelos momentos investigativos. Tais colocações discentes também foram

⁵ PATTON, M. *Qualitative evaluation methods*. Beverly Hills, Sage Publ., 1986.

levadas em consideração.

Os sujeitos selecionados⁶ para responder ao roteiro da entrevista (Anexo B) e os critérios para a escolha serão descritos a seguir:

Adriane – decidimos entrevistar essa aluna por ser a mais interessada. Dedicou-se em todas as atividades e, quando em grupo, sempre assumia postura de liderança, participando ativamente das discussões.

Eduardo – selecionado pelo comportamento introspectivo, sempre sentado no canto da sala, cumpriu as atividades escritas, porém apresentou muita dificuldade em expor suas ideias verbalmente.

Marcelo – conseguiu cumprir boa parte das atividades, no entanto, demonstrou muita apatia, independente da atividade proposta. Foi o único que afirmou não ter se interessado pela visita técnica a hidrelétrica.

Diego – este foi selecionado por apresentar muita dificuldade na execução das atividades, aparenta defasagem de conhecimento teórico quando comparado aos demais alunos da turma, dificuldade extrema na escrita e na execução das operações matemáticas básicas. Chegou a se retirar da sala durante a execução de atividades.

Tábata – aluna que mais chamou a atenção pela mudança de comportamento ao longo da proposta. Inicialmente, o celular e os fones de ouvido eram o centro de sua atenção, mas ao longo da proposta passou a se envolver nas atividades e mobilizou um grupo de amigos em torno das atividades, passando a exercer uma liderança positiva e se destacando nos debates pelo senso crítico.

2.2.3. *Instrumentos*

Para avaliar em que medida é possível identificar atitudes positivas nos alunos diante da proposta didática, e quais elementos da mesma, com potencial atitudinal, podem ser evidenciados, a pesquisa lançou mão de observações participantes do docente em sala de aula e entrevistas semi-estruturadas (Apêndice B), realizadas com os cinco alunos selecionados, mencionados anteriormente.

Roteiro de entrevista

⁶Os nomes são fictícios.

O roteiro de entrevistas possui um caráter semi-estruturado. A primeira e a última perguntas são de intenção menos direcionada e têm o potencial de coletar as impressões mais evidentes dos alunos com relação à estratégia didática. As perguntas abertas, conforme Bogdan e Biklen (1994, p. 209), permitem aflorar uma das características dos estudos qualitativos, que é uma maior preocupação com os “processos e significados”.

A **primeira questão** tem como objetivo fazer com que o aluno verbalize suas lembranças das atividades realizadas por ocasião da aplicação da proposta didática, evidenciando o que mais lhe chamou a atenção.

Na **segunda questão** deseja-se saber quais momentos o aluno se recorda com relação aos problemas ambientais e ao enfoque CTSA e qual sua impressão sobre a utilização dessas temáticas como recurso didático no ensino de ciências.

Semelhante à pergunta anterior, na **terceira questão** deseja-se por o foco na utilização de experimentos. Quais experimentos são mais recordados? Qual o papel didático da utilização de experimentos? Qual a repercussão atitudinal desse recurso?

A situação evocada na **quarta questão** possui o potencial de ser um momento importante da experiência didática, pois os alunos poderiam estar sensibilizados diante da possibilidade de uma aula informal, ou seja, uma visita a uma Pequena Usina Hidrelétrica. Qual a repercussão desse momento? O objetivo desta pergunta é confirmar a importância didática de situações não formais em ambientes fora da sala de aula.

Na **quinta questão** deseja-se saber quais momentos o aluno se recorda com relação à utilização da história da ciência como recurso didático. Qual sua impressão sobre a utilização desse recurso didático no ensino de ciências? A história da ciência foi um elemento propiciador de mudança de atitude frente ao ensino de física?

A **sexta questão** versa sobre o material didático e sua dinâmica como um todo. Possivelmente, os alunos evocarão o tema da próxima questão, que é sobre a autonomia na realização das atividades.

A **sétima questão** fala sobre a autonomia na realização das atividades. A opinião dos alunos sobre tal característica da experiência didática parece de vital importância, pois é um dos pilares de propostas de ensino com viés investigativo.

As **questões oitava e nona** retomam o objetivo da primeira, isto é, pretendem evidenciar as impressões que podem gerar pistas para a identificação dos elementos que mais contribuíram para um possível incremento atitudinal.

CAPÍTULO 03

DESCRIÇÃO DO PRODUTO

3.1. Comentários Iniciais

O Produto didático idealizado para esta pesquisa trata-se de uma sequência de aulas agrupadas em **dez momentos** onde se utilizam estratégias de ensino diversificadas, buscando contemplar diferentes perfis motivacionais dos discentes (KEMPA; MARTIN, 1989). Se distingue dos comumente utilizados, pois estrutura-se a partir da composição de várias estratégias, tais como: textos, experimentos de baixo custo, visitas técnicas (BENEVIDES, 2009), simulações, animações e aulas dialogadas. Busca associar o conceito de conservação da energia mecânica ao processo de transformação da energia presente nas hidrelétricas, com o intuito de aproximar a ciência do cotidiano do aluno. O objetivo principal é propor uma intervenção que tenha potencial para suscitar nos alunos uma atitude favorável para com o ensino de física, em particular, energia mecânica.

Augé (2004), em uma pesquisa sobre atitude relacionada a intervenções didáticas, destaca aspectos que teriam influência na atitude: relacionados à física diretamente, como a história, os experimentos e os conteúdos; outros associados a aspectos didático-pedagógicos como a autonomia, metacognição, conflito cognitivo, aprendizado, motivação e a estratégia como um todo. Vários desses elementos são temas apontados pela literatura como pertinentes ao problema da atitude. Portanto, são aspectos que foram levados em consideração, de uma maneira geral, na elaboração do material didático de nossa pesquisa.

Quanto à aprendizagem, Ausubel, de acordo com Pozo (2001, p. 212), para que haja aprendizagem significativa são necessárias certas condições. Primeiramente, o material de ensino deve possuir uma coerência interna, ou seja, seus elementos devem ser organizados em uma estrutura lógica não arbitrária; deve haver uma predisposição por parte do sujeito, ou seja, são os motivos para empenhar-se no processo de aprendizagem; outro aspecto, os

conceitos inclusivos, relacionados às concepções prévias, formam o tripé da aprendizagem significativa.

Concluindo esse comentário introdutório sobre as bases teóricas que inspiraram a elaboração da proposta de nossa pesquisa, há de se dar destaque ao enfoque conhecido como CTSA. Nunes e Dantas (2012), por exemplo, realizam uma pesquisa sobre as atitudes discentes relacionadas ao enfoque citado e como tais atitudes irão influenciar os posicionamentos docentes em sala de aula. Tal enfoque teve um papel de destaque na elaboração do roteiro do produto educacional proposto por nossa pesquisa.

3.2. Roteiro do Produto

Em seguida são apresentados brevemente os tópicos que inspiraram a confecção do produto didático aplicado em sala de aula. Permite uma visão panorâmica do produto. O detalhamento de cada momento didático é o tema do próximo item.

1º Momento: Explanação introdutória para situar os alunos a respeito da proposta. Atividade: questionário para levantamento das concepções alternativas acerca do tema energia.

2º Momento – Leitura de texto sobre energia com viés CTSA. Atividade: questões sobre o texto.

3º Momento – Aulas dialogadas sobre energia com viés qualitativo.

4º Momento – Experimentos qualitativos com material de baixo custo sobre conservação da energia. Atividade: questões e relatório das observações.

5º Momento – Aulas dialogadas sobre energia com viés quantitativo. Atividade: questões instigantes sobre o tema.

6º Momento – Estudo histórico sobre usinas hidrelétricas. Atividade: apresentação de seminários sobre a pesquisa.

7º Momento – Visita orientada a uma Pequena Central Hidrelétrica (PCH). Atividade: redação sobre a visita.

8º Momento – Experimento quantitativo sobre conservação da energia mecânica. Atividade: apresentação sistemática dos resultados.

9º Momento – Laboratório virtual/Avaliação. Atividade: apresentação sistemática dos resultados.

10º Momento – Conclusão da proposta investigativa com debate sobre as atividades desenvolvidas e preparação para as avaliações trimestrais através de resolução de problemas. Atividade: resolução de problemas.

3.3. Descrição da Elaboração do Produto

Agora faremos a descrição de cada um dos **dez momentos** que compõem a proposta de intervenção didática (Apêndice A), situando brevemente a fundamentação teórica que os alicerça.

O **primeiro momento** da sequência de aulas (Apêndice A, p. 79) pretende apresentar a proposta em caráter introdutório, pedindo aos alunos comprometimento, senso crítico e ressaltando a importância de suas participações, tanto na execução, quanto na avaliação das atividades. Um pequeno texto introdutório acerca do tema faz as considerações iniciais. Consequente, iniciamos um questionário para investigar as concepções alternativas referentes ao conceito de energia. Essas concepções ganham relevância e estão amplamente presentes na literatura sobre aprendizagem de conceitos. Pozo (1998), por exemplo, afirma a existência de teorias da aprendizagem de conceitos científicos que evidenciam a importância das concepções prévias na formação dos conceitos científicos. Portanto, nos pareceu fundamental iniciarmos os trabalhos com tal coleta, não só para identificarmos os posicionamentos discentes, mas também como subsídio para possíveis adaptações nos momentos posteriores. Também subsidiou a construção deste momento do material didático pesquisas sobre concepções alternativas que versava a respeito do tema energia (PAULINO et al., 2007)

No **segundo momento** (Apêndice A, p. 81), o Texto: Crise hídrica e energética (ou “Quando os vilões se fazem de vítima”) (BITTENCOURT, 2014), pretende apresentar o tema energia de uma forma diferente da abordagem normalmente feita nas salas de aula. Escolhemos esse texto por apresentar suas ideias de maneira crítica, ser bastante informativo e apresentar dados que muitas vezes rivalizam com concepções do senso comum e até, algumas

vezes, preconizadas pela mídia, ou seja, o texto se comporta bem ao ‘sabor’ do enfoque CTSA. Ainda segundo Pozo (2001, p. 241), para que haja mudança conceitual é preciso que o aluno encontre uma teoria melhor que satisfaça seus anseios explicativos. Para que o aprendiz queira fazer a opção pela nova teoria é preciso defrontar-se com situações de conflito cognitivo em que suas concepções não sirvam para resolvê-las. Por fim, o aluno deve conscientizar-se da necessidade de mudança de modelo explicativo, ou seja, a reflexão a respeito das concepções pessoais e sua inadequação explicativa e a necessária escolha por outro marco teórico. Portanto, o texto citado também tem como objetivo suscitar algum tipo de conflito e servir de combustível para as reflexões que se seguem.

Na próxima etapa, sob o efeito instigador do texto anteriormente descrito, vem o **terceiro momento** (Apêndice A, p. 86), onde propomos uma aula dialogada com viés qualitativo utilizando como apoio os livros textos da coleção Quanta Física vol. 1 (KANTOR et al., 2010) e GREF FÍSICA 1 (GREF, 2001). Esses livros foram escolhidos por contemplarem os conceitos levando em conta sua relevância histórica, trazendo aplicações em situações cotidianas e mostrando certa coerência com a proposta da Base Nacional Curricular Comum (BRASIL, 2015). Possibilitar ao educando a compreensão da Física como saber social, passa por intervenções didáticas que harmonizem história, ciência, tecnologia, ambiente e sociedade. A Física deve ser apresentada como construção humana (BRASIL, 2015, p. 218).

Experimentos qualitativos que visam demonstrar a conservação da energia mecânica é o foco do **quarto momento** (Apêndice A, p. 89). São inspirados em experimentos disponibilizados por Lavarda (s. d.). A intenção é aplicar o assunto em evidência numa abordagem experimental. Nesta perspectiva, Augé (2004) desenvolveu um estudo sobre uma intervenção didática com potencial atitudinal e identificou algumas temáticas, dentre as quais, experimentos e autonomia, contempladas nesta etapa. Acreditamos que este seja um momento de interação atitudinal dos alunos com o material didático proposto.

No contexto da atividade experimental anterior, quanto, acredita-se, os alunos estarão bastante instigados sobre possíveis modelos explicativos sobre a temática em questão, surge o **quinto momento** (Apêndice A, p. 98), que se trata de uma aula dialogada com uma abordagem quantitativa da energia mecânica, inspirada nos livros textos da coleção Quanta Física vol. 1 (KANTOR et al., 2010) e GREF Física 1 (GREF, 2001).

O **sexto momento** (Apêndice A, p. 105) é mais uma tentativa de contextualizar o assunto. Há a sugestão de um breve estudo histórico sobre as usinas hidrelétricas Rubens Rangel e Aparecida, alocadas na sede do Município de Mimoso do Sul, atualmente em ruínas.

Apresentamos um texto (MONFATI, 2013) de cunho histórico sobre o tema como motivação inicial. Nesta etapa, propomos uma atividade que se enquadre no enfoque CTSA e privilegie características locais. Sobre o potencial educativo da abordagem CTSA, Santos (2005) evidencia que tal enfoque deve proporcionar estratégias de ensino inspiradas em contextos reais, sejam locais, regionais ou globais, com a intenção de levar o aprendiz a desenvolver competências relacionadas à resolução de problemas contextualizados. Tal abordagem, segundo Évora (2011, p. 12), possui potencial quanto à aprendizagem significativa.

A visita técnica a PCH (Pequena Central Hidrelétrica) de Pedra do Garrafão é a sugestão do **sétimo momento** (Apêndice A, p. 109), atividade que esperamos (esta é uma expectativa pessoal) ser a de maior potencial para provocar nos alunos atitudes favoráveis em relação ao ensino da energia mecânica. Os alunos, de modo geral, mostram curiosidade por atividades diferentes das desenvolvidas em sala de aula, possivelmente, mais ainda pela possibilidade de conhecer o processo de funcionamento de uma hidrelétrica (BENEVIDES, 2009). Com relação à motivação, Ausubel (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980) assume que é tanto um efeito como uma causa da aprendizagem. Segundo o autor (Ibid., p. 359) é possível aumentar a motivação elevando “ao máximo o impulso cognitivo por meio da ativação da curiosidade intelectual, usando material que atraia a atenção e organizando as aulas de modo a garantir uma aprendizagem bem sucedida”.

Após debatermos as impressões a respeito da visita técnica à PCH, voltamos para o laboratório no **oitavo momento** (Apêndice A, p. 110) da proposta. Agora vamos propor aos alunos que desenvolvam um experimento com viés quantitativo, através de um roteiro básico, passível de alterações, que determine a transformação da energia potencial em energia cinética, desprezando-se o atrito. Assim como no quarto momento, acreditamos que este seja mais uma oportunidade de interação procedimental e atitudinal dos alunos com o material didático proposto.

No **nono momento** (Apêndice A, p. 115), os alunos são convidados para um momento de avaliação do aprendizado. A proposta é uma atividade usando o computador. Será uma simulação idealizada por professores da Universidade de São Paulo (TAGIKU; ONO; BOARETTO, s.d.) encontrada no Laboratório Didático Virtual da USP – LabVirt. Segundo eles, o principal objetivo é a execução dos cálculos da quantidade de energia elétrica que uma hidrelétrica pode gerar para abastecer uma cidade a partir da altura de sua barragem. Durante as etapas da proposta utiliza-se atividades diversas, tentando assim, contemplar os diferentes perfis motivacionais ao avaliarmos o aprendizado (KEMPA; MARTIN, 1989). A utilização dessa simulação é mais uma tentativa de suscitar a atitude favorável dos alunos para com a

proposta apresentada.

Finalizando a proposta de intervenção didática, vem o **décimo momento** (Apêndice A, p. 119), que é a oportunidade para um debate com os alunos sobre suas impressões a respeito das atividades desenvolvidas. É também um momento para a resolução de alguns problemas sobre o tema estudado presentes no nosso livro didático adotado pela escola (BONJORNIO et al., 2013), nos livros Quanta Física vol. 1 (KANTOR et al., 2010) e GREF FÍSICA 1 (GREF, 2001) e, assim, nos prepararmos para as avaliações trimestrais.

CAPÍTULO 04

DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO DO PRODUTO

A proposta foi aplicada no ano letivo de 2016, durante os meses de março e abril, totalizando 13 semanas de aula, correspondentes ao 1º trimestre, em uma turma de primeiro ano do ensino médio vespertino da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio "Monsenhor Elias Tomasi", localizada no município de Mimoso do Sul – ES. A turma era composta por 33 alunos, dos quais 19 eram meninos e 14, meninas. Em sua maioria os membros da classe eram oriundos do próprio município, havendo uma certa homogeneidade quanto à origem social dos alunos.

A turma foi previamente sensibilizada para o trabalho a ser desenvolvido, não só quanto às características do material didático elaborado, como também quanto à sua participação como avaliadores da proposta. Evidenciou-se a importância do engajamento de todos para que os objetivos desejados fossem alcançados, que eram a construção dos conceitos pertinentes e possíveis ajustes na proposta didática.

O material didático da proposta divide-se em **dez** momentos, etapas estas que foram estruturadas através de uma perspectiva C.T.S.A., associadas a um tema de Física que se relaciona com características regionais da cidade de Mimoso do Sul – ES, principalmente pela presença das usinas hidrelétricas. Todos os momentos didáticos estavam focados na possibilidade da construção de uma atitude favorável para com o ensino de Física.

No **primeiro momento** foi feita uma breve explanação sobre a proposta de aulas diferenciadas, onde pedimos aos alunos: comprometimento e assiduidade. Em seguida, os alunos foram submetidos a um questionário para coleta de concepções prévias (Apêndice A, p. 79) acerca do conceito de energia, sua conservação, formas de transformação, relação entre crise hídrica e crise energética, além da relação desses temas com questões sociais pertinentes. Esta etapa do projeto teve uma duração de 2 aulas de 55 minutos.

A princípio, os alunos se mostraram interessados em participar da proposta. Eufóricos

com a possibilidade de visitar a usina hidrelétrica, se organizaram rapidamente e levaram 40 min. para responder ao questionário de coleta das concepções prévias. No entanto, reclamaram da quantidade de questões e do caráter discursivo de algumas, mostrando dificuldade para desenvolver as respostas. Em alguns momentos foi preciso intervir para que eles escrevessem um pouco mais, evitando respostas curtas e vagas.

Quanto às concepções prévias, a maioria dos alunos associou o conceito de energia a energia elétrica. Por exemplo, veja o que respondeu o aluno Douglas: “energia para mim é essa coisa que passa pelos fios, energia é um tipo de vida”; Poliana escreveu: “eu entendo que energia serve para dar claridade a lugares escuros”. Falaram



Figura 1 – Momento da coleta de concepções prévias.

também da energia que daria origem à energia elétrica, citando a energia presente na água, no Sol e nos ventos. Muitos também usam a palavra força para se referir à energia, conforme o aluno Matheus: “a energia é uma força que transforma as coisas”. Ao falar sobre a energia em seu cotidiano, a grande maioria faz relatos sobre os aparelhos elétricos que utilizam diariamente, no entanto, a aluna Laíza fala de um tipo de energia contida no corpo humano que permite que as pessoas realizem suas atividades diárias. Quando questionados, sobre o que gostariam de estudar a respeito da energia? Os alunos, em sua maioria, mencionam atividades práticas e experimentais. Veja o que disse Lorrynne: “eu gostaria de estudar mais fora da sala, tipo no laboratório. Trabalhar mais com experimentos, tipo com coisas mecânicas”. Na questão 4 do levantamento de conhecimentos prévios, que busca evidências da associação do conceito de energia à ideia de movimento, os alunos, em sua maioria, relataram a necessidade da energia para realizar movimento, mas nenhum percebe o próprio movimento como forma de energia. Achei interessante a constatação da aluna Adrine: “professor, o movimento em um objeto é diferente do movimento num ser vivo. Pois o homem se move com algo de dentro e o objeto precisa de alguma coisa de fora que empurre ele, mas nos dois casos é energia”. De uma maneira geral, a turma se expressou em consonância com levantamentos sobre concepções alternativas realizados em pesquisas específicas sobre o tema (PAULINO et al., 2007).

No **segundo momento** da aplicação da proposta, foi apresentado aos alunos o texto: Crise Hídrica e Energética (ou “Quando os vilões se fazem de vítima”) (BITTENCOURT,

2014) (Apêndice A, p. 81). O texto mostra uma abordagem diferenciada da crise energética. Uma visão crítica do papel das grandes empresas no consumo de recursos energéticos em detrimento ao consumo humano, bem em consonância com a perspectiva CTSA. Nesta etapa da proposta, objetivamos inserir os alunos no contexto social, econômico e ambiental das discussões sobre energia, mostrando, assim, que conceitos físicos estudados nas salas de aula não estão restritos ao ambiente escolar e desassociados de suas vivências.

Nesta etapa, os alunos se posicionaram sentados em círculo na sala de aula e realizaram uma leitura coletiva. Cada aluno leu um parágrafo, em voz alta, e uma segunda leitura silenciosa. Após as leituras, houve um debate, mediado pelo professor, onde os alunos puderam discutir suas impressões sobre o texto.

A princípio, alguns alunos reclamaram da leitura demasiadamente longa, de algumas expressões que não compunham seu vocabulário e do constrangimento de ler em voz alta para os demais. Entretanto, a maioria dos alunos mostrou compreender a relação entre a crise hídrica e energia elétrica, mas, se surpreenderam com a informação de que o consumo familiar de energia não passa de 10% do total consumido e que as hidrelétricas causam impactos negativos na natureza. O aluno Natanael, por exemplo, entende que falta de chuvas faz com que as tarifas da energia elétrica aumentem: “é preciso pesar no bolso das pessoas para que elas economizem”. Já Adrine pondera: “O pior é na falta de água usar as termoelétricas [...] sua poluição só aumenta os problemas ambientais”.

Em seguida, em grupos de 4 integrantes, os alunos foram estimulados a responder um questionário (Apêndice A, p. 83) para registrar suas considerações sobre o texto. Foi necessário adverti-los para que não copiassem trechos do texto como resposta.

Questionados sobre a relação entre a crise hídrica e a falta de energia elétrica, os grupos, na maioria, mostraram compreensão sobre a necessidade da água para produção de eletricidade. Veja alguns exemplos de respostas: “A falta de chuvas diminui a quantidade de água, sem água as usinas hidrelétricas ficam prejudicadas”, “No Brasil a maioria da energia elétrica vem das hidrelétricas”, “As hidrelétricas transformam energia elétrica através da água”. Um grupo acabou se confundindo ao escrever: “Para termos energia eólica precisamos da água”.

Quanto aos impactos ambientais e sociais que as usinas hidrelétricas causam, a princípio, houve um conflito entre o texto e as concepções de alguns alunos, que entendiam a usina hidrelétrica como uma fonte de energia limpa, renovável e sem nenhum dano ao ambiente, diferente da visão adotada no texto. Os alunos destacaram, em sua maioria, áreas alagadas e desmatamento como principais impactos. Um dos grupos escreveu: “Impactos

ambientais: aumenta o desmatamento a construção de mais usinas hidrelétricas. Impactos sociais: muitas das vezes para a construção de barragem é preciso desocupar vilas e vilarejos, pois serão imersos pela água”. Ainda nesse tema, porém com foco na utilização das termoelétricas, os alunos se mostram bastante a vontade para destacar aspectos como a emissão de gás carbônico, efeito estufa e aquecimento global. Escreveram: “As termoelétricas são movidas principalmente pela queima de carvão e isso emite muitos gases poluentes”. Um dos grupos, criticando as indústrias, citou o caso da mineradora Samarco na cidade de Mariana, escrevendo: “As indústrias do Brasil não tem preocupação com o meio ambiente e isso pode ser perigoso e muito igual à barragem que se rompeu em Mariana”.

Com base no texto, os alunos puderam tomar mais consciência de que a energia não se limita a eletricidade, apesar da energia elétrica ser fundamental para as atividades humanas atuais. A necessidade de discussão na busca por alternativas, passa pela relação entre as necessidades econômicas e as mazelas ambientais. No que tange a essas alternativas, os grupos de alunos escrevem: “O Brasil deveria construir mais cata-ventos”; “Produção de energia com luz solar, por meio de lixo orgânico”; “Acho que tem que frear a expansão das hidrelétricas [...] as empresas têm que pensar na natureza antes do lucro”.

O **terceiro momento** da aplicação da proposta didática trata-se de uma aula dialogada sobre o tema energia mecânica (Anexo A, p. 86), utilizando como apoio os livros textos da coleção Quanta Física vol. 1 (KANTOR et al., 2010) e GREF FÍSICA 1 (GREF, 2001). Essa aula ocorreu no laboratório, como solicitado pelos alunos anteriormente. Utilizando material impresso e quadro, foi introduzida a ideia de energia, suas diversas formas, a conservação e suas transformações. Definidos os conceitos de energia potencial e energia cinética, começamos a analisar as abordagens quantitativas da energia mecânica. Utilizando como exemplo o movimento de um skate em uma rampa em “U”, teve início uma discussão com os alunos a respeito do movimento. Observe algumas afirmações:

Adrine: “Como vai ter movimento se não tem a força; um carro só se move porque tem força.”

Nahum: “[...] vai perdendo a força, a energia não acaba, mas a força vai acabando.”

Daniel: “Perde velocidade porque a energia é transformada.”

Poliana: “[muda] de potencial para cinética.”

Natanael: “Para recuperar o movimento precisa de impulso.”

Gabriel: “O movimento acaba ou diminui porque tem força contra.”

A turma, de maneira geral, interagiu bem com os conceitos e exemplos apresentados. Estiveram presentes 27 alunos, dos quais 19 participaram ativamente das discussões; os demais ficaram dispersos. Nesta aula não foi feita abordagem quantitativa da energia, apenas

a apresentação de conceitos e situações cotidianas para uma reflexão.

Experimentos simples, qualitativos, sobre as transformações da energia mecânica, são a tônica do **quarto momento**. Os roteiros (Apêndice A, p. 90) foram inspirados em experimentos disponibilizados por Lavarda (s. d.), conforme já detalhado na descrição do produto. Nesta etapa, os alunos formaram 8 grupos, de 4 integrantes cada, e assim realizaram três experimentos visando discutir as transformações da energia potencial, cinética e a conservação da energia mecânica. Durante essas atividades ficou evidente a dedicação da maioria dos alunos em fazer seus próprios experimentos e constatações. Enquanto mediador da atividade, o professor tenta ser o mais discreto possível, conferindo total autonomia para que os alunos sejam atuantes e os grupos realizem os experimentos. Havia inclusive a liberdade para o improviso com os materiais, buscando suas próprias conclusões, guiadas ou não pelo roteiro.

A possibilidade de ser o ator principal na atividade conferiu a alguns alunos um maior engajamento, liderando os grupos para o melhor desenvolvimento do experimento. Em contrapartida, alguns outros poucos alunos só observaram. Evidenciando a empolgação com a atividade, veja o que disseram alguns alunos:

Natanael: “Todas as aulas tinham que ser assim. Eu nunca tinha feito isso.”

Carlos Daniel: “Maneiro poder ‘provar’ essas coisas.”

Talyta: “Esse tipo de coisa [experimento] é bom de fazer, não dá sono.”

Com relação às constatações relativas ao experimento, destacamos as seguintes considerações feitas pelos alunos:

Carlos Eduardo: “A energia potencial é que alguma coisa pode cair.”

Adrine: “[...] a energia não acaba, mas as coisas sempre param. Não faz sentido?”

Talyta: “[...] as coisas não se movem do nada, outra energia que se transforma em energia cinética.”

Consideraremos agora o **quinto momento** na aplicação do material, cujo cerne foi a apresentação de um texto teórico (Apêndice A p. 98) com análise quantitativa da energia mecânica, definição da energia como capacidade de realizar trabalho e dedução do teorema da energia cinética. Tal texto foi construído tendo como base os livros GREF (2001) e Quanta Física (KANTOR et al., 2010). Durante esse momento, formaram grupos de 4 alunos para lerem o texto e fazerem as atividades propostas (Apêndice A p. 99). Posteriormente, foi implementada aula dialogada para definir conceitos, mostrar deduções de equações e exemplos. Os alunos se mostraram menos estimulados, não participando com o mesmo

ímpeto de situações anteriores e, em alguns casos, ficou nítida a dificuldade em compreender a relação entre conceitos físicos e suas representações matemáticas. Alguns apresentaram muita dificuldade em organizar os dados de um problema para aplicação de fórmulas. Em alguns casos, tentam chegar à resposta rapidamente sem seguir os passos sugeridos pelas equações, não alcançando êxito em suas respostas. Apesar das dificuldades, os grupos conseguiram terminar as atividades corretamente, refazendo-as com auxílio direto do professor.

Privilegiando as características regionais do município onde os alunos residem, o **sexto momento** trata-se do estudo histórico das usinas hidrelétricas Rubens Rangel e Aparecida, ambas localizadas na sede do Município de Mimoso do Sul e atualmente em ruínas. Para introdução a esse momento utilizamos o texto “Prefeito Rubens Rangel e a construção da Usina Hidroelétrica” (MONFATI, 2013) (Apêndice A, p. 105) como uma leitura motivadora. O texto é uma narrativa poética do contexto histórico da cidade de Mimoso do Sul na época da construção da usina Rubens Rangel. Através da leitura do texto os alunos são convidados a entrar numa máquina do tempo e desembarcam na cidade de Mimoso no ano de 1954, mais precisamente em frente ao Ginásio Monsenhor Elias Tomasi, escola na qual estudam nos dias atuais. Durante a leitura os alunos foram identificando os locais históricos, descritos num passado há 60 anos e assim imaginavam as vidas de seus antepassados naquela cidade. Após essa leitura, foram orientados a pesquisar sobre as usinas e apresentar um trabalho em forma de seminário. Deveriam buscar informações com seus parentes ou ainda com pessoas da comunidade que tivessem algum tipo de acervo histórico. Sugeri a eles o Sr. Renato Monfanti, autor do texto mencionado e profundo conhecedor da história do município.

Os alunos tiveram muita dificuldade em realizar a pesquisa, como disse a aluna Adrine: “[...] não tinha nada no Google.”. Foi preciso conversar com pessoas que conheciam a história do município, visitar as ruínas da usina para fotografar e ‘garimpar’ muito para obter alguma informação.

A turma foi dividida em dois grupos apenas, para facilitar o trabalho, no entanto, essa estratégia trouxe alguns inconvenientes, já que muitos alunos não se envolveram na atividade, alguns por falta de acesso as pessoas e lugares, outros por certo comodismo.

No dia da apresentação os alunos fizeram cartazes com fotos tiradas por eles e contaram suas experiências na busca por informações e nas visitas que realizaram às ruínas das usinas. A aluna Sarah contou com a ajuda de seu pai: “Meu pai pesca na represa da usina e conhece tudo lá, ele levou nosso grupo até lá dentro e vimos tudo destruído. Meu pai disse

que as pessoas roubaram as peças e o cobre para vender”. Ambos os grupos falaram muito sobre as condições precárias da usina, disseram que é um lugar lindo, que poderia ser mais bem aproveitado. Adrine salientou: “a prefeitura podia fazer um parque nesse lugar, para a comunidade se divertir e conhecer a história da cidade”. Já Thalyta descobriu que seu avô foi zelador da usina: “nem sabia, mas meu ‘vô’ trabalhou lá, ele era vigia da usina de Aparecida; disse que muitos moleques iam tomar banho na represa e ele tinha que expulsar eles”. Os alunos expuseram os cartazes nos corredores da escola para que outras turmas tivessem acesso àquelas informações, como disse o aluno Natanael: “eu nem sabia que Mimoso já teve hidrelétrica, e aqui tão pertinho da gente”.

Nesta etapa da proposta, conforme o planejamento inicial, pretendia-se sugerir aos alunos a elaboração de uma carta destinada as autoridades do município propondo possíveis soluções para a problemática do estado de abandono das ruínas das usinas hidrelétricas Aparecida e Rubens Rangel. A referida atividade estaria em consonância com o enfoque CTSA e, aparentemente, agregaria aos alunos uma visão crítica, reflexiva e transformadora, no que diz respeito às questões sociais e políticas de seu município. No entanto, após a apresentação dos seminários, o assunto se mostrou já bastante debatido e a necessidade de evoluir com as próximas atividades, para atender ao cronograma idealizado, demandou suspender a atividade de elaboração da referida carta.



Figura 2 – Visita à PCH Pirapetinga.

O evento potencialmente mais esperado da sequência de aulas, ao menos na perspectiva do docente, deu-se no **sétimo momento**, que consistiu em uma visita técnica à

Pequena Central Hidrelétrica (PCH) de Pirapetinga, localizada no Município de Bom Jesus do Itabapoana-ES. No planejamento inicial, pretendíamos fazer a visita na PCH de Pedra do Garrafão que fica também no Município de Mimoso do Sul, inclusive na vizinhança de alguns alunos. No entanto, ao realizar o contato com a empresa Neoenergia, fomos informados que esta passava por manutenção e não poderia ser visitada. Porém, a empresa foi muito solícita e ofereceu que a visita fosse realizada na PCH Pirapetinga.

Conseguimos o ônibus com a secretaria de transporte do município, sem custos. Os alunos foram divididos em dois grupos para realizarem a visita, começando pelo credenciamento na portaria onde receberam EPI's (Equipamentos de Proteção Individual). Em seguida, na sala de reuniões, onde participaram da DDS (Diálogo Diário de Segurança), foram apresentadas as rotinas de segurança dos funcionários da PCH pelo técnico em segurança do trabalho. Ainda na sala de reuniões, o técnico em eletromecânica fez uma breve explanação sobre a planta da PCH e o processo industrial realizado pela usina. Seguimos para o interior das instalações onde fomos apresentados ao sistema de supervisão e controle da usina. Visitamos a subestação e o piso do gerador. Os alunos superaram as expectativas: tiveram um comportamento exemplar, concentrados e atentos às explicações; alguns ficaram inibidos e praticamente não fizeram perguntas; outros muito empolgados, queriam entender o funcionamento de cada equipamento. As fotos só puderam ser tiradas em locais autorizados. Deveríamos respeitar as sinalizações de proximidade com os equipamentos e manter os EPI's. Ao fim da visita os alunos foram elogiados por respeitarem todas as normas.

Ficou como tarefa de casa um relatório sobre a visita, ocasião em que pudemos destacar algumas impressões mais evidentes:

Lethícia: “Achei a viagem legal e dentro da usina muito interessante [...] quando cheguei, logo pensei: que chato vai ser! E não foi, foi interessante e aprendi um pouco sobre a usina.”

Edmar: “Eu queria repetir mais vezes, para conhecer mais usinas e outros lugares [...] dá para aprender muito conhecendo lugares. Nunca tinha ido aquela cidade.”

Naum: “[...] foi muito importante conhecer uma hidrelétrica, essa experiência nós vamos levar para a vida inteira”.

Samarah: “Achei incrível [...], pensei que seria chato, que teria um monte de gente trabalhando, mas vi que as máquinas trabalham sozinhas. Gostei muito e me interessei mil vezes mais.”

Adrine: “[...] eu particularmente pensava que usava a água em si, mas só usa o movimento e a devolvem à natureza com a mesma qualidade ou ainda melhor.”



Figura 3 – Diálogo Diário de Segurança (DDS) – PCH Pirapetinga.

Após a entrega do relatório, tivemos a oportunidade de debater as impressões dos alunos acerca da visita, os assuntos mais abordados foram relacionados ao cuidado com a segurança na usina, a automatização e as formas de ingressar numa carreira técnica, esse último assunto, inclusive, não havia sido mencionado nas redações, no entanto, surgiu durante o debate e despertou o interesse de vários alunos.

Sem dúvida a rigidez na exigência de vestimentas adequadas e no uso dos EPI's, chamou a atenção; muitos comentaram sobre o quanto isso era inconveniente, porém, reconheceram a importância em privilegiar a segurança. Thalita recordou o que foi dito na usina: “a vida tem prioridade”. A importância em seguir as normas foi posto em relevo, semelhante ao que ocorre na escola, onde os alunos devem usar os uniformes e, por exemplo, não podem usar bonés, ainda que desagrade a um ou outro.

Alguns alunos ficaram entusiasmados com a tecnologia presente na usina, como o controle que é feito remotamente por um operador na cidade do Rio de Janeiro a vários quilômetros da usina.

Natanael: “é muito legal [...], imaginei várias pessoas sujas de graxa, na maior ralação, suando [...] que nada, na verdade lá trabalham poucos e no ar condicionado e com computador”.

Outro tema que aflorou no debate foi a formação para trabalhar nesse seguimento. Muitos alunos queriam saber quais são os caminhos para trabalhar na área técnica.

Conversamos sobre a importância da formação técnica, dos cursos profissionalizantes e do ingresso em Institutos Federais.

O debate sobre a visita encerrou-se com opiniões antagônicas:

Matheus: “[...] vimos algumas coisas, nada surpreendente, pelo menos para mim, [...] nada me despertou qualquer interesse, foi meio chato conhecer aquela usina hidrelétrica, mas agora tenho noção de como a energia elétrica é gerada e também dos riscos que uma usina trás para fornecer energia limpa.”

Carlos Eduardo: “[...] foi muito legal, o lugar é maravilhoso [...], foi bom ver como tudo funciona [...]. Adorei essa viagem e quero de novo, porque foi bom. Aquela terça-feira não foi a rotina de copiar do quadro e queimar neurônios”.

Falando agora sobre o **oitavo momento** investigativo, os alunos, mais uma vez, foram convidados à atividade experimental (Apêndice A, p. 110). Um experimento quantitativo para ilustrar que a energia potencial gravitacional se transforma em energia cinética em um movimento de queda em uma rampa e mensurar as variáveis que interferem nessa transformação da energia. Como nas atividades do quarto momento, os alunos receberam um roteiro do experimento e tinham liberdade para fazer da forma que julgassem conveniente, escolhendo os materiais, por exemplo, pedras de gelo de maior ou menor massa e as constantes, distância e altura. O professor mais uma vez, tenta não influenciar nas tomadas de decisões, deixando os discentes agirem com certa liberdade.



Figura 4 – Experimento: conservação da energia mecânica.

A turma foi dividida em quatro grupos A, B, C e D (nomeados após a atividade com intuito de facilitar a compreensão desta descrição), com 8 alunos. Cada grupo montou seu

experimento; poucos alunos não se envolveram na atividade. Como em outros momentos, alguns acabam liderando, enquanto outros ficaram dispersos. Alguns tiveram muita dificuldade em manusear a balança, o cronômetro e a trena. Aparentemente nunca haviam manipulado tais instrumentos, inclusive para fazer os registros das medições eles precisaram ser orientados com relação à utilização das unidades de medida e ao número de algarismos significativos.

Após o registro das medições da massa da pedra de gelo, da altura (inclinação) da calha e distância da calha plana, começaram a executar o experimento. A primeira dificuldade foi sincronizar o cronômetro com a partida e chegada da pedra; os integrantes dos grupos discutiram muito até chegar a uma definição da forma mais adequada para medir o tempo. Os grupos A e B resolveram medir várias vezes e utilizar a média dos tempos, como orienta o roteiro; o grupo C usou dois alunos com cronômetros simultâneos e só registrou a medida quando ambos indicaram tempos praticamente iguais; o grupo D mediu uma única vez. O grupo A resolveu diminuir a altura (inclinação) da calha e também optou por aumentar a distância da calha plana. Entenderam que isso facilitaria a medição do tempo. Adrine questionou: “Professor isso tá certo? Assim fica mais fácil para medir o tempo! O resultado vai dar errado?”

Em seguida realizaram os cálculos: velocidade média ($V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t}$), energia potencial gravitacional ($E_{pg} = m \cdot g \cdot h$) e energia cinética ($E_c = \frac{m \cdot v^2}{2}$). Foi pedido que eles registrassem os cálculos seguindo o passo a passo das equações. Orientando os grupos individualmente, foi possível identificar e corrigir pequenos erros nos cálculos que comprometeriam os resultados e a análise dos conceitos.

O grupo D obteve o valor de energia cinética maior que o da energia potencial. Mediram um tempo menor que o real, logo, encontraram uma velocidade muito maior e uma energia cinética superior a energia potencial, resultado que é refutado pelo princípio da conservação da energia. O aluno Carlos Eduardo afirmou: “Os resultados são diferentes, pois as fórmulas são diferentes”. Enquanto Mateus disse: “[...] tinha que medir o tempo muitas vezes, a pedrinha caiu muito rápido, não medi direito”.

Os demais grupos obtiveram valores próximos, sempre com a energia cinética inferior a energia potencial. O grupo A foi que obteve a maior diferença entre as energias, possivelmente devido à calha mais longa ter proporcionado maior dissipação da energia.

⁷ A velocidade média refere-se à velocidade no trecho horizontal e representa, aqui, a velocidade final da rampa inclinada.

Os grupos registraram as seguintes conclusões:

Grupo A: “Para se obter o resultado mais preciso é necessário realizar vários experimentos e também ter muito cuidado com o cálculo de cada um”.

Grupo B: “Os valores são aproximadamente iguais porque a energia potencial se transformou em cinética, mas teve uma perda”.

Grupo C: “A gravidade da Terra ‘tava’ puxando a pedrinha (energia potencial), ela desceu (energia cinética), a pedrinha perdeu energia por atrito”.

Grupo D: “Há uma grande diferença dos dois valores por causa das formas de multiplicar e dividir os valores”.

No geral os alunos se mostraram interessados na atividade, a grande maioria participou ativamente, opinando e executando o experimento. Já na realização dos cálculos, a participação foi mais restrita, a maioria continuou mexendo no experimento e nos instrumentos, enquanto poucos executavam os cálculos.

O **nono momento** na aplicação da proposta é uma tentativa de utilizar uma simulação computacional para, dentre outros aspectos, estimular a atitude favorável do educando face ao ensino da transformação de energia. Essa simulação (Apêndice A, p. 115) encontra-se no Laboratório Didático Virtual da USP – LabVirt (TAGIKU; ONO; BOARETTO, s. d.). Especificamente, segundo os idealizadores, tem como objetivo principal a execução dos cálculos da quantidade de energia elétrica que uma hidrelétrica pode gerar para abastecer uma cidade a partir da altura de sua barragem.

Para o desenvolvimento dessa atividade utilizamos o laboratório de informática da escola (caso não tenha laboratório de informática, pode-se usar as figuras impressas ou a projeção da simulação). Os alunos foram divididos em duplas para cada computador. Apresentados à simulação, começaram a desenvolver os cálculos em folhas de papel, para encontrar a quantidade de habitantes da cidade a partir da altura da barragem ou vice-versa, essa escolha pôde ser feita por cada dupla.

Como em momentos anteriores da aplicação da proposta, o professor da classe busca não intervir diretamente no desenvolvimento da atividade, oferecendo aos alunos certa liberdade para execução da mesma. Notando, após cerca de 20 minutos, que muitos não estavam conseguindo desenvolver os exercícios propostos, foram disponibilizadas as seguintes informações:

- Considere que um mês tem 30 dias;
- A densidade da água (d_{H_2O}) é: $1\text{kg}/\text{dm}^3$. Sendo, $1\text{dm}^3 = 1\text{l}$. Temos para água: $1\text{kg} \rightarrow 1\text{l}$. Logo: $1\text{m}^3 = 10^3\text{dm}^3 \rightarrow 10^3\text{kg}$;

- Energia potencial gravitacional (E_{pg}): $E_{pg} = mgh$, onde: m – massa em quilogramas (kg); g – aceleração da gravidade em metros por segundo ao quadrado (m/s^2) e h – altura em metros (m);
- Energia cinética (E_C): $E_C = \frac{mv^2}{2}$, onde: m – massa em quilogramas (kg) e v – velocidade em metros por segundo (m/s);
- A Unidade do Sistema Internacional de energia é joule (J). A Unidade comercial de energia elétrica é quilowatts-hora (kWh). Sendo: joule (J) = watts segundo (Ws) e $kWs = 1000J$. Temos: $1 kWh = 10^3 \cdot 3600J$, $1kWh = 3,6 \cdot 10^6J$ ou $1J = 2,77 \cdot 10^{-7}kWh$.

Munidos destas informações, algumas duplas começaram a avançar na atividade; outras precisaram do auxílio direto do professor; enquanto quatro duplas se dispersaram totalmente da atividade e não conseguiram desenvolver a atividade. O aluno Douglas disse: “Professor, isso é muito difícil, não sei fazer, é muita conta, desisto”. Alguns alunos chegaram a pedir para sair da sala. Naum disse: “Professor deixa eu ir lá fora, não vou fazer isso”. Poucos alunos conseguiram terminar, a maioria desistiu antes do resultado. Dado o exposto, a atividade foi refeita passo a passo pelo professor na aula seguinte. Porém, ainda assim, a grande maioria dos alunos teve dificuldades. Observe o que alguns disseram após o término da resolução dos exercícios pelo professor:

Poliana: “Tá doido, isso não é do bem.”

Natanael: “[...] achei muito interessante, mas essas contas são muito difíceis.”

Adrine: “Professor vou refazer em casa para eu tentar entender, não entendi nada.”

Thalyta: “Tem muita informação, tinha que saber um monte de coisas e isso ‘embola’ muito a cabeça, mas achei legal a animação.”

O **décimo momento** finaliza a proposta. Resoluções de problemas, debate sobre as atividades desenvolvidas e as avaliações finais são as ações conclusivas.

Os alunos foram desafiados a resolver alguns problemas em seus cadernos e indo ao quadro para a apreciação da turma. Os mais complexos foram resolvidos pelo professor, a título de demonstração. Os problemas foram retirados do livro Quanta Física vol. 1 (KANTOR et al., 2010), do GREF FÍSICA 1 (GREF, 2001) e do livro texto adotado pela escola (BONJORNO et al., 2013). Os alunos conseguiram um bom aproveitamento, ainda que com o auxílio do professor. No entanto, só foram ao quadro para expor a resolução mediante gratificação com pontuação na nota. Natanael e Adrine foram os primeiros a se candidatar ao quadro.

Ao debatermos as atividades desenvolvidas, os alunos destacaram as atividades experimentais e as visitas às usinas. Mostraram-se interessados pelas ruínas, mas no debate foi mais salientada a visita à PCH de Pirapetinga. Com relação à atividade experimental: Natanael disse que nunca havia feito algo parecido; Carlos Eduardo disse que é muito fácil aprender quando comprovamos as teorias na prática. As críticas ficaram mais focadas nas atividades que exigiam cálculos. Douglas disse que gostou da física, mas o problema é que tem muita matemática.

Todas as atividades desenvolvidas na proposta foram utilizadas para compor as notas do trimestre. No Estado do Espírito Santo, 30% da nota é qualitativa. Toda a nota qualitativa foi pertinente ao comprometimento, assiduidade e interesse dos alunos nas atividades propostas pela pesquisa. A avaliação final seguiu o padrão estabelecido pela escola.

CAPÍTULO 05

ANÁLISE DOS DADOS

Neste capítulo são apresentadas as entrevistas dos cinco alunos selecionados com algumas considerações por parte do docente. As observações docentes, que também subsidiarão a análise conclusiva, estão presentes no quarto capítulo desta dissertação. Por fim, são feitas as devidas interpretações dos dados da pesquisa à luz do referencial teórico apresentado no primeiro capítulo.

5.1. Entrevistas

Os alunos selecionados para as entrevistas foram: Adriane, Eduardo, Marcelo, Diego e Tábata. A seguir serão feitos alguns apontamentos sobre a fala de cada um, ilustrando com passagens literais oriundas das entrevistas.

A primeira aluna entrevistada foi **Adriane**. Ela destacou a **visita** à hidrelétrica como o aspecto mais importante da proposta, principalmente pela oportunidade de aprender algo novo e por vivenciar sua prática. Salientou a necessidade de despertar a humanidade para uma conscientização ambiental. Em sua opinião, a escola tem papel fundamental nessa empreitada, já que é quem ajuda a formar as gerações futuras. Merece destaque ainda sua reação ao falar da **aula experimental**, onde fez considerações sobre a **autonomia** dada pelo professor para executar o experimento e se indignou por não ter feito o experimento acertadamente. Destacamos ainda sua reação ao falar da atividade que envolvia a **história** local, onde explicitou a importância de conhecer o passado de sua cidade e a falta de fontes de pesquisa.

Em seguida temos alguns trechos da entrevista:

“[...] até os estudos atuais, eu não fazia a menor ideia que a energia elétrica era formada pelo movimento da água, para mim era a água em si, o H₂O que eles usavam lá [...]. Eu achei essa parte mais interessante, pois eu não sabia de nada, e agora eu sei!”

“Eu acho que o homem está acabando com o planeta, [...] estamos poluindo os rios,

as florestas, o ar, animais entrando em extinção. Não estamos sabendo fazer um bom uso da natureza, estamos abusando dos recursos naturais, [...] acho legal discutir isso na escola. Precisamos de um combustível inovador para parar de usar petróleo para tudo. A Física estuda a natureza e pode sim ajudar.”

“Agente tem que descobrir as coisas sozinhas [...] se for para pedir ajuda sempre, nunca vamos aprender [...] tem aluno que é ‘folgado’ e só fica ‘encostado’. O professor tem que dar um caminho e o aluno deve percorrer sozinho, buscando seus atalhos, até ‘achar a luz’, isso é aprender.”

“No experimento deu muita raiva! Errei as contas por ter colocado a distância pequena, aí repeti várias vezes até dar certo.”

“Nooossa! Foi muito interessante descobrir um pouco mais do lugar onde a agente vive, é interessante saber o passado. Não fazia a menor ideia que havia hidrelétricas aqui! O problema é que não tem nada no Google, precisávamos ter historiadores em Mimoso, foi muito difícil encontrar alguma coisa.”

Eduardo, o segundo entrevistado, apresentou muita dificuldade de se expressar verbalmente, quando perguntado sobre algo que lhe houvesse mais chamado a atenção na sequência didática proposta. Ficou alguns segundos sem saber o que responder e, ainda meio engasgando, repetiu algumas vezes, em diferentes momentos, que gostou de realizar atividades **fora da sala** de aula. Ele não conseguiu se lembrar bem da atividade desenvolvida no segundo momento (leitura de texto e debate), mas descreveu em detalhes as **atividades experimentais** e o processo de transformação de energia numa **hidrelétrica**. Quanto à abordagem feita da **história** das hidrelétricas do município, disse que achou interessante e que não sabia da existência de tais fatos, no entanto, concluiu se mostrando indiferente a intervenções didáticas pautadas na história.

Seguem trechos da entrevista:

“O mais legal foi fazer aula fora da sala. Gostei de ir para o laboratório de ciências, de informática, do passeio à hidrelétrica, isso que foi legal.”

“Gostei do experimento da pedra de gelo, medimos distância, marcamos o tempo com vários cronômetros para calcular a velocidade média [...]. Lembro que foram grupos de 5 ou 6 pessoas, tinha cano de PVC, gelo, cronômetros e outras coisas [...] achei legal, para descontrair um pouco, sair da sala de aula, mas sem deixar o compromisso de lado, foi bem legal.”

“[...] a gente aprendeu assim, em meio a uma brincadeira, fizemos tantas coisas diferentes, fizemos experimentos e um passeio na hidrelétrica, e o melhor, tudo fora da sala.”

“[...] foi uma grande descoberta saber que em mimoso já teve hidrelétrica, mas para mim tanto faz estudar desse jeito [com história] ou não, só que a aula fora da sala é mais fácil de entender.”

Agora é a vez de apresentarmos as colocações de **Marcelo**. Ele destacou que as aulas

foram diferentes do que os professores costumam fazer. Enfatizou as **aulas práticas** desenvolvidas, como uma oportunidade de aprender. Lembrou-se de detalhes de diferentes momentos. Salientou ainda, que a atividade desenvolvida no 2º momento (**leitura de texto** sobre energia com viés CTSA) foi muito útil, ajudando até no desenvolvimento de um trabalho de geografia. Confidenciou ainda, que foi a primeira vez que fez um **experimento** desse tipo na escola. Diferente da maioria, não mostrou empolgação com a visita à hidrelétrica.

Eis suas palavras:

“Eu gostei dessas aulas, pois vimos teoria e prática, foi falado e comprovado na prática tudo que estudamos, e vi que uma coisa ta interligada na outra, quando faz sentido fica mais interessante.”

“Eu lembro que quando falamos do consumo de água e dos impactos ambientais, discutimos o acidente da barragem da Samarco e da lama tóxica que contaminou o Rio Doce.”

“O texto que estudamos nos ajudou num trabalho de geografia sobre a água, a professora até nos elogiou, dizendo que estávamos bem por dentro do assunto.”

“O experiência foi legal, na outra escola eu nunca tinha feito isso. Achei tranquilo, foi até fácil, só complicou na hora de fazer os cálculos.”

“A visita à hidrelétrica foi até legal, mas não vi nada de mais.”

Diego, por sua vez, não conseguiu se lembrar das atividades desenvolvidas no 1º e 2º momentos e teve muita dificuldade de verbalizar respostas coerentes. Destacou que teve mais **interesse** pelo tema energia e houve uma melhora no nível de **aprendizado**. Gostou das atividades **experimentais** e da **autonomia** permitida e conseguiu detalhá-las, mas com vocabulário peculiar. Lamentou sua ausência na visita técnica à hidrelétrica e confidenciou não gostar de resolver problemas envolvendo cálculos.

“Eu entendi mais sobre, entendi não, eu me interessei mais sobre energia. A energia elétrica vem da água.”

“Eu não fui à hidrelétrica, queria ir, mas no dia não deu para eu vir.”

“Ah! A experiência [...] me lembro! Tinha um negócio de um cano, aquele negócio para apertar e ver o tempo e a agente ficou fazendo as paradas para ver o tanto que a pedrinha tava correndo, eu achei legal, a gente montou e fez tudo sozinho, a experiência eu gostei, só não fiz as contas!”

“[...] não gosto de nada com matemática.”

“Eu aprendi mais, fazendo eu presto mais a atenção.”

Para finalizar, **Tábata** começou sua explanação enfatizando que gostou da sequência

de aulas pelo **dinamismo** e pela **diversidade** de atividades desenvolvidas. Destacou os **experimentos**, a visita à **hidrelétrica** e a **pesquisa histórica** sobre as ruínas das hidrelétricas como atividades que mais gostou. Quanto às aulas teóricas e leituras, afirmou que não gostou e que não conseguiu entender. Perguntada sobre o impacto ambiental, abordado pelo texto (2º momento), ela não se recordou. No entanto, disse que acha importante estudar **questões ambientais**. Ao falar sobre a pesquisa da história das hidrelétricas de Mimoso, detalhou a visita as ruínas e concluiu dizendo que gostou muito de fazer essa atividade.

“Eu gostei, a gente saiu da sala, interagi mais, teve aquele negócio de montar ‘troço’ (montagem dos experimentos) que eu gostei. Não foi tão parado e monótono como as aulas normais.”

“Gostei muito de conhecer a hidrelétrica. Eu e minhas amigas nunca imaginamos ir num lugar assim e, afinal, passear é sempre bom [risos].”

“Olha, para falar a verdade essa teoria toda eu não gostei não, igual às aulas que agente tem na sala, na verdade eu nem consigo prestar a atenção, é muito chato.”

“Acho que o texto era alguma coisa sobre um vilarejo que ia ser destruído para construção de uma hidrelétrica.”

“Importante estudar essas coisas, porque é o que a gente está vivendo, trazer isso para sala de aula acho importante.”

“Acho que faz sentido, a gente ouve tanto falar de hidrelétrica, trazer isso aqui para onde a gente mora da uma ‘empurrada’, assim, no assunto, faz a gente querer participar mais.”

“Eu sabia que tinha hidrelétrica em mimoso, mas eu nunca me interessei em ir ver, mas quando você falou na aula e passou o trabalho, eu quis ir lá, foi uma aventura. Fomos de carro com o pai da Sarah até um ponto e depois tivemos que ir a pé. Pulamos cerca [risos], foi bem legal. Vimos tudo destruído lá, mas é bem diferente ver uma foto e ver lá de verdade, é diferente, vimos um monte de coisas lá.”

5.2. Considerações à Luz dos Referenciais Teóricos

Nas entrevistas, alguns pontos importantes foram norteadores para a identificação de atitudes favoráveis. Por exemplo, se houve mudança na visão do aluno frente o ensino de física e se o aluno fez pesquisa fora da sala de aula ou, ainda, se houve discussões fora de classe sobre o assunto. A realização de pesquisa fora da sala de aula em outras fontes, além do livro didático, sugere que o aluno esteja envolvido cognitivamente e, segundo Bloom (BLOOM; KRATHWOHL; MASIA, 1974), sugere uma atitude favorável.

De uma maneira geral, podemos estabelecer uma relação entre o comportamento dos alunos durante a implementação da estratégia didática suas falas durante a entrevista. Tanto o

comportamento como as falas lançam suspeitas de um envolvimento atitudinal satisfatório para com o ensino do tema da Física em questão nas circunstâncias implementadas.

Tanto nas entrevistas, com nas observações docentes durante as atividades, foram evidenciados pontos que estão relacionados as variáveis afetivas, melhor dizendo, ao posicionamento atitudinal: discussões extra-classe entre os alunos; debates nos corredores com outras turmas; repetição de alguns experimentos para averiguação dos resultados, inclusive fora do horário regular; extrapolação do horário de aula para conversar sobre os temas do projeto; pesquisa em casa em outras fontes.

Avaliar atitudes, segundo Sarabia (2000, p. 170), pressupõe observar as manifestações verbais e/ou comportamentais das pessoas. Bloom (BLOOM; KRATHWOHL; MASIA, 1974, p. 124; 129; 131) sugere critérios indicativos relacionáveis a atitudes positivas: procura voluntária de livros, interesse em participar ativamente de um projeto, cooperação em empreendimentos do grupo, contribuição para discussões em grupo, fazer perguntas, interesse científico através de leituras e realização de experimentos, sentir prazer em realizar as atividades em sala ou não, dentre outros.

Nas entrevistas e durante a aplicação da proposta os alunos abordaram vários aspectos da estratégia didática que julgaram importantes. Alguns relacionados à física diretamente, como a história, os experimentos e o aprendizado do conteúdo disciplinar. Outros aspectos estão relacionados com a estrutura própria do material didático, como a autonomia na condução das atividades, a visita técnica/contextualização e a dinâmica interna do material como um todo. De uma maneira geral, tais aspectos são temas presentes na literatura como pertinentes ao assunto atitude. Nos próximos parágrafos pretendemos relacionar os aspectos levantados pelos alunos com a literatura apresentada nos referenciais teóricos.

A visita técnica/contextualização

Primeiramente abordaremos um dos aspectos mais marcantes da proposta didática que foi a oportunidade de fazer uma visita técnica a uma PCH. De uma maneira geral, os alunos evocaram, tanto no decorrer das aulas, como nas entrevistas, a importância da visita como elemento motivador. Adriane, Eduardo e Tábata deram destaque a esse momento e Diego lamentou a ausência.

Em propostas de ensino com viés CTSA, é sempre bem vindas atividades contextualizadas que possam permitir um contato maior com ambientes não formais que

possuam relevância ambiental e social (ÉVORA, 2011; SANTOS, 2005). Inclusive, o potencial educativo da abordagem CTSA, para Santos (2005), está em relação com estratégias de ensino inspiradas em contextos reais, sejam locais, regionais ou globais.

A questão do meio ambiente também esteve presente na fala dos alunos e é um tema recorrente em propostas inspiradas nas diretrizes CTSA. Marcelo destaca que quando “falamos do consumo de água e dos impactos ambientais, discutimos o acidente da barragem da Samarco e da lama tóxica que contaminou o Rio Doce”. Inclusive ressaltou que os textos sobre a temática “ajudou num trabalho de geografia sobre a água” e que “a professora até nos elogiou, dizendo que estávamos bem por dentro do assunto”. Mais um aspecto ligado à contextualização destacado que possui relevância atitudinal.

Solbes e Vilches (1989) alertam sobre os riscos de uma imagem de ciência difundida por perspectivas tradicionais de ensino e sugerem uma abordagem mais contextualizada, nos moldes CTSA, para a construção de uma imagem de ciência próxima do trabalho científico e para a superação do desinteresse e atitudes negativas. Inclusive tal enfoque se mostra particularmente suscetível a permitir a relação como tema atitude, já que abarca diversas temáticas de grande relevância na contextualização social dos conteúdos conceituais, conforme Nunes e Dantas (2012).

É bom salientar que o nível de aprendizado em espaços não formais de ensino nem sempre correspondem às expectativas de um senso comum entre professores (BENEVIDES, 2009).

Autonomia

A autonomia exigida na condução das atividades foi outro aspecto apontado pela pesquisa como significativo para os alunos. O tema é evocado por modelos de ensino e aprendizagem de ciências tais como o modelo ‘por descobrimento’ e o modelo ‘por investigação’ (POZO; GÓMEZ CRESPO, 2001; GIL PEREZ, 1986). Tais modelos também valorizam as construções atitudinais e fazem alguma relação com a autonomia. Há estratégias de ensino que procuram fomentar no aluno o estabelecimento de relações significativas entre os conceitos de uma disciplina e orientam o aluno a desenvolver percursos de pesquisa formal, o que remete à aprendizagem autônoma (AUGÉ, 2004). Atividades de ensino que buscam uma aprendizagem significativa são fomentadoras de um posicionamento mais

autônomo dos alunos. A autonomia também está presente em vários modelos de mudança conceitual (POZO, 1998, p. 252).

A autonomia é bastante explorada pela literatura sobre atitude. Para Sarabia (2000, p. 161; 167), envolver o aluno em uma atividade em que sua contribuição é requerida, pode gerar uma atitude de participação efetiva e promover mudança comportamental. Ele também aponta a importância de discussões e estudos ativos como técnicas de intervenção relacionadas à mudança de atitude. A participação do sujeito na construção dos conceitos é relevante quanto à atitude frente ao aprendizado dos conteúdos.

A proposta agora investigada mostrou como os alunos se sentiram envolvidos pelas atividades, destacando como um ponto positivo as terem realizado sem a ajuda direta do professor. Adriane e Diego foram os alunos que puseram explicitamente tal aspecto em relevo, apesar das observações docentes terem mostrado um grau significativo de participação quando a autonomia era sugerida.

Pozo e Gómez Crespo (2001, p. 39), quando falam dos conflitos *sócio-cognitivos* e a mudança de atitude salientam que os desequilíbrios gerados pelos conflitos são mais significativos se percebidos como geradores de autonomia.

Quem também fala da autonomia é Hanrahan (1998). Afirma que atividades que valorizam a autonomia devem ser consideradas quando está em jogo a motivação para o aprendizado. Mesmo alunos motivados podem não se envolver na aprendizagem quando possuem baixa autonomia. Também, a possibilidade de escolha de temas para estudo é apontada como importante para desenvolver os aspectos atitudinais.

É importante salientar que a autonomia presente na proposta deve ser encarada como algo relativo. Afinal, os alunos não tiveram liberdade para escolher os temas nem a sequência das atividades, mas tiveram uma percepção de estarem realizando as tarefas com certo grau de autonomia, o que gerou um sentimento positivo.

Experimentos

Os experimentos estiveram presentes nos comentários iniciais de todos os entrevistados e foram destaque para a turma durante a realização das atividades.

Experiências pedagógicas destacam a importância da utilização dos experimentos para uma efetiva construção dos conceitos em Física, e defendem sua utilização de forma a permitir que sejam um passo constitutivo na elaboração conceitual. Segundo Silva e Zanon (2000), é necessário um contato mais reflexivo com os experimentos. O laboratório deve

suscitar momentos menos formais e mais motivadores, favorecendo uma postura mais ativa dos alunos.

A fala de Adriane é significativa: “No experimento deu muita raiva! Errei as contas por ter colocado a distância pequena, aí repeti várias vezes até dar certo”. Ela e seu grupo repetiram vários experimentos e solicitaram a permanência no laboratório após o horário da aula para confirmação de dados.

Muitos que apresentam estratégias de ensino com experimentos apontam a relevância atitudinal como um dos pontos positivos (FIGUEROA DE LEWIN; MONMANY DE LOMÁSCOLO, 1998). No entanto, a relação entre experimentos e atitude não é conclusiva, salienta Schibeci (1984), pois há exemplos de intervenções didáticas com base em experimentos que não geram mudanças atitudinais.

História

A história é um dos pilares de propostas que procuram fomentar uma melhoria na qualidade do ensino e também possui relevância atitudinal (AUGÉ, 2004). Aqui, deseja-se direcionar o olhar sobre a construção de atitudes mais positivas para com o ensino de ciências. Adriane, Eduardo e Tábata dão destaque a este aspecto como recurso didático. Adriane dá muita ênfase ao dizer que “foi muito interessante descobrir um pouco mais do lugar onde a agente vive, é interessante saber o passado”.

Segundo Matthews (1995), a história da ciência contribui para o ensino porque motiva os alunos; humaniza a matéria; promove uma melhor compreensão dos conceitos; mostra uma ciência mutável; dentre outros aspectos.

A contribuição da história com relação à atitude pode estar relacionada à compreensão dos conceitos e a contextualização do conhecimento novo. No entanto, a história da ciência também permite a construção de uma concepção de ciência dinâmica, em construção, sujeita a influências histórico-sociais, o que pode suscitar uma mudança de atitude por causa da nova visão que se constrói da ciência. A história introduz um ambiente de interdisciplinaridade que requer uma atenção a temas não ligados apenas a fórmulas matemáticas. Portanto, a história pode colaborar para o desenvolvimento de uma nova visão da ciência, o que pode influenciar em aspectos motivacionais do aluno (MARTINS, 1990).

Recorrendo novamente a Solbes e Vilches (1989), podemos dizer que a imagem de ciência que chega aos alunos nas escolas não leva em consideração aspectos qualitativos de caráter histórico, tecnológico, sociológico e humanístico. Para eles, o enfoque CTSA pode

contribuir para a construção de uma imagem de ciência mais adequada e para atenuar os problemas motivacionais através de uma atitude mais positiva para com a ciência e seu ensino. Nunes e Dantas (2012) também fazem ponderações semelhantes.

Aprendizado

O aprendizado é um tema que está permanentemente presente na cabeça de um professor de ciências. Afinal, deseja-se que os alunos estejam motivados para que haja um aprendizado mais consistente e abrangente. Estratégias de ensino são idealizadas também com o objetivo de promover mudança conceitual, o que se traduz em melhoria no nível de aprendizado. Os alunos falam de melhoria na compreensão durante vários pontos da entrevista. Há uma percepção de que a proposta permitiu uma compreensão melhor dos conteúdos trabalhados. Não se sabe em que medida a proposta atuou efetivamente na melhoria do aprendizado, pois isso não era objeto de investigação, mas é possível afirmar que os alunos acreditam que isso ocorreu. Tudo ocorreu de forma a gerar um sentimento de que as coisas estavam indo bem, cognitivamente falando. Eduardo pondera: “[...] a gente aprendeu assim, em meio a uma brincadeira [...]”. Diego também aborda a questão: “Eu aprendi mais, fazendo eu presto mais a atenção.”

O conteúdo de ensino possui poder de persuasão. Dois fatores merecem destaque: a novidade e a utilidade da informação. Um fator que contribui com o poder de persuasão da mensagem é o envolvimento pessoal (SARABIA, p. 161). Portanto, a perspectiva de sucesso através da compreensão dos conteúdos disciplinares é um poderoso componente com relação ao sucesso nos objetivos de uma mensagem.

Com relação à compreensão dos conteúdos, pode-se também citar Ausubel (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 359). Para ele, é possível aumentar a motivação elevando “ao máximo o impulso cognitivo por meio da ativação da curiosidade intelectual, usando material que atraia a atenção e organizando as aulas de modo a garantir uma aprendizagem bem sucedida”.

Aprender melhor os conteúdos ou achar que está aprendendo melhor é um dos componentes atitudinais mais evocados pelas pesquisas (AUGÉ, 2004; VÁZQUEZ ALONSO; MANASSERO MAS, 1995).

A dinâmica da proposta

Enfim, o último aspecto que será abordado: a estratégia didática vista globalmente. Alguns alunos irão falar de forma genérica se referindo à dinâmica, outros destacarão temas já abordados anteriormente, como a autonomia. De uma maneira geral, estão se referindo à estratégia como um todo e à diversidade de atividades, gerando um sentimento de algo que não foi “monótono” (Tábata) e gerou uma percepção de ter “aprendido mais” (Diego). A maneira como as atividades foram estruturadas foi identificado como algo positivo pelos alunos.

Bloom (BLOOM; KRATHWOHL; MASIA, 1974) irá falar sobre a relação entre a satisfação na realização de alguma atividade educativa e atitudes positivas. Havendo satisfação pode haver atitudes positivas.

Augé (2004) dá especial destaque ao efeito positivo sobre a atitude diante de uma estratégia diversificada que gere um sentimento de satisfação e aprendizado. Ele destaca posicionamentos discentes elogiando a estrutura diferenciada da abordagem didática. Araújo e Augé (2016) também apresentam um exemplo interessante de estratégia diferenciada sobre queda dos corpos com intuítos atitudinais. Johnson e colaboradores (1985), por exemplo, sugerem alguma evidência de que a motivação para aprender pode ser influenciada positivamente através de estratégias didáticas inovadoras. No entanto, são poucas as pesquisas nesse sentido sobre atitude, cujos resultados não são conclusivos. Long, Okey e Yeany (1981) são um exemplo sobre os efeitos sobre a atitude de uma estratégia pedagógica que efetua diagnósticos e recuperação contínuos dos conteúdos. O conteúdo foi ministrado via conferências e aulas de laboratório. Um outro exemplo de relação favorável entre atitude e intervenções didáticas é a pesquisa desenvolvida por Ajewole (1991). A estratégia tem como principal característica a não apresentação do conteúdo de aprendizagem em sua forma final. As atitudes mais favoráveis foram atribuídas à interação com o material instrucional.

Os alunos, de uma maneira geral, destacaram aspectos da proposta didática que possuem implicações atitudinais. A pluralidade da proposta parece ter contemplado as exigências motivacionais dos alunos. Kempa e Martin (1989) abordam a relação entre métodos de ensino e os modelos motivacionais dos alunos. Adriane fala em “percorrer [o caminho] sozinho” e que “isso é aprender”; Diego fala em aprender em “meio a uma brincadeira, fazendo tantas coisas diferentes”; Tábata diz que “não foi tão parado e monótono como as aulas normais”.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A investigação teve como ponto de partida minhas angústias diante dos problemas relacionados ao ensino e aprendizagem da Física, principalmente em sala de aula. A motivação era no curso de mestrado estudar temas relacionados às questões relativas às variáveis afetivas, em específico, o problema da atitude dos alunos frente ao ensino. A ideia era desenvolver um material e uma proposta de ensino que atenuasse tal questão e, também, como consequência, ajudasse os alunos a aprenderem de forma mais duradoura os conteúdos disciplinares, em particular, o conceito de energia e suas adjacências.

Portanto, inspirado por desejos relativos às questões de sala de aula e iluminado pela ênfase curricular conhecida como CTSA, surge o objeto de pesquisa que é proposto nas seguintes bases: o que se pode apreender diante de uma intervenção didática diferenciada baseada no enfoque CTSA, sobre conservação da energia, em uma turma de Ensino Médio de uma escola estadual do Estado do Espírito Santo, com relação à atitude do aluno frente ao ensino de ciências? Especificamente falando, é possível identificar uma atitude positiva nos alunos diante da proposta didática, e quais elementos da mesma, com potencial atitudinal, podem ser evidenciados?

As pesquisas defendem a importância de tal investigação (VÁZQUEZ ALONSO; MANASSERO, 1995; SCHIBECI, 1984), cujo tema atitude é apontado como um dos pontos mais inquietantes identificados por professores em ambientes de ensino (POZO; GÓMEZ CRESPO, 2001). A relação entre mudança de atitude e estratégias de intervenção didáticas é considerada relevante, enquanto objeto de estudo (AUGÉ, 2004; MASON; KAHLE, 1988).

Os pilares teóricos da proposta didática são propostos de forma a abarcar as questões relativas ao aprendizado, as implicações sociais da ciência e o tema da atitude. A efetiva construção do conhecimento quase sempre é apontado como relevante em termos atitudinais (POZO; GÓMEZ CRESPO, 2001; AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980) e a perspectiva CTSA abre um leque imenso de possibilidades relativas aos aspectos motivacionais nos

ambientes de aprendizagem (NUNES; DANTAS, 2012; VÁZQUEZ ALONSO; MANASSERO, 2009; SOLBES; VILCHES, 1989). Nós fomos muito influenciados quanto à possibilidade de fazer uma visita técnica a uma PCH, temática também presente nos estudos sobre energia com viés CTSA (BENEVIDES, 2009).

Nesta perspectiva, foi construído um material didático subsidiado por uma proposta de aplicação em sala de aula. A proposta entra em ressonância com várias abordagens relacionadas aos estudos ativos, que valorizam a ação dos alunos no processo de aprendizagem. O modelo de ensino e aprendizagem denominado ‘por investigação dirigida’ (POZO; GÓMEZ CRESPO, 2001; BRASIL, 2002; GIL PÉREZ, 1983; 1986) possui características interessantes: trabalho em grupo, formulação de hipóteses e modelos explicativos, experimentos, história da ciência, visitas a ambientes não formais, etc. A ideia é inserir o aluno em uma trama de investigação que culmine na construção do conhecimento específico pertinente e gere uma atitude positiva para com o ensino de Física.

Sobre a metodologia de pesquisa, a maioria das investigações sobre atitude enquadra-se nos moldes quantitativos, utilizando o procedimento Likert (ORTEGA RUIZ et al., 1992). Nós sugerimos, em consonância com Augé (2004) e Bogdan e Biklen (1994), bases qualitativas, pois consideramos que a complexidade do contexto de investigação, como o aqui proposto, exige um olhar mais abrangente sobre as variáveis em jogo. O objetivo é fazer apreensões em um ambiente rico em nuances. Os instrumentos para avaliar a atitude são focados em duas fontes, ou seja, entrevistas semi-estruturadas e as observações docentes.

Bem, falando agora um pouco sobre o objeto de pesquisa, primeiramente é possível dizer que os alunos manifestaram uma atitude positiva: extrapolação do horário, revisão de dados experimentais, pesquisa extra-classe, empenho nas atividades, debates nos grupos na sala e fora dela, manifestações verbais e comportamentais favoráveis, dentre outros. A entrevista trouxe à tona esses momentos já observados pelo professor e outros que ignorava.

Outro aspecto relativo ao objeto de pesquisa seriam os temas levantados pelos alunos que consideraram relevantes e que mostrariam as características da proposta que possuem potencial didático/atitude junto aos alunos. Foram categorizados de tal forma a contemplar os seguintes temas: visita técnica/contextualização, autonomia, experimentos, história, aprendizado, dinâmica da proposta. Tal categorização baseou-se, principalmente, nos comentários dos alunos nas perguntas inicial e final, pois, sendo perguntas abertas, coletou informações mais espontâneas.

A visita técnica e a contextualização inerente à proposta foi um dos aspectos mais

marcantes da proposta didática. De uma maneira geral, os alunos evocaram, tanto no decorrer das aulas, como nas entrevistas, a importância da visita como elemento motivador. Em propostas de ensino com viés CTSA, os ambientes não formais que possuam relevância ambiental e social estão sempre presentes (ÉVORA, 2011; SANTOS, 2005). O potencial educativo da abordagem CTSA está relacionado com estratégias de ensino inspiradas em contextos reais de ensino (SANTOS, 2005). Destacamos que o nível de aprendizado em espaços não formais de ensino nem sempre é favorável (BENEVIDES, 2009).

Outro aspecto apontado como significativo foi a autonomia exigida na condução das atividades. O tema é evocado por modelos de ensino e aprendizagem de ciências tais como o modelo ‘por investigação’ (POZO; GÓMEZ CRESPO, 2001; GIL PEREZ, 1986). Há estratégias de ensino que procuram fomentar no aluno o estabelecimento de relações significativas entre os conceitos de uma disciplina e orientam o aluno a desenvolver percursos de pesquisa formal, o que remete à aprendizagem autônoma (AUGÉ, 2004). Atividades de ensino que buscam uma aprendizagem significativa são fomentadoras de um posicionamento mais autônomo dos alunos. A autonomia também é explorada pela literatura sobre atitude. Para Sarabia (2000, p. 161; 167), envolver o aluno em uma atividade em que sua contribuição é requerida, pode gerar uma atitude de participação efetiva e promover mudança comportamental. Ele também aponta a importância de discussões e estudos ativos como técnicas de intervenção relacionadas à mudança de atitude. A proposta investigada mostrou como os alunos se sentiram envolvidos pelas atividades, destacando como um ponto positivo as terem realizado sem a ajuda direta do professor. É importante salientar que a autonomia presente na proposta deve ser encarada como algo relativo.

Os uso de experimentos, tema presente nos comentários dos alunos, foi um ponto de destaque. Experiências pedagógicas destacam a importância da utilização dos experimentos para uma efetiva construção dos conceitos em Física (SILVA; ZANON, 2000). A fala de Adriane mostra o envolvimento provocado: “repeti várias vezes até dar certo”. Seu grupo solicitou a permanência no laboratório após o horário da aula para confirmação de dados. Estratégias de ensino com experimentos possuem relevância atitudinal (AUGÉ, 2004; FIGUEROA DE LEWIN; MONMANY DE LOMÁSCOLO, 1998).

Na mesma perspectiva, a história também é contemplada. É um dos pilares mais usados em propostas que procuram fomentar uma melhoria na qualidade do ensino e também possui relevância atitudinal (AUGÉ, 2004). Para Matthews (1995), a história da ciência contribui para a motivação, humanização do conteúdo e compreensão dos conceitos. Sua contribuição para com a atitude pode estar relacionada à compreensão dos conceitos e a

contextualização do conhecimento novo (NUNES; DANTAS, 2012).

O aprendizado, outro aspecto posto em relevo, é um tema central. Afinal, deseja-se que os alunos estejam motivados para que haja um aprendizado mais consistente e abrangente. Há uma percepção, por parte dos alunos, de que a proposta permitiu uma compreensão melhor dos conteúdos trabalhados. Diego relata: “Eu aprendi mais, fazendo eu presto mais a atenção”. Para Ausubel (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 359), é possível aumentar a motivação elevando “ao máximo o impulso cognitivo por meio da ativação da curiosidade intelectual, usando material que atraia a atenção e organizando as aulas de modo a garantir uma aprendizagem bem sucedida”. Aprender o conteúdo de forma mais efetiva é, afinal, um elemento motivador muito forte.

Por fim, o último aspecto que será abordado: a estratégia didática vista globalmente. De uma maneira geral, os alunos se referem à estratégia como um todo e à diversidade de atividades, gerando um sentimento de algo que não foi “monótono” (Tábata) e gerou uma percepção de ter “aprendido mais” (Diego). Augé (2004) destaca o efeito positivo sobre a atitude diante de uma estratégia didática que gere um sentimento de satisfação e aprendizado. Araújo e Augé (2016) apresentam um exemplo de estratégia diferenciada sobre queda dos corpos com potencial atitudinal. Johnson e colaboradores (1985) sugerem que estratégias didáticas inovadoras influenciam positivamente a atitude.

A pluralidade da proposta parece ter entrado em ressonância com as exigências motivacionais dos alunos. Kempa e Martin (1989) abordam a relação entre métodos de ensino e os modelos motivacionais dos alunos. O aluno Diego fala em aprender em “meio a uma brincadeira, fazendo tantas coisas diferentes”; e Tábata diz que “não foi tão parado e monótono como as aulas normais”. Criar um ambiente propício ao aprendizado parece ser um ponto importante quando a preocupação é a atitude e a motivação. Intervenções didáticas deveriam buscar a multiplicidade de recursos como meio de tornar mais eficazes as construções conceituais, procedimentais e atitudinais.

Hofstein e Rosenfeld (1996) advogam pela integração entre contextos escolares formais e informais com o objetivo de enriquecer o processo de ensino e aprendizagem. Tal integração pode suscitar a participação ativa de alunos com diversos padrões motivacionais.

A partir do desenvolvimento da proposta, dos dados coletados e das reflexões feitas à luz do referencial teórico utilizado, podemos concluir que é possível desenvolver estratégias diferenciadas de ensino que despertem atitude favorável dos alunos para com o ensino da Física. Sabemos que essa pesquisa é uma pequena contribuição e é preciso desenvolver outras investigações que apontem para novas temáticas propícias ao interesse dos discentes. Ainda

assim, esperamos ter contribuído para a prática dos professores de Física. Almejamos que o produto elaborado nesta pesquisa seja útil, proporcionando ao discentes a oportunidade de vislumbrar uma melhoria no nível de participação dos alunos, seja no âmbito das variáveis afetivas, seja no sentido das construções conceituais.

É indiscutível que ainda há muito a ser feito. A presente pesquisa corresponde a mais alguns passos de uma caminhada longa e árdua na busca por estratégias de ensino mais eficientes. Esperamos continuar contribuindo no desenvolvimento de produtos didáticos que sejam potencialmente eficazes ao suscitar a atitude favorável dos alunos para com o ensino de Física.

BIBLIOGRAFIA

AJEWOLE, G. A. Effects of Discovery and expository instructional methods on the attitude of students to biology. *Journal of Research in Science Teaching*, New York: John Wiley & Sons, vol. 28, n. 5, p. 401-409, 1991.

ALVES, Alda Judith. O planejamento de pesquisas qualitativas em educação. *Cadernos de Pesquisa*, São Paulo: Fundação Carlos Chagas/Cortez, 77, p. 53-61, maio 1991.

ARAÚJO, Leandro Ribeiro; AUGÉ, Pierre Schwartz. *Proposta didática diferenciada para o ensino de queda livre*. Itatiba: Editora Soares, 2016.

AUGÉ, Pierre Schwartz. *Uma proposta didática diferenciada e a atitude dos alunos frente ao ensino de ciências*. Niterói, 2002. 118 p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2004.

AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia educacional*. 2ªed. Trad. Eva Nick e outros. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980. Tradução de: Educational Psychology.

BENEVIDES, Magno Maia. A visita técnica em usinas hidrelétricas como espaço alternativo para o ensino de física. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Belo Horizonte, 2009.

BITTENCOURT, Carlos. Crise hídrica ou energética (ou “Quando os vilões se fazem vítimas”). *Insurgência*, 2014. Disponível em: <<http://www.insurgencia.org/crise-hidrica-e-energetica-ou-quando-os-viloes-se-fazem-de-vitima/>>. Acesso em: 20/02/2016.

BLOOM, B.S.; KRATHWOHL, D.R.; MASIA, B.B. Taxionomia de objetivos educacionais: domínio afetivo. In: BLOOM, B.S.; KRATHWOHL, D.R.; MASIA, B.B. *Taxionomia de objetivos educacionais*. Trad. Jurema Alcides Cunha. Porto Alegre: Editora Globo, 1974. 3v. v. 2, p. 1-204. Tradução de: Taxonomy of educational objectives.

BOGDAN, R.C.; BIKLEN, S. K. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria a aos métodos*. Trad. Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1994. 337 p. (Coleção ciências da educação). Tradução de: Qualitative Research for Education.

BONJORNO, José Roberto; BONJORNO, Regina de Fátima S. A.; BONJORNO, Valter; RAMOS, Clinton Marcico; PRADO, Eduardo de Pinheiro; CASEMIRO, Renato. *Física: mecânica*. 2º ed. São Paulo: FTD, 2013.

BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: Ministério da Educação, 2015. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/documentos/>>.

BRASIL. *Matriz de referência ENEM*. Brasília: Ministério da Educação, 2012. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/downloads/2012/matriz_referencia_enem.pdf>.

BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*. Brasília: Ministério da Educação, 2002.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. *Física: proposta para um ensino construtivista*. São Paulo, SP: EPU, 1989.

COLL, César; POZO, Juan Ignacio; SARABIA, Bernabé; VALLS, Enric. Os conteúdos na reforma: ensino e aprendizagem de conceitos e atitudes – trad. Beatriz Affonso Nevs. – Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

DILLASHAW, F.G.; OKEY, J.R. Effects of a modified mastery learning strategy on achievement, attitudes, and on-task behavior of high school chemistry students. *Journal of Research in Science Teaching*, New York: John Wiley & Sons, v. 20, n. 3, p. 203-211, 1983.

ESPÍRITO SANTO. *Currículo Básico da Escola Estadual do Estado do Espírito Santo*. Vitória: Secretaria de Educação, 2009.

ÉVORA, Cátia Quitério. Ensino da “energia” em contexto CTSA – um estudo com alunos do 7º ano de escolaridade. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física e Química). Universidade de Lisboa, Lisboa, 2011.

FIGUEROA de LEWIN, A. M.; MONMANY de LOMÁSCOLO, T. M. La metodología científica en la construcción de conocimientos. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo: SBF, v. 20, n. 2, p. 147-154, jun. 1998.

FOUREZ, G. A crise no ensino de ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*. UFRGS, Porto Alegre, Brasil, v.08, nº02, 2003.

GIL PÉREZ, Daniel. La metodología científica y la enseñanza de las ciencias. Unas relaciones controvertidas. *Enseñanza de Las Ciencias*, Barcelona/València: U. Barcelona/U. València, 4 (2), p. 111-121, 1986.

GRAF: GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA. *Física 1. Mecânica*. 7º ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

HANRAHAN, Mary. The effect of learning environment factors on students' motivation and learning. *International Journal of Science Education*, London: Taylor & Francis, v. 20, n. 6, p. 737-753, 1998.

HOFSTEIN, A.; ROSENFELD, S. Bridging the gap between formal and informal science learning. *Studies in Science Education*, New York: John Wiley & Sons, 28, p. 87-112, 1996.

ILLERIS, Knud. Uma compreensão abrangente sobre a aprendizagem humana (cap. 01). In: ILLERIS, Knud (org.). *Teorias contemporâneas da realidade*. Trad. Ronaldo Cataldo Costa. Porto Alegre: Penso, 2013. Tradução de: Contemporary theories of learning.

JOHNSON, R.; BROOKER, C.; STUTZMAN, J.; HULTMAM, D. AND JOHNSON, D.W. The effects of controversy, concurrence seeking, and individualistic learning on achievement and attitude change. *Journal of Research in Science Teaching*, New York: John Wiley & Sons, v. 22, n. 3, p. 197-205, 1985.

KANTOR, Carlos A.; PAOLIELLO JR., Lilio A.; MENEZES, Luis Carlos de; BONETTI, Marcelo de C.; CANATO JR., Osvaldo; ALVES, Viviane M. *Física – 1º ano – ensino médio*. São Paulo: Editora PD, 2010.

KEMPA, R.F.; MARTIN, M.J. Modelos motivacionais y preferencias de los alumnos por diferentes métodos de enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona/València: U. Barcelona/U. València, Número extra (III Congreso, tomo 2), 1989.

LAVARDA, Francisco Carlos (Coord.). Experimentos de física para o ensino médio e fundamental com materiais do dia-a-dia. Conservação da Energia I. *Grupo de Experimentos de Física*, s. d. Disponível em: <<http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/mec28.htm>>. Acesso em: 03/01/2015.

LONG, J.C.; OKEY, J.R.; YEANY, R.H. The effects of a diagnostic-prescriptive teaching strategy on student achievement and attitude in biology. *Journal of Research in Science Teaching*, New York: John Wiley & Sons, v. 18, n. 6, p. 515-523, 1981.

MARTINS, Roberto de A. Sobre o papel da História da Ciência no ensino. *Boletim da Sociedade Brasileira de História da Ciência*, Campinas: SBHC, Número 09, p. 3-5, ago. 1990.

MATTHEWS, M. R. Construtivismo e o ensino de ciências: uma avaliação. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*. V.17, n. 3, p. 270-294, dez 2000.

_____. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*. v. 17, n.3, p. 164-198, dez 1995.

MASON, C. L.; KAHLE, J. B. Student attitudes toward science and science-related careers: a program designed to promote a stimulating gender-free learning environment. *Journal of Research in Science Teaching*, New York: John Wiley & Sons, v. 26, n. 1, p. 25-39, 1988.

MONFATI, Renato Pires. Prefeito Rubens Rangel e a construção da usina hidroelétrica. *Mimoso In Foco*, 2013. Disponível em: <<http://www.mimosoinfoco.com.br/esportes/prefeito-rubens-rangel-e-a-construcao-da-usina-hidroeletrica/>>. Acesso em: 06/02/2015.

NUNES, Albino Oliveira; DANTAS, Josivânia Marisa. As relações ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA) e as atitudes dos licenciandos em química. *Educação Química*, 23 (1), 85-90, 2012.

ORTEGA RUIZ, P.; SAURA SOLER, J.P.; MINGUEZ VALLEJOS, R.; GARCIA DE LAS BAYONAS CAVAS, A.; MARTÍNEZ MARTÍNEZ, D. Diseño y aplicación de una escala de actitudes hacia el estudio de las ciencias experimentales. *Enseñanza de las ciencias*, Barcelona/València: U. Barcelona/U. València, 10 (3), 295-303, 1992.

PAULINO, Ana Roberta; ATAÍDE, Ana Raquel; BENTO, Elisângela P.; SILVA, Vanessa Pereira da; SILVEIRA, Alessandro F. da. Uma análise dos conhecimento prévios dos alunos sobre energia. *XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 2007.

POZO, Juan Ignacio. *Aprendizes e mestres. A nova cultura da aprendizagem*. Trad. Ernani Rosa. Porto Alegre: Artmed, 2002. Tradução de: *Aprendizes y Maestros*.

_____. Teorias cognitivas da aprendizagem, Trad. Juan Acuna Llorens, 3º ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998. cap. 6, p. 113 – 135.

POZO, J. I.; GÓMEZ CRESPO, M. A. Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. Madrid: Ediciones Morata S. L., 2001.

RIO DE JANEIRO. *Currículo Mínimo*. Rio de Janeiro: Secretaria de Educação, 2011.

ROCHA; ASSIS JÚNIOR; FRANÇA FILHO; OLIVEIRA JÚNIOR; VITOR DA SILVA. Ensino de Física numa perspectiva de aula de campo. Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB, 2012.

SANTOS, Maria Eduarda Vaz Moniz dos. Cidadania, conhecimento, ciência e educação CTS. Rumo a “novas” dimensões epistemológicas. *Revista CTS*, 6 (2), 137-157, 2005.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio*, vol. 02, n. 02, dez. 2002.

SARABIA, B. A aprendizagem e ensino das atitudes. In: COLL, C. e outros. Os conteúdos da reforma-ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes. Trad. Beatriz Affonso Neves, Porto Alegre: Artmed, 2000. 182 p. cap. 3, p. 119-178. Tradução de: Los contenidos en la reforma: enseñanza y aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. Ensino por CTSA: almejando a alfabetização científica no ensino fundamental. *Investigação em Ensino das Ciências*, 13 (3), 333-352, 2008.

SCHIBECI, R. A. Attitudes to science: an update. *Studies in Science Education*, New York: John Wiley & Sons, 11, p. 26-59, 1984.

SILVA, Lenice H. de A.; ZANON, Lenir B. A experimentação no ensino de ciências. In: SCHNETZLER, Roseli P. e ARAGÃO, Rosália M. R. de (orgs). *Ensino de ciência: fundamentos e abordagens*. Brasília: Capes/Unimep, 2000. p. 120-153.

SOLBES, J.; VILCHES, A. Interacciones ciencia/técnica/sociedad: um instrumento de cambio actitudinal. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona/València: U. Barcelona/U. València, 7 (1), p. 14-20, 1989.

SOUZA CRUZ, Sônia Maria S.C. e ZYLBERSZTAIN, Arden, O enfoque ciência, tecnologia e sociedade e a aprendizagem centrada em eventos. In: PIETROCOLA, Maurício (Org.). *Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora*. Florianópolis: Editora da U.F.S.C., I.N.E.P. e COMPED , 2001.

TAGIKU, Armando M.; ONO, Hilda; BOARETTO, Rogério. Hidrelétrica. Laboratório Didático Virtual – Escola do Futuro – USP, s. d. Disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/recursos/1495/sim_energia_hidreletrica.htm>. Acesso em: 20/12/2015.

TALIM, Sérgio Luiz. A atitude no ensino de física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 21, n. 3: p. 313-324, dez. 2004.

VÁZQUEZ ALONSO, A.; MANASSERO MAS, M. A. Actitudes relacionadas con la ciencia: una revisión conceptual. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona/València: U. Barcelona/U. València, 13 (3), p. 337-346, 1995.

_____. Una evaluación de las actitudes relacionadas con la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona/València: U. Barcelona/U. València, 15 (2), p. 199-213, 1997.

APÊNDICE

APÊNDICE A
PRODUTO DIDÁTICO

SUMÁRIO

CONSIDERAÇÕES INICIAS	77
1º Momento - Levantamento das concepções prévias (1 aula)	77
2º Momento - Estudo de texto sobre energia com viés CTSA (2 aulas).....	79
3º Momento - Estudo para contextualização do tema energia (2 aula).....	84
4º Momento - Experimentos qualitativos (2 aulas).....	87
5º Momento - Análise quantitativa da energia mecânica (2 aulas)	96
6º Momento - Estudo histórico das hidrelétricas (3 aulas).....	103
7º Momento - Visita técnica (2 aulas).....	107
8º Momento - Laboratório de Física Experimento quantitativo (2 aulas)	108
Laboratório de Física Opcional.....	110
9º Momento - Simulação Computacional / Avaliação (2 aulas).	113
10º Momento - Fechamento da intervenção (1 aula).....	117

ENERGIA E SUA CONSERVAÇÃO

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Estudos e especulações sobre a energia e sua conservação estiveram em evidência entre pensadores desde a antiguidade até os séculos XVIII e XIX, quando foram desenvolvidas diversas teorias semelhantes as que encontramos nos livros didáticos do ensino médio. Alguns protagonistas da primeira revolução industrial, personagens históricos dos mais importantes, são conhecidos como os pais do conceito moderno de energia. Vamos iniciar agora o estudo desse intrigante assunto, do ponto de vista da Física, apesar de ser um tema também presente em áreas como Filosofia e mesmo Teologia. Iniciaremos com algumas perguntas com o intuito de introduzir o tema e investigar as concepções alternativas sobre o tema em questão.

PRIMEIRO MOMENTO INVESTIGATIVO

Vamos conversar um pouco sobre energia?

- i) O que você entende por energia? Dê alguns exemplos que você considere interessantes.

- ii) Fale um pouco sobre a importância da energia no seu cotidiano.

iii) Quais assuntos relacionados à energia você gostaria mais de estudar?

iv) Considere os movimentos dos objetos e dos seres vivos. Como tais movimentos podem ser produzidos?

v) Um dos princípios da física trata-se da conservação de energia. No entanto, se a energia se conserva, ela não se perde. Por que então temos que nos preocupar com o consumo de energia elétrica? A energia pode acabar? A energia é eterna?

vi) No Brasil, vimos durante este ano, que a falta de chuvas está relacionada com crise no mercado de energia elétrica. Na sua opinião, qual relação entre a falta de chuvas e o aumento das tarifas de energia elétrica?

- vii) Você pode sugerir algumas alternativas viáveis para o problema energético no Brasil?

SEGUNDO MOMENTO INVESTIGATIVO

Estudo de texto sobre energia com viés CTSA

Crise hídrica e energética (ou “Quando os vilões se fazem de vítima”)⁸

Nesse verão, a crise hídrica, que regiões inteiras do Brasil já vivem há décadas, nacionalizou-se. Mais do que isso, através da crise hídrica, revelou-se o papel central da água. A crise hídrica transformou-se em “crise energética” no sul-sudeste e a crise energética, através da expansão desordenada das mega hidrelétricas, transformou-se em crise hídrica no norte do país, com o alagamento de estados inteiros próximos à bacia do Rio Madeira, onde estão localizadas as usinas hidrelétricas de Jirau e Santo Antonio.

O convívio entre seca e alagamento, escassez e abundância, traz à tona outro aspecto: os picos climáticos, consequência do aquecimento global. Mas, surpreendentemente, o que fazem os tecnocratas de plantão? Põem para funcionar as termelétricas, uma das formas mais eficientes de se produzir gases do efeito estufa e acentuar a possível causa climática que impulsiona a escassez hídrica e a “crise energética” a que ela, em tese, viria solucionar.

Ao mesmo tempo, a “grita” empresarial com a escassez hídrica no Sul maravilha revela os interesses por trás da transformação da água e da energia em mercadorias. Engana-se quem pensa que a maior demanda hídrica/energética brasileira advém do consumo individual/familiar. São os grandes conglomerados empresariais os responsáveis pela maior parte da demanda desses recursos.

⁸ BITTENCOURT, Carlos. Crise hídrica ou energética (ou “Quando os vilões se fazem vítimas”). *Insurgência*, 2014. Disponível em: <<http://www.insurgencia.org/crise-hidrica-e-energetica-ou-quando-os-viloes-se-fazem-de-vitima/>>.

No caso da energia, o consumo doméstico há muito tempo mantém-se estável na casa dos 10% do consumo total nacional. Mas se olharmos apenas para a demanda do setor mineiro-metalúrgico temos a significativa cifra de 15,2% do total da demanda nacional. Sua demanda de 38.635.000 de toneladas equivalentes de petróleo (tep) foi bastante superior ao consumo residencial, das cerca de 50 milhões de famílias que vivem no Brasil, que somaram o montante de 23.761.000 tep. Apenas a mineradora Vale, em suas operações totais em 2012, teve um consumo de energia de 5.374.032,67 toneladas equivalente de petróleo. Ou seja, o equivalente a 2,27% de todo o consumo final energético do país.

Revela-se assim que a crise energética não está relacionada à incapacidade de produzir energia para a demanda já instalada. Especialmente, não está relacionada com a produção de energia para as pessoas e as necessidades básicas. A “crise energética” está intimamente ligada à necessidade de expansão dos negócios dessas empresas, está vinculada a uma estratégia de crescimento ilimitado em um mundo limitado. Essa é a crise deles, dos grandes, a crise dos tubarões que clamam por mais peixinhos para alimentarem-se. A CRISE ENERGÉTICA verdadeira, a nossa crise é a que é causada pela solução da crise deles, quando se amplia o número de hidrelétricas passando por cima de comunidades e biomas, quando se põe pra funcionar as termelétricas, se amplia a produção de petróleo ou a importação de carvão mineral. A “crise” deles diminui seus lucros, a nossa nos alaga, mata de sede ou intoxicação.

No caso da água a lógica é mais ou menos a mesma. O consumo consuntivo, quando há perda entre a vazão retirada dos rios e o que retorna ao curso d’água, aumentou 51,34% entre 2000 e 2010, no Brasil.

Quando analisamos a causa desse aumento vemos uma realidade parecida. Irrigação, mineração e indústria, concentram 69,1% de todas as outorgas de água do país. Apenas para citar um exemplo, a mineração teria sido responsável pelo consumo de 5.134.273.856,307 m³ de água, em 2012 e a própria Agência Nacional de Águas (ANA) reconhece que este dado está subvalorado. Sem contar o consumo direto, estas atividades são responsáveis por grande parte da poluição das águas superficiais e subterrâneas, como também nos é informado no relatório da ANA, mas que a empresa Vale sem qualquer vergonha nos expõe isso com mais clareza em seu Relatório de Sustentabilidade (sic).

Como se não bastasse, no final de 2013, a Agência Nacional de Petróleo ainda teve a audácia de incluir em sua 12ª rodada de leilões a possibilidade de exploração do gás de xisto no Brasil através do método de fraturamento hidráulico, conhecido mundialmente como fracking. Os principais blocos para exploração do fracking ofertadas nesse leilão se encontram

justamente sobre dois de nossos principais aquíferos, o Guarani no Sul e o Parnaíba no Nordeste. O Fracking demanda uma enorme quantidade de água para funcionar, fraturando as rochas que contém o gás com a injeção de água sobre pressão, causando um aumento gigantesco na demanda hídrica nas regiões onde se instalam. Além disso, junto à água são misturadas mais de 650 substâncias químicas que podem vazar para os aquíferos, causando danos que ainda não podem ser medidos pela ciência. Falta dizer que vazamentos no processo de extração desse gás podem liberar na atmosfera gases dezenas de vezes mais danosos que o CO₂.

Isso tudo se passa em um país com uma profunda injustiça no acesso a esses bens naturais comuns. Onde regiões inteiras são áridas, ou semiáridas e o acesso à água para o consumo humano é super restrita. Um ingênuo poderia imaginar que nestas regiões a banda toca em outro ritmo, mas infelizmente não é assim. Nessas regiões a dinâmica é ainda mais cruel. Projetos de transposição de bacias, como o do Rio São Francisco, ou a construção de minerodutos para o transporte de minério a base de água, no norte de Minas Gerais, mostram que a água não é para quem tem sede.

Olhemos para onde for e veremos que os mesmo setores que clamam aos quatro ventos a existência de uma crise hídrica e energética são os que criaram esta crise. É fundamental uma ampla aliança popular pelo direito à água e à energia. Em defesa de transição da matriz produtiva para um regime onde o bem estar das gentes venha antes do lucro das empresas. Uma transição desse tipo permitirá uma transição da matriz energética brasileira profunda, freando a expansão das hidrelétricas, diminuindo drasticamente a dependência petrolífera e carbonífera e ampliando o uso de meios alternativos de produção energética como a solar. Esse é o típico caso de que quanto mais crescimento econômico concentrado, mais crise. Que ninguém mais sofra com alagamentos, soterramentos ou sede. Água e energia não são mercadorias!

Vamos refletir um pouco sobre o texto?

- i) Qual a relação entre a falta de energia elétrica e a crise hídrica?

- ii) Que aspecto o texto destaca no que se refere a impactos ambientais e sociais causados pela construção das usinas hidrelétricas?

- iii) A diminuição dos recursos hídricos implica na redução da energia elétrica proveniente das hidrelétricas, principal fonte de transformação de energia elétrica no Brasil. O texto destaca que a solução utilizada pelo país passa por:

- a) reduzir o consumo de energia elétrica em todos os seguimentos da sociedade, inclusive através do horário de verão.
- b) suprir o consumo de energia elétrica colocando em funcionamento as usinas termoelétrica.
- c) importar energia elétrica de outros países.
- d) utilizar fontes renováveis para transformação de energia elétrica, como a energia solar, biomassa, usinas eólicas e etc.

Justifique sua resposta:

- iv) Segundo o texto a intensificação do efeito estufa é a provável causa para o descontrole dos fenômenos climáticos, tais como, a escassez de chuvas. Qual a relação das termoelétricas com o efeito estufa?

- v) De acordo com as ideias expressadas no texto, qual é o maior consumidor de água e energia no Brasil?

- vi) Quando o texto se refere à energia, não tratando exclusivamente de energia elétrica, cita as indústrias, os veículos e até mesmo as pessoas fazem uso de vários tipos de energia além da energia elétrica. Cite 3 formas de energia diferentes da energia elétrica.

- vii) O texto afirma que as cerca de 50 milhões de famílias brasileiras consomem apenas 10% da energia total consumida no Brasil. Qual é o setor da sociedade que mais consome energia no país?

- viii) Releia o trecho do texto:

“Em defesa de transição da matriz produtiva para um regime onde o bem estar das gentes venha antes do lucro das empresas. Uma transição desse tipo permitirá uma transição da matriz energética brasileira profunda, freando a expansão das hidrelétricas, diminuindo drasticamente a dependência petrolífera e carbonífera e ampliando o uso de meios alternativos de produção energética.”

O que você entende por meios alternativos de produção de energia?

TERCEIRO MOMENTO INVESTIGATIVO

Texto

Iremos agora conversar um pouco sobre a energia e suas diversas manifestações, como também sobre a história da energia. Vamos lá?

ENERGIA E SUAS MULTIPLAS FACES

A leitura desta página exige alguma fonte luminosa, que ilumine o papel, seja refletido e, depois, atinja seus olhos. Se a iluminação partiu do Sol, leva aproximadamente oito minutos para atingir o papel. Se for artificial, deve ser proveniente de alguma usina que transformou energia mecânica em energia elétrica. Tal energia chega até você quase instantaneamente através da propagação do campo elétrico pelos fios que



Figura disponível em: <http://www.clamper.com.br/blog/wp-content/uploads/2012/10/economia-de-energia-mitos-e-verdades-parte-2.jpg>

compõem a rede de distribuição. Por exemplo, se for uma usina hidrelétrica, há várias transformações envolvidas: a energia mecânica (potencial gravitacional) é proveniente da queda de água armazenada na represa, que se transforma em energia de movimento (cinética) durante a queda, culminando com o movimento das turbinas e a geração da tão desejada energia elétrica. Se a usina for uma termoelétrica, as turbinas são acionadas pelo vapor de água obtido pela queima de combustíveis, como carvão ou gás. Se a usina for nuclear, a produção do vapor de água é proveniente da fissão nuclear de certos elementos químicos, que liberam grande quantidade de energia.



Figura disponível em: <http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2016/05/capacidade-instalada-de-geracao-de-energia-atinge-142-610-mw-em-marco/usina.jpg/image>

Voltando à questão da leitura da página, a luz que atinge a retina provoca um pulso eletroquímico, que percorre certos nervos até atingir o cérebro, onde a informação é codificada e registrada. Tudo que é armazenado no cérebro demanda energia, ou seja, pensar dá trabalho e gasta caloria. Já imaginou uma dieta

para emagrecer baseada no estudo: no final você está em forma e tirando 10 em todas as matérias.



Figura disponível em: <https://i1.wp.com/www.enxaqueca.com.br/blog/wp-content/uploads/2014/06/lampada-incandescente.jpg?w=380>

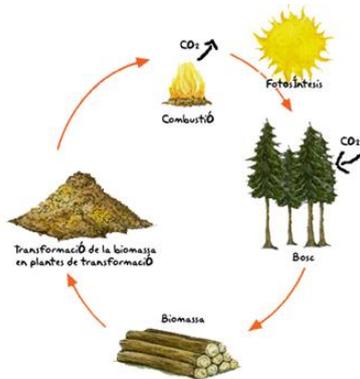


Figura disponível em: http://energizandooanatureza.blogspot.com.br/2010_11_01_archive.html



Figura disponível em: <http://4.bp.blogspot.com/-JXodnQCGniM/UXb1sumnd-I/AAAAAAAACYM/76RtXHJAH1c/s1600/mente-hu mana.gif>

Portanto, tudo demanda energia: pensar, digerir alimentos, andar, etc. Pode-se dizer que a energia é onipresente e nunca é destruída, mas, transformada. Inclusive há posicionamentos religiosos que irão relacionar a energia com a divindade, mostrando como tal conceito permeia inúmeras realidades.

Temos uma forma de energia associada ao movimento, denominada energia cinética; temos uma forma de energia associada à configuração do sistema, denominada energia potencial; temos a energia química, luminosa, sonora, elétrica, atômica, dentre outras denominações possíveis. Todas as formas de energia podem transformar-



Figura disponível em: http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/disco_virtual/galerias/imagem/0000001257/md.0000014799.png

se em energia térmica. Algumas transformações são reversíveis, outras não. Todo processo de transformação de energia em que haja produção de energia térmica, admite alguma perda, ou seja, há alguma dissipação na forma de calor. Há degradação de energia.

Toda atividade humana ocorre a partir de transformações energéticas. A ingestão de alimentos é a fonte primordial de energia para os humanos realizarem suas atividades. Já as plantas realizam a síntese primária de produção de energia, a fotossíntese. De uma maneira geral, toda energia utilizada pelos humanos provém do Sol, já que nosso alimento ou é vegetal

ou utiliza os vegetais para sobreviver, como o gado e as aves que consumimos.

De toda energia liberada pelo Sol apenas uma pequena fração é absorvida pela Terra, melhor dizendo, um bilionésimo. Desse total, apenas 0,1% é utilizado por plantas na realização da fotossíntese.

UM POUCO DE HISTÓRIA

A história da humanidade e a história da energia estão intimamente interligadas. Na pré-história, quando os homens descobriram as utilidades do fogo em proveito próprio, inicia-se um longo relacionamento de sucesso. Com a descoberta do homem pré-histórico sobre a produção de fogo, com o atrito de pedras e madeiras, começa o domínio do homem sobre a



Figura disponível em: http://blog.tocandira.com.br/wp-content/uploads/2013/01/431586_38453527454313_879390664_n.jpg

produção de energia. Há 20.000 anos os seres humanos aprenderam a utilizar o calor e a luz do fogo para cozinhar e aquecer as noites frias do inverno. Há indícios de que os primeiros homens que conheceram o fogo moravam onde hoje é a China e a data remete há 300 mil anos.

No processo da combustão, a energia solar armazenada pela madeira na fotossíntese é liberada na forma de calor. A combustão é uma reação química entre o carbono da madeira e as moléculas do oxigênio (O₂) do ar.

O desenvolvimento da agricultura, há mais de 15.000 anos, foi um marco importante na apropriação da humanidade dos recursos energéticos ofertados pela natureza, principalmente o Sol. Com o advento da agricultura, tem início a produção de todo um conjunto de equipamentos como ferramentas, panelas e outros utensílios. Há também um importante desenvolvimento, na

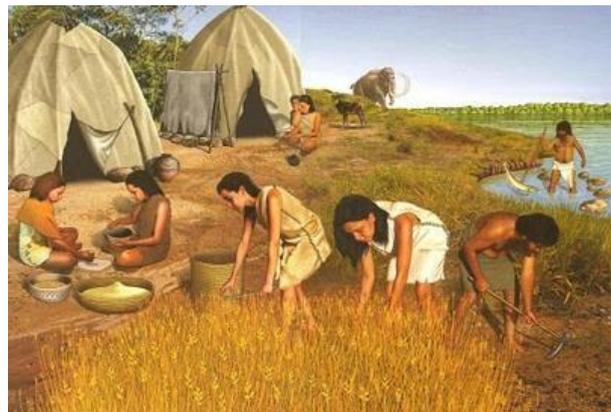


Figura disponível em: https://1.bp.blogspot.com/-y_71XmzjcIc/WIeJcR9C14I/AAAAAAAAAbjM/k1ZYH0fKAX8abAsqpTzBL7QwdS0dVVsQCK4B/s640/Divisa%25CC%2583o%2Bsocial%2Bdo%2Btrabalho.JPG

perspectiva do uso de energia, com o advento da extração de ferro, por volta de 5.000 anos atrás. Por exemplo, foi inventado o arado de ferro puxado por animais.

Durante a Idade Média houve vários aperfeiçoamentos na utilização de recursos naturais, com repercussão no aumento da produção. Por exemplo, a roda d'água e o moinho de vento permitiram ampliar o trabalho da moagem de grãos.



Figura disponível em: <https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/ee/6e/9c/ee6e9cd081f3fbb2203e29048c59b618.jpg>

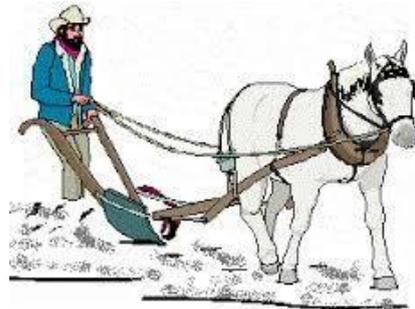


Figura disponível em: <http://3.bp.blogspot.com/-wz01PEBgM9E/TkVjThoX-yI/AAAAAAAAACQ/x5VNtXzu11Y/s1600/arado.gif>

O mercantilismo tem suas origens no acúmulo de excedentes provocados pela otimização na utilização dos recursos naturais, ou seja, na utilização da energia. Enfim, surge o Renascimento (séc. XIV-XVII) e no século XVIII, a primeira Revolução Industrial, com a invenção da máquina à vapor e o desenvolvimento da indústria têxtil e metalúrgica.

QUARTO MOMENTO INVESTIGATIVO

Experimentos⁹

Agora serão realizados alguns experimentos relacionados ao tema conservação da energia.

I – CONSERVAÇÃO DA ENERGIA¹⁰

Objetivo

O objetivo deste experimento é mostrar a transformação da Energia Potencial

⁹ Tal atividade tem um caráter introdutório e será explorada visando o tema da conservação da energia. Em outro momento será realizada uma atividade de aplicação de conhecimentos com enfoque quantitativo.

¹⁰ Baseado no experimento idealizado sob a coordenação de Lavarda (s. d.) e disponível em: <http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/mec28.htm>.

Gravitacional em Energia Cinética, ilustrando a Conservação da Energia Mecânica.

Questões

- i) Você sabe o que é energia potencial gravitacional? Fale um pouco sobre este assunto e escreva tudo que conhece sobre tal tema.

- ii) Você sabe o que é energia cinética? Fale também um pouco sobre isto.

- iii) Faça o mesmo sobre a energia mecânica e sua conservação.

Atividade

Pesquise em casa, junto com seu grupo (mostrar ao professor no próprio caderno, individualmente) as deduções matemáticas das equações que definem as energias cinética e potencial gravitacional.

O Experimento

O experimento procura ilustrar que quanto maior a energia potencial gravitacional no

início do movimento de queda de um objeto, maior será sua energia cinética ao final da queda. O valor da energia cinética poderá ser avaliado através de um mecanismo de frenagem do objeto que está em queda. No experimento em questão, uma bolinha em um plano inclinado transfere sua energia mecânica para um copo. No decorrer do movimento, a bolinha transforma sua energia potencial gravitacional em energia cinética. Durante o movimento há diminuição da energia potencial gravitacional e aumento da energia cinética. Devido à conservação da energia mecânica, desprezando as perdas por atrito, a energia potencial gravitacional se transforma em energia cinética. Após a colisão com o copo, a energia cinética da bolinha é toda transformada em outras formas de energia: energia térmica e sonora do barulho que o copo faz. O atrito sobre o copo é praticamente constante. E o copo necessita de uma quantidade fixa de energia cinética para vencer uma distância fixa. Portanto, se o copo se desloca mais, significa que recebeu mais energia cinética.

Quanto mais alta estiver a extremidade do sistema de réguas, mais energia potencial gravitacional a bolinha terá. Ao se movimentar pelo plano inclinado, a bolinha adquire energia cinética que é transferida para o copo, que por sua vez adquire distâncias maiores, de acordo com a energia que receber da bolinha. Seu movimento é interrompido por causa do atrito.

Material

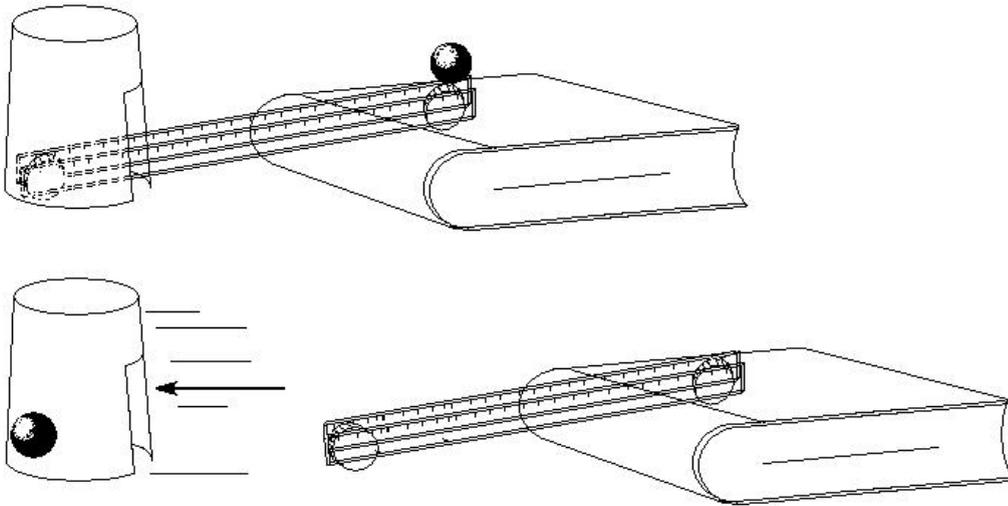
ÍTEM	Observações
copo plastic	300ml.
2 tampinhas plásticas de refrigerante	Serão usadas para manter separadas as duas réguas.
2 réguas de 30cm	Para formar a rampa de rolamento do sistema.
suportes	Qualquer material para elevação do sistema de réguas: livros, cadernos, etc...
bolinha de vidro	
fita adesiva	

Montagem

- Faça um orifício retangular no copo de acordo com a figura.
- Com fita adesiva, fixe as tampas plásticas nas extremidades de uma das réguas.

- Fixe a outra régua sobre a outra face das tampinhas para formar uma canaleta por onde passará a bolinha.
- Coloque o copo em uma das extremidades da régua de tal modo que toque a face posterior do copo.
- Levante a outra extremidade da régua usando como suporte um livro.
- Coloque a bolinha na parte de cima do suporte.
- Libere a bolinha usando diferentes suportes que correspondam a diferentes alturas.
- Observe o comportamento do copo.

Esquema



Atividade

Faça um breve relatório de suas observações.

II – CONSERVAÇÃO DA ENERGIA¹¹

Objetivo

O objetivo deste experimento é mostrar a transformação da Energia Potencial Gravitacional em Energia Cinética, ilustrando a Conservação da Energia Mecânica.

O experimento

Neste experimento há a possibilidade de identificar uma transformação de um tipo de energia em outro. Inicialmente um objeto possui energia potencial gravitacional. Essa energia está armazenada no sistema Terra-objeto e vai diminuindo à medida que o objeto e a Terra se aproximam. A energia potencial gravitacional de um objeto se transforma em energia cinética do objeto, que está associada ao seu movimento, a medida que o corpo perde altura e vai adquirindo velocidade.

A idéia do experimento é mostrar que, devido à conservação da energia mecânica, quanto maior a energia potencial gravitacional no início do movimento de queda, maior será sua energia cinética na parte mais baixa de sua trajetória.

No experimento, o balde transfere sua energia para um bloco parado sobre uma folha de papel fixada no piso (figura no esquema de montagem). Ao iniciar o movimento, o balde começa a transformar sua energia potencial gravitacional em energia cinética. Devido à conservação da energia mecânica, no ponto mais baixo da trajetória, toda energia potencial gravitacional que o balde perde se transforma em energia cinética. Estamos desprezando as perdas. Mas na verdade há também a ocorrência de energia térmica e sonora. Com relação ao bloco, quanto maior for o seu deslocamento, maior será a transferência de energia. Com relação ao balde, sua energia potencial dependerá de sua altura e de sua massa.

Material

ÍTEM	Observações
balde	O balde deverá possuir uma alça.
barbante	O comprimento do barbante depende da altura da mesa utilizada.
fita adesiva	

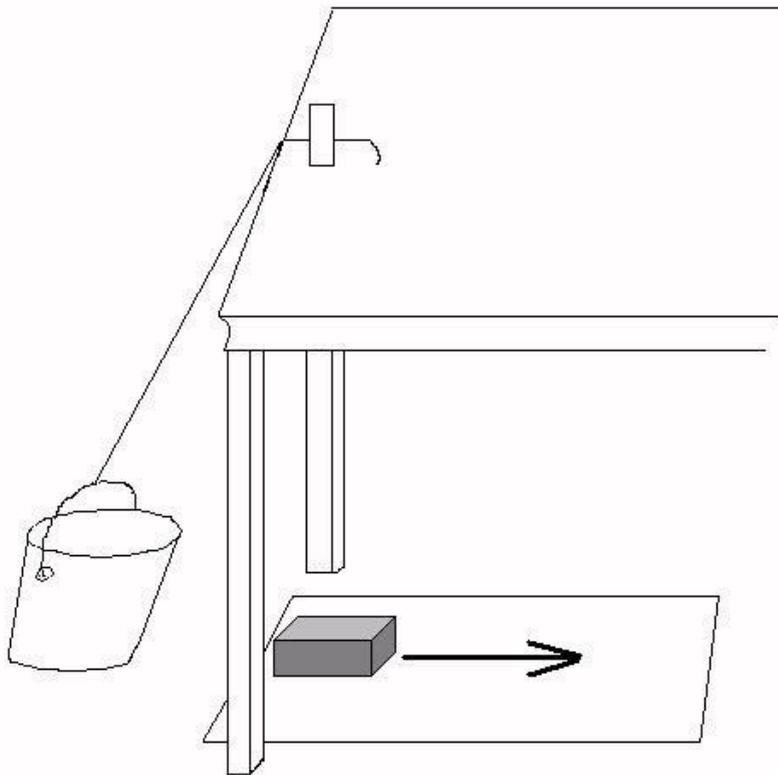
¹¹ Baseado no experimento idealizado sob a coordenação de Lavarda (s. d.) e disponível em: <http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/mec31.htm>.

papel	Papel em branco tipo A4.
bloco	Uma caixa grande de fósforos ou de chá, por exemplo.
massas	Qualquer material para pôr no balde.

Montagem

- Prenda o barbante na alça do balde.
- Fixe, com fita adesiva, a outra extremidade do barbante na mesa.
- Fixe o papel no piso, conforme o esquema a seguir.
- Posicione o bloco no piso.
- Puxe a parte de trás do balde até uma certa altura. Solte-o, permitindo-o colidir com o bloco.
- Marque as posições que o bloco se moveu no papel para cada massa colocada no balde.

Esquema



Atividade

Faça um breve relatório de suas observações.

III – CONSERVAÇÃO DA ENERGIA¹²**Objetivo**

O objetivo deste experimento é mostrar a transformação da Energia Potencial Gravitacional em Energia Cinética, dando ênfase à Conservação da Energia Mecânica.

O experimento

No experimento em questão podemos novamente identificar uma transformação de um tipo de energia em outro, ou seja, energia potencial gravitacional em energia cinética. A idéia é mostrar que a energia potencial gravitacional no início do movimento de queda de um objeto depende da altura de queda e independe da distância a ser percorrida pelo objeto.

Utilizamos duas canaletas de diferentes comprimentos, mas com a altura inicial sendo a mesma nos dois casos. Assim a energia potencial gravitacional será igual nas duas situações. Portanto, a energia cinética da bolinha deverá ser a mesma ao final das duas canaletas, apesar das distâncias serem diferentes. Parte desta energia cinética é transferida para o copo que se move e parte é perdida em energia térmica e sonora, decorrentes do movimento. Iremos desprezar tais perdas.

Vamos observar o deslocamento dos copos e tentar inferir alguma hipótese sobre os resultados das observações.

¹² Baseado no experimento idealizado sob a coordenação de Lavarda (s. d.) e disponível em: <http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/mec33.htm>.

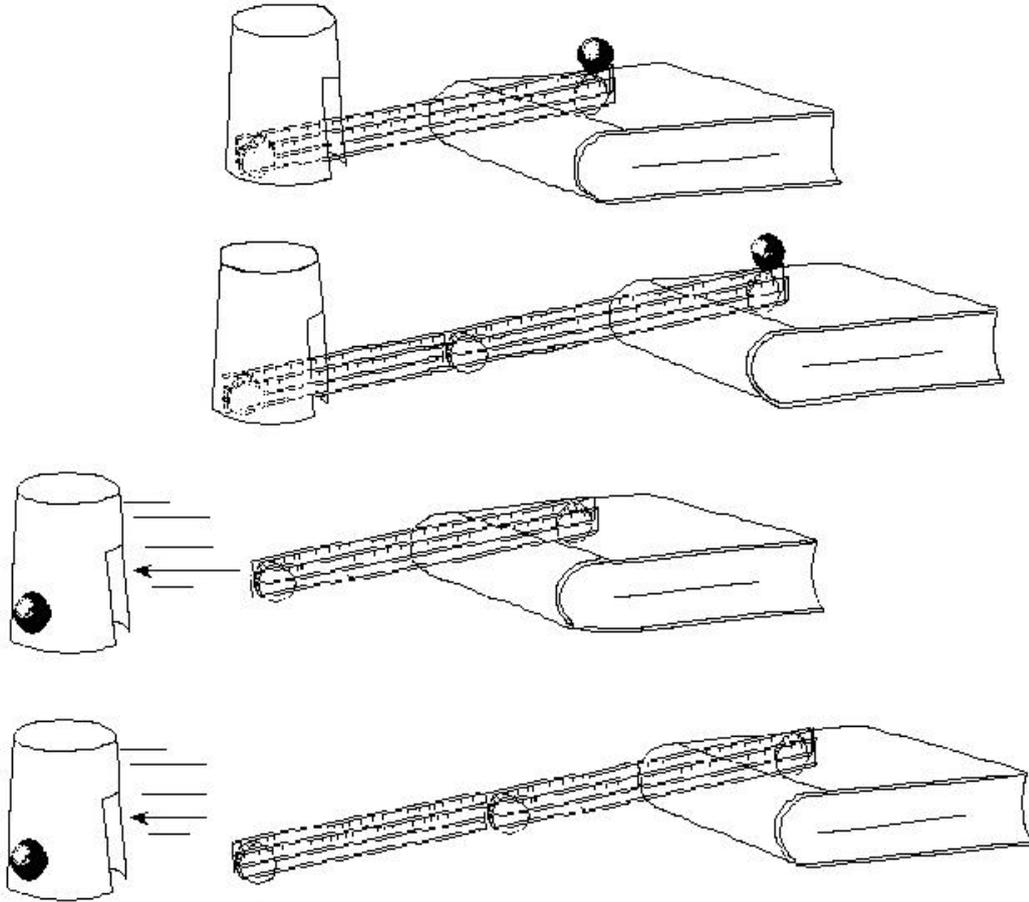
Material

ÍTEM	Observações
2 copos plásticos	300ml.
5 tampinhas plásticas de refrigerantes	Serão usadas para manter separadas as réguas.
2 réguas de 60 cm e 2 de 30cm	Para formar a rampa de rolamento do sistema.
fita adesiva	
Suportes	Qualquer material para a elevação do sistema de réguas: livros, cadernos, etc...
uma bolinha de vidro	

Montagem

- Faça um orifício retangular no copo, de acordo com a figura.
- Fixe, com fita adesiva, duas tampas plásticas nas extremidades de uma das réguas de 30cm.
- Fixe a outra régua de 30cm sobre a outra face das tampinhas.
- Repita este mesmo procedimento para as réguas de 60cm, só que colocando uma tampinha a mais no centro das réguas.
- Coloque os copos nas extremidades das canaletas, sendo que o final de cada canaleta deverá tocar a face posterior de um dos copos.
- Levante a outra extremidade das canaletas usando como suporte um livro.
- Libere a bolinha e observe o copo.
- Repita o procedimento para a outra canaleta. Realize o procedimento para diferentes suportes e faça suas observações.

Esquema



Atividade

Faça um breve relatório de suas observações.

QUINTO MOMENTO INVESTIGATIVO

Texto

Iremos agora conversar um pouco sobre o conceito de **trabalho** e como é possível através de seu cálculo chegarmos às relações matemáticas referentes à energia potencial gravitacional e à energia cinética. Vamos lá?

ENERGIA MECÂNICA

A energia manifesta-se de várias formas e é difícil defini-la de forma precisa e menos abstrata. Uma das maneiras de definir energia é considerá-la como capacidade de realizar trabalho. Sendo o trabalho uma grandeza física que foi criada para medir as trocas de energia. Quanto maior for a capacidade de realizar trabalho, maior será a energia associada ao sistema. Quando você empurra um armário, o trabalho realizado é proporcional à força exercida sobre o armário e ao deslocamento dele. Agora iremos estudar essa grandeza, trabalho.

FORÇA E TRABALHO

O trabalho τ de uma força \mathbf{F} , agindo no deslocamento \mathbf{d} de um objeto, é definido como o produto do deslocamento pela força e pelo cosseno do ângulo entre eles ($\cos\Theta$): $\tau = F \cdot d \cdot \cos \Theta$. É por meio do trabalho que se mede a transferência útil de energia mecânica. Neste caso, a importância do $\cos \Theta$ é permitir a projeção ortogonal da força na direção do deslocamento, pois se o ângulo entre a força e o deslocamento for igual a 90° , não há trabalho. O ideal é que o ângulo seja igual a 0° ou 180° para haver o maior aproveitamento possível da força. Logo adiante veremos um exemplo para entender melhor o que foi dito.

No SI, a energia e também o trabalho são medidos em joules (J), que corresponde à unidade de medida de força, o newton (N), multiplicado pela unidade de medida de deslocamento, o metro (m). Assim: $1\text{J} = 1\text{N} \cdot 1\text{m}$.

Em unidades básicas do SI: temos $1\text{N} = 1\text{kg} \cdot 1\text{m}/\text{s}^2$, logo: $1\text{J} = 1\text{kg} \cdot 1\text{m}^2/\text{s}^2$.

Exemplo

Considerando que as figuras representam uma caixa sendo empurrada por uma força F constante e igual em todas as situações, indique a situação onde o trabalho realizado pela força F é máximo e justifique tal indicação. Qual situação configura um trabalho nulo? E a situação C, significa exatamente o quê?

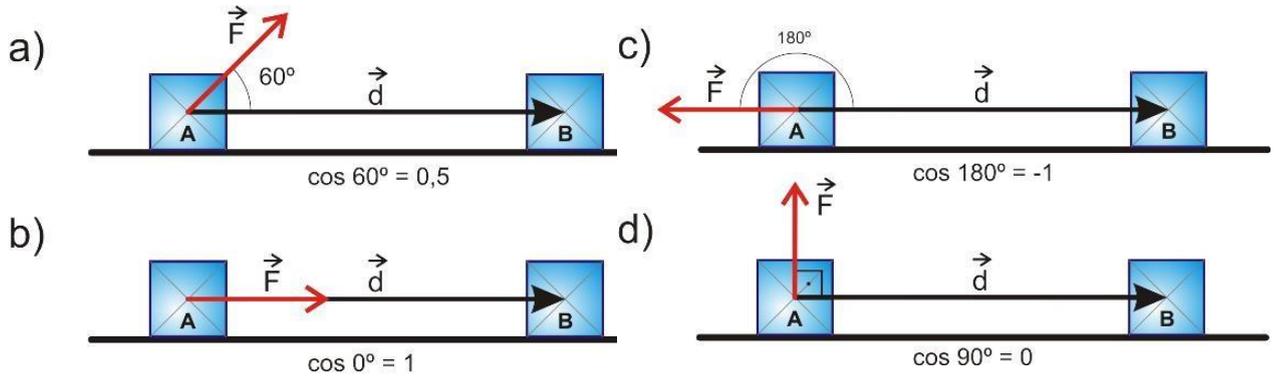
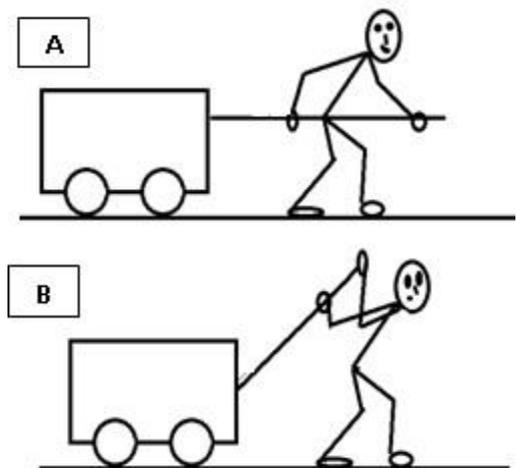


Figura disponível em: <http://1.bp.blogspot.com/-azwtSfGSzg/TonTWLQKYcI/AAAAAAAAAnY/zpNPdrR7cAI/s1600/trabex1.PNG>

Vejamos outro exemplo

A figura representa um homem arrastando um carrinho, em duas situações distintas. Que apreensões podem ser feitas com relação ao trabalho realizado pela força F ? Qual a influência que o ângulo de inclinação da força F exerce sobre o trabalho?



Vamos fazer um pouco de cálculo?

O trabalho do nosso amigo ao arrastar o carrinho, com a força de 100 N, por 20 metros, com três ângulos diferentes. Desenhe cada situação, indicando o ângulo. No caso, o que significa um ângulo igual a zero? E como fica o cálculo? E quando o ângulo for 90 graus? Desenhe e explique o que acontece!

E se você tentar empurrar ou puxar determinado objeto exercendo força, mas sem conseguir nenhum deslocamento? Então, o trabalho exercido pela força será nulo, você ficará cansado e seu esforço terá sido em vão!

Existem varias situações onde o trabalho é classificado como nulo, ($\tau = F \cdot d \cdot \cos \Theta$) ao analisarmos a equação concluímos que: se a força resultante ou o deslocamento é nulo, ou ainda, se estes são perpendiculares, o trabalho será nulo.

Pesquise algumas situações em que as forças realizam e não realizam trabalho.

Atividade

Identifique as forças existentes nas cenas abaixo e aponte aquelas que realizam trabalho e as que não realizam:

a)

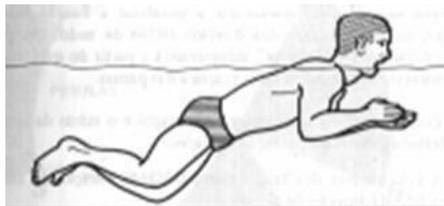


Figura disponível em: <http://sentirbem.uol.com.br/images/nat1.jpg>

b)



Figura disponível em: <https://boss568.files.wordpress.com/2011/11/boss56863.jpg>

c)



Figura disponível em: <http://photos1.blogger.com/blogger/2098/2938/1600/homem-sentado.jpg>

d)

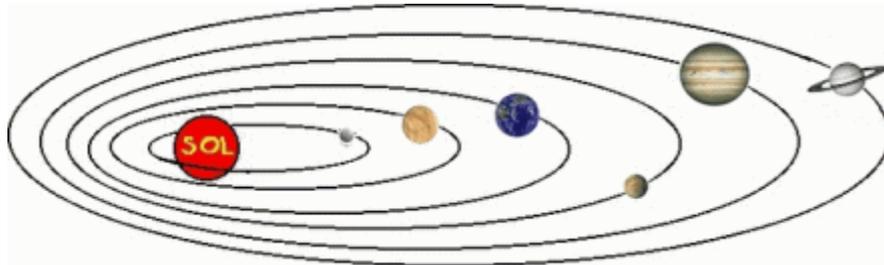


Figura disponível em: <http://www.sobiologia.com.br/figuras/Universo/orbitassistemasolar.gif>

e)

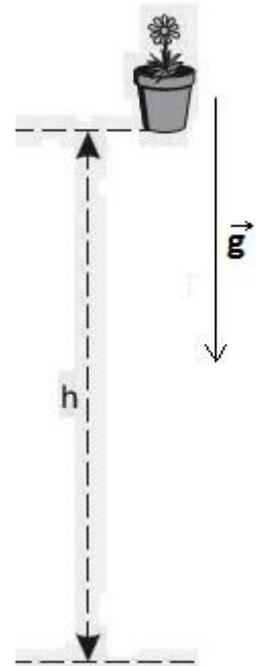


Figura disponível em: <https://i.ytimg.com/vi/8GxWXgiW9yU/hqdefault.jpg>

Ao empurrar um armário exercendo uma força horizontal, o trabalho realizado é proporcional à força que você exerce e ao deslocamento do armário produzido pela força. E, se você empurra o armário na diagonal, para baixo ou para cima? Nesse caso você deixa de concentrar todo seu esforço no deslocamento horizontal do armário, realizando assim, um trabalho menor sobre ele. Você pode até diminuir a compressão que o armário exerce sobre o chão, protegendo o piso de eventuais riscos, mas terá que gastar mais energia para conseguir deslocá-la para o local desejado.

TRABALHO E ENERGIA NA QUEDA LIVRE DE UM CORPO

Podemos entender a relação entre trabalho e energia analisando a queda livre de um corpo até o solo. Por exemplo, um vaso que cai do parapeito de uma janela é puxado para baixo pela força gravitacional. Desse modo, pode-se dizer que a força gravitacional realiza um trabalho sobre o vaso, transformando a energia potencial em cinética à medida que o vaso cai.



A energia potencial gravitacional de um objeto é proporcional à altura em que ele se encontra em relação ao chão e a energia cinética é tanto maior quanto maior é sua velocidade durante a queda livre.

Assim, à medida que o vaso se aproxima do chão, diminui sua altura e aumenta sua velocidade, transformando energia potencial gravitacional em cinética.

No caso da queda livre de um corpo, a força gravitacional responsável pelo movimento é chamada de força peso (P), expressa pelo produto da massa (m) com a aceleração da gravidade na superfície da Terra (g), cujo valor é próximo de $9,8\text{m/s}^2$. Muitas vezes, para facilitar os cálculos, adota-se $g = 10\text{m/s}^2$.

Consequentemente, o trabalho τ realizado pela força peso ($P = m \cdot g$) é produto desta pelo deslocamento vertical, que corresponde a variação da altura h em relação ao chão:

$$\tau = P \cdot h \quad \tau = m \cdot g \cdot h$$

Unidades do SI: massa (m) \rightarrow [kg]; aceleração da gravidade (g) \rightarrow [m/s^2]; altura (h) \rightarrow [m]; trabalho (τ) \rightarrow [$\text{J} = \text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$]

Assim, quanto maior a altura da queda livre, maior o trabalho realizado pela força peso e maior a velocidade adquirida por esse corpo ao chegar ao solo.

Em termos energéticos, dizemos que, por meio do trabalho realizado pela força peso P , a energia potencial gravitacional do corpo, no início da queda livre, transformou-se totalmente em energia cinética. No fim da queda, podemos dizer que sua energia de posição inicial transformou-se em energia de movimento final.

Desse modo, a conservação de energia potencial de um corpo em energia cinética, durante seu movimento de queda livre, corresponde à conservação de sua energia mecânica, que é a soma das energias cinética e potencial:

Energia Mecânica = Energia potencial + Energia Cinética

$$E_M = E_p + E_C$$

Conservação da Energia Mecânica

$$E_{M \text{ inicial}} = E_{M \text{ final}}$$

Questionamentos!

i) Considerando a bola em queda livre, calcule sua energia potencial a 4m de altura do solo.

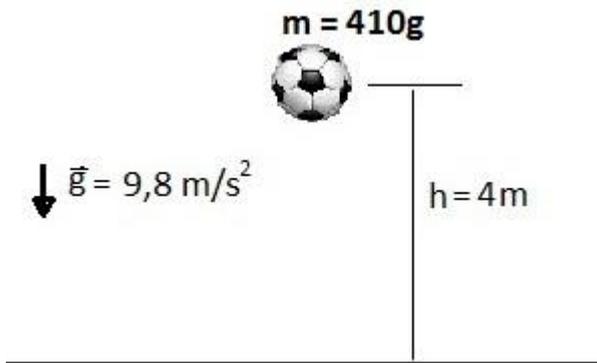


Figura disponível em: http://2.bp.blogspot.com/_yhcFVb0usrM/TCF91jQw55I/AAAAAAAAABu0/mR5xHG3k8RI/s320/energia+potencial.jpg

ii) Os gráficos representam a conservação da energia mecânica, explique as variações das energias potencial e cinética durante a queda livre do vaso.

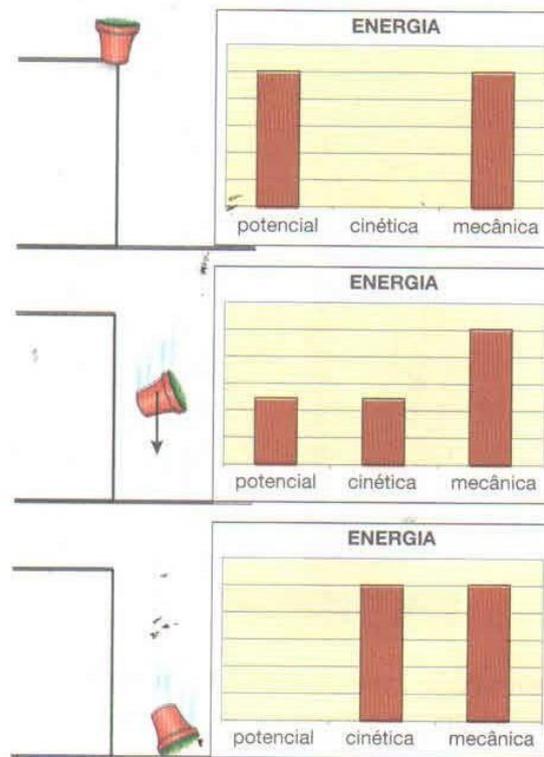


Imagem retirada de Kantor (2010, p. 53).

COMO CALCULAR A ENERGIA CINÉTICA DE UM CORPO?

Sempre que a velocidade de um corpo aumenta, sua energia cinética (E_c) também aumenta e, portanto, há transferência ou transformação de energia para esse corpo por meio de trabalho: alguma força está agindo sobre ele.

Da mesma forma, se a velocidade de um corpo diminui, sua energia cinética também diminui e, portanto, nesse caso, é o corpo que transfere energia: a energia cinética que ele perde é acrescida em algum outro ponto do sistema do qual ele faz parte.

A variação de velocidade que uma força é capaz de causar em um certo intervalo de tempo depende da massa do corpo: quanto maior a massa, mais difícil é alterar sua velocidade. Dessa forma, a energia cinética depende tanto da massa quanto da velocidade:

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

O TEOREMA DA ENERGIA CINÉTICA

Equação de Torricelli: $V^2 = V_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta S$

$$\Delta S = \frac{V^2 - V_0^2}{2a}$$

Temos: $a = \frac{V^2 - V_0^2}{2d}$, multiplicando os dois lados pela massa: $m \cdot a = m \cdot \frac{V^2 - V_0^2}{2d}$

2º Lei de Newton nos diz que: $F = m \cdot a$

$$\text{Então, } F = m \cdot \frac{V^2 - V_0^2}{2d} \quad \text{ou } F \cdot d = \frac{m \cdot (V^2 - V_0^2)}{2}$$

$$\text{Logo: } \tau = \frac{m \cdot V^2}{2} - \frac{m \cdot V_0^2}{2} \quad \text{ou } \tau = E_c - E_{c0}$$

Questionamentos!

i) Ao chutar uma bola de futebol e logo após, uma bola de basquete, com a mesma intensidade de força, exercida durante o mesmo intervalo de tempo, o que pode ressaltar com relação as velocidades adquiridas pelas bolas. Quais características são relevantes?

ii) Considere que um recordista da corrida de 800m, com massa de 70kg, complete a prova em 100s. Calcule sua energia cinética média, em joules, durante a corrida.

SEXTO MOMENTO INVESTIGATIVO

Pesquisa

Agora iremos realizar um breve estudo histórico sobre as usinas hidrelétricas Rubens Rangel e Aparecida, alocadas na sede do Município de Mimoso do Sul, atualmente em ruínas. Faremos uma pesquisa sobre as usinas e haverá uma apresentação em forma de seminário. Teremos algumas semanas para tal atividade.

Iniciaremos esta etapa de nosso estudo lendo e refletindo sobre um texto interessante que procura reviver aquele tempo em que as usinas foram construídas (MONFATI, 2013).

Texto

Prefeito Rubens Rangel e a construção da usina hidroelétrica



Segui a passos rápidos até aquele quarto que também faz parte do corpo da casa, um lugar pouco visitado, salvo apenas em momento para guardar objetos tais como livros, suvenires, brinquedos... Por isso, sempre empoeirado.

Há exatamente 04 anos, deixei também neste local, a minha “Máquina do Tempo” que se responsabilizou por inúmeras viagens em épocas passadas de nosso Mimoso-do-Sul. Ao entrar naquele ambiente, caminhei entre um apertado espaço ocupado por uma poltrona e uma antiga bicicleta para chegar ao meu objetivo. E lá estava ela no fundo daquele

quarto, solitária e protegida por um grande cobertor... Retirei-o e rapidamente fiz uma limpeza, ajustei o comando do tempo, sentei-me em sua cadeira e programei a data de volta ao passado, há exatos 58 anos atrás!

E assim os anos, as décadas foram se distanciando de mim... 2013... 2000... 1990... 1980... 1970... 1960... E numa segunda feira do mês de janeiro de 1954; encontro-me presente em frente ao Ginásio Monsenhor Elias Tomasi.

Por alguns instantes fiquei paralisado, meio atordoado devido às reações provocadas pela viagem no tempo, minha vista ainda meio confusa descansava e olhava calmamente parte do morro que acompanha toda a extensão da Rua Vila da Penha. Foi notório perceber como as coisas eram diferentes dos dias atuais. A começar pelos extensos cafezais nas encostas que circundam nossa cidade, além de formação de matas.

De onde estava, podia ver alguns homens trabalhando no meio da rua, bem como uma diferença de cor em toda aquela extensão pela reta principal do campo do Ypiranga que tinha uma coloração cinza adiante e em direção a praça, e outra na cor ocre de lá para onde estava.

Resolvi deixar a máquina do tempo por ali e caminhar um pouco naquela direção, comecei a ouvir batidas como martelos em pedras, me aproximei mais e finalmente pude perceber o calçamento que era realizado em toda a extensão daquela rua. Fui tomado pela curiosidade quando vi estacionado um caminhão Mercedes Benz muito antigo, parecia até um blindado do Exército! De repente ouvi um dos trabalhadores dizer:

“- Lagartixa, encoste o “Cascudo” aqui para deixar mais pedras!” Lagartixa era o apelido do Sr. José Alves de Oliveira, motorista do veículo que também era apelidado de “Cascudo” que descarregou os paralelos no ponto indicado.

Continuei meu caminho, passei em frente a antiga Casa de Saúde, depois por uma gráfica, uma residência com muitas bicicletas que era a casa do Sr. Zé Lopes. Do outro lado da rua, se localizavam o consultório e farmácia do Dr.Cysne, caminhei um pouco mais para finalmente estar no coração da nossa praça central... Parei um instante para admirar toda a imponência do prédio do cinema que foi recentemente construído, tudo novinho em folha! Havia um grande cartaz do filme “Casablanca” anunciando a exibição para sexta-feira às 20h30.

Eu estava ali na calçada em baixo do prédio da família Tunholi admirando aquele momento quando vi seguir a passos rápidos pela calçada um jovem moço conhecido pelo nome de Zé Garcia que gesticulava com a mão chamando alguns homens que estavam em frente ao Banco do Brasil.

Virei rapidamente para ver do que se tratava e ali estavam grandes nomes que

cingiram a história de Mimoso do Sul: Evaldo Ribeiro de Castro, João Guarçoni, Pedro Souza, Tenente Elias Assad trajando-se com seu tradicional terno branco, chapéu Panamá e charuto na mão, o gerente do Banco, Sr. Andrade e ao lado o Dr. Cysne que conversava com uma mulher acompanhada de uma criança de colo, possivelmente a medicava por ali mesmo! Tal comunicado se referia ao chamamento do Prefeito Rubens Rangel àqueles amigos para que fossem até à prefeitura para participarem do importante momento de chegada de um comboio de caminhões carregados de equipamentos e tubulações, destinados à construção e montagem da Usina Hidroelétrica de Mimoso do Sul.

Este seria o último ano da administração do Prefeito Rubens, mesmo assim ele fez esta importante conquista, deixou tudo encaminhado para que seu sucessor João Guarçoni concluísse a obra.

Assim todos se dirigiram para o núcleo central da praça. Muitas pessoas, curiosos e políticos principalmente do Partido Trabalhista Brasileiro “PTB” de Getúlio Vargas marcavam presença, dentre eles: Ely Junqueira, Darcy Francisco Pires, Milton Paiva Gonçalves Gamboa, Joaquim Perciano de Oliveira, entre outros.

Com a chegada destes equipamentos e a inauguração da usina, Mimoso do Sul põe fim definitivamente a imagem de ostentar até então o conhecido “Tomate Brilhante” de sua fraca luz elétrica! Pois é, essa era a denominação dada ao fraco poder elétrico que atendia nossa cidade na época que vinha da usina Aparecida, que também mandava parte da carga para a cidade de Muqui, mas devido ao desenvolvimento destes dois municípios, a sua capacidade não mais suportava a demanda e assim o Prefeito Rubens Rangel construiu a nossa própria usina.

Foi uma obra maravilhosa desde a gigantesca barragem feita no próprio Rio Muqui do Sul, a captação de água pelos dutos abertos em desnível em corredeiras de cimento por mais de 300 metros destinados a mover as gigantes turbinas elétricas.

Seu Rubens Rangel ao deixar seu cargo como prefeito de Mimoso, candidatou-se a Deputado Federal e foi eleito, mas licenciou-se do mandato para ocupar o cargo de Secretário de Viação e Obras Públicas do Estado de 09/05/55 a 30/06/58 em que foi fundamental sua atuação para dar seguimento a esta obra.

Para mim foi um momento todo especial, pois tive a oportunidade de presenciar tão importante feito realizado por um grande administrador que em algum lugar do passado bateu no peito e disse: “Não Nasci em Mimoso do Sul, mas amo e sinto-me filho desta Terra!” (Rubens Rangel).

Obs: A Usina Hidroelétrica foi inaugurada em 14 de janeiro de 1957, por iniciativa do

Prefeito Rubens Rangel e terminada na administração de seu companheiro partidário João Maximiano Guarçoni.





SÉTIMO MOMENTO INVESTIGATIVO

Visita técnica

Agora chegou o momento de nossa tão esperada visita técnica à PCH (Pequena Central Hidrelétrica) de Pirapetinga, localizada no Município de Bom Jesus do Itabapoana-ES. No planejamento inicial, pretendíamos fazer a visita na PCH de Pedra do Garrafão que fica também no Município de Mimoso do Sul. Mas, ao realizar o contato com a empresa Neoenergia, fomos informados sobre um procedimento de manutenção e a impossibilidade da visita. A empresa, então, sugeriu que a visita fosse realizada na PCH Pirapetinga.

Atividade

Ao final da visita, ficará como tarefa de casa a confecção de um relatório em que cada um irá descrever sua visão pessoal sobre a visita, destacando os pontos mais significativos, seja no sentido positivo, como no negativo.

No momento da entrega faremos um breve debate sobre os relatórios.

OITAVO MOMENTO INVESTIGATIVO

Experimento

Agora iremos realizar um experimento sobre conservação da energia com uma abordagem mais quantitativa, ou seja, vamos colocar as ‘mãos na massa’, ou melhor, nos cronômetros nas régua e medir e calcular algumas variáveis importantes sobre tal assunto.

LABORATÓRIO DE FÍSICA CONSERVAÇÃO DA ENERGIA

I-Objetivos

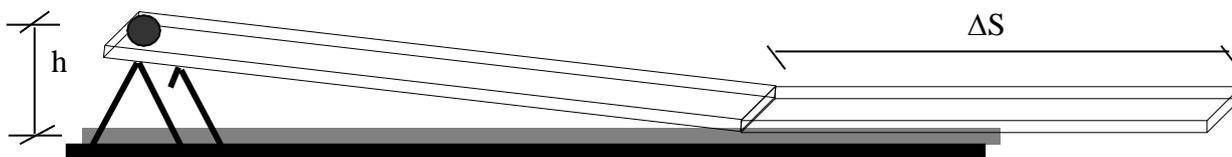
- Mostrar que a energia potencial gravitacional se transforma em energia cinética em um movimento de queda.

II- Material

Especificação	Quant.	Especificação	Quant.
- Cano de PVC cerrado ao meio	(01)	- Cronômetro	(01)
- Suporte de madeira	(01)	- Régua milimetrada	(01)
- Pedra de gelo ¹³	(01)	- Balança de massa	(01)

III-Procedimento Experimental

1- Fazer a montagem de acordo com a figura abaixo, colocando a régua de tal forma que a mesma fique ao lado do cano. Expressar as medidas no SI.



2- Anotar a massa m da pedra de gelo e a altura h .

$m =$
$h =$

¹³ O uso de uma bilha de aço ou vidro pode comprometer o experimento já que a energia rotacional corresponde a 40% da energia total. Pode-se optar também por um carrinho de metal com rodinhas plásticas, onde é possível desprezar a energia cinética rotacional das rodinhas.

- 3- Medir o deslocamento escalar Δs correspondente à parte horizontal da calha de PVC.

$\Delta s =$

- 4- Abandonar a pedra de gelo do início da calha de PVC e medir três vezes o tempo que leva para sofrer o deslocamento Δs . Determinar o tempo médio das medidas realizadas.

$t_1 =$	$t_2 =$
$t_3 =$	$t_1 =$

IV- Questões

- 1- Determine a velocidade escalar média no trecho horizontal da calha de PVC.

$v_m =$

- 2- Calcule a energia potencial gravitacional da pedra de gelo no início da calha de PVC. Considere $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

$E_{pg} =$

- 3- Calcule a energia cinética da pedra na parte horizontal da calha de PVC.

$E_c =$

- 4- Compare os valores dos dois itens anteriores.

São:

() iguais

() aproximadamente iguais

() muito diferentes

Podemos concluir que:

LABORATÓRIO DE FÍSICA¹⁴ (opcional)
CONSERVAÇÃO DA ENERGIA

1- Objetivos

- Determinar a energia potencial elástica de uma mola.
- Verificar o princípio da conservação da energia mecânica

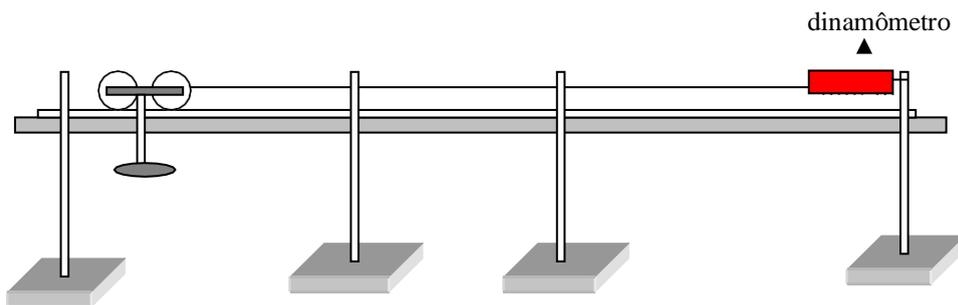
2- Material

ESPECIFICAÇÃO	QUANTIDADE	ESPECIFICAÇÃO	QUANTIDADE
Haste de 25 cm	01	Haste de 50 cm	01
Pé em A	01	Placas de contatos	02
Cronômetro	01	Garra para mesa	01
Carro de Fletcher e acessórios	01	Dinamômetro de 1 Kp	01

3- Procedimento experimental

Obs.: todas as medidas devem ser expressas no SI. $1\text{kgf} \cong 10\text{ N}$

3.1. Fazer a montagem de acordo com a figura abaixo.



3.2. Colocar a 1ª placa/marcação na posição $s_0 = 10,0\text{ cm}$ e a 2ª na posição $s_1 = 40,0\text{ cm}$. Determinar o Δs_1 .

$\Delta s_1 =$

3.3. Prender o dinamômetro no carrinho e regular a distensão do mesmo para que registre uma força de 200gf . Anotar esta força e respectiva distensão.

F =

X =

¹⁴ Outra possibilidade de roteiro experimental, caso haja o material disponível.

3.4. Abandonar o carrinho e medir três vezes o tempo gasto para que o mesmo percorra a distância entre as placas e determinar o tempo médio.

$t_1 =$

$t_2 =$

$t_3 =$

$\bar{t} =$

3.5. Manter a 1ª placa/marcação na posição $S_0 = 10,0$ cm e colocar a 2ª placa/marcação na posição $S_2 = 70,0$ cm e determinar o ΔS_2 .

$\Delta S_2 =$

3.6. Manter a mesma distensão e repetir o procedimento do item 4.

$t_1 =$

$t_2 =$

$t_3 =$

$\bar{t} =$

4- Questões

4.1. Determinar a constante elástica da mola.

$K =$

4.2. Determinar a energia potencial elástica da mola.

$E_{p\text{el.}} =$

4.3. Escreva a expressão da energia mecânica do sistema antes de abandonar o carrinho.

$E_{mi} =$

4.4. Escreva a expressão da energia mecânica do sistema quando o carrinho atinge a primeira placa.

$E_{mf} =$

4.5. Calcule a velocidade V_{m1} e V_{m2} do carrinho e determine o valor médio dessas velocidades.

$V_{m1} =$

$V_{m2} =$

$\bar{V} =$

4.6. Determine a energia cinética do carrinho, utilizando \bar{V} como sua velocidade constante e sabendo que a massa do mesmo é de 0,5kg .

$E_c =$

4.7. Os valores das questões 2 e 6 são :

() iguais () aproximadamente iguais () muito diferentes

O que comprova o resultado obtido?

4.8. Se dobrássemos a distensão da mola o que aconteceria com os valores das grandezas relacionadas na 1ª coluna? Enumere a 2ª coluna de acordo com a 1ª.

- | | |
|----------------------------------|------------------------------|
| (1) Força elástica | () Quadruplica |
| (2) Energia potencial elástica | () Reduziria a metade |
| (3) Energia cinética | () Dobraria |
| (4) Velocidade | () Reduziria a Quarta parte |

NONO MOMENTO INVESTIGATIVO

Simulação computacional/Avaliação

Para fazermos uma avaliação do aprendizado que vocês realizaram, será proposta agora uma atividade que realizaremos usando o computador. Será uma simulação idealizada por professores da Universidade de São Paulo, encontrada no Laboratório Didático Virtual da USP – LabVirt. Segundo eles, o principal objetivo é a execução dos cálculos da quantidade de energia elétrica que uma hidrelétrica pode gerar para abastecer uma cidade a partir da altura de sua barragem. Vamos nessa?

LABORATÓRIO VIRTUAL – HIDRELÉTRICA

Disponível em:

http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/recursos/1495/sim_energia_hidreletrica.htm

ROTEIRO

- Formação de duplas;
- Apresentação do material virtual pelo professor;
- Encontrar a quantidade de habitantes da cidade a partir da altura da barragem;
- Encontrar a altura da barragem a partir da quantidade de habitantes da cidade;
- Considerações finais/Avaliação.

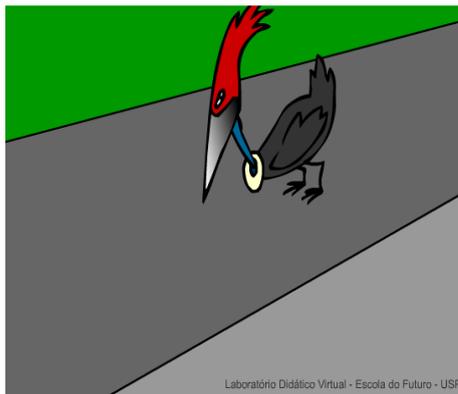
Caso você tenha dificuldade em acessar a simulação, seguem os quadros do site para que você possa realizar a atividade.

LabVirt
Simulação: Hidrelétrica



Laboratório Didático Virtual - Escola do Futuro - USP

Laboratório Didático Virtual - Escola do Futuro - USP
 autores: Armando M. Taglia, Nilda Ono, Rogério Soares
 programação: Mauro Kasseleman
 design: Rodrigo Degani



LabVirt
Simulação: Hidrelétrica

Laboratório Didático Virtual - Escola do Futuro - USP
autores: Armando M. Tagliu, Hilda Ono, Rogério Soares.
programação: Mauro Kesselman
design: Rodrigo Degani

LabVirt
Simulação: Hidrelétrica

Altura fixa: 46m

Qual é o número de habitantes que será beneficiado com a energia produzida por essa altura em um dia, sabendo que cada habitante consome em média 50 kwh por mês, sabendo também que a vazão da turbina é de 33 m³/seg. ?

Para descobrir, siga o seguinte roteiro:

- 1) Calcular a energia consumida em um dia, por pessoa
- 2) Transformar a vazão da água em kg/seg.
- 3) Calcular a energia potencial gravitacional presente na barragem, em Joules. (Adote g = 10 m/s²)
- 4) Supondo que toda a energia potencial gravitacional se transforme em energia elétrica, converta energia que está em Joules, para kwh
- 5) Calcular a número de habitantes que se beneficiarão com a energia gerada pela barragem

Conclusão (coloque a resposta dentro do retângulo):

Para a altura de 46 m, pessoas serão beneficiadas com a energia produzida.

Confirmar
Calculadora

LabVirt
Simulação: Hidrelétrica

Escolha uma das grandezas a seguir, clicando em uma das alternativas, e em seguida, para continuar, clique em "continuar".
Fazendo isso, você fará com que o computador crie um valor aleatório para a grandeza que você escolheu.

Número de Habitantes

Altura da Barragem

OK

1 -
$$E_{elétrica} = \frac{50 \frac{kWh}{mês}}{30 \text{ dias}} \approx 1,6667 \text{ kWh}$$
 (para cada habitante).

2 -

$$V_{reservatório} = 1 \text{ km}^3 = 10^9 \text{ m}^3$$

$$= 1 \cdot 10^3 \text{ kg logo: } \frac{33 \text{ m}^3}{\text{s}} = 33 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{s}} = 33000 \text{ kg/s}$$

3 -

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

$$E_p = 33000 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 46 \text{ m}$$

Temos: $m = 33000 \text{ kg}$; $g = 10 \text{ m/s}^2$; $h = 46 \text{ m}$
 logo: $E_p = 3,3 \cdot 10^4 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 46 \text{ m} = 1,518 \cdot 10^7 \text{ J}$

4 -

$E_p = E_{elétrica} = 15180000 \text{ J}$ produzidos a cada segundo, sendo: $1 \text{ W} = 1 \text{ J/s} = 10^3 \text{ W} = 1 \text{ kW}$
 Temos a energia elétrica produzida por dia em kWh, sendo:

$$E_{elétrica} = 1,518 \cdot 10^7 \text{ J/s} \cdot 24 \text{ h} \cdot 10^{-3} = 364320 \text{ kWh}$$

5 -
$$N_{habitantes} = \frac{E_{elétrica}}{E_{elétrica}} = \frac{364320 \text{ kWh}}{1,6667 \text{ kWh}} = 218592 \text{ habitantes}$$

LabVirt
Simulação: Hidrelétrica

Parabéns. Você conseguiu deduzir valores corretos para abastecer corretamente a cidade.



Reiniciar

Laboratório Didático Virtual - Escola do Futuro - USP
 autores: Armando M. Tagliku, Rilda Ono, Rogério Boaretto
 programação: Mauro Ressemer
 design: Rodrigo Degani

The screenshot shows a simulation window with a dark blue header. On the left, the 'LabVirt' logo is displayed. On the right, the text 'Simulação: Hidrelétrica' is visible. The main area contains a message: 'A população informada é muito pequena para a quantidade de energia que sua hidrelétrica está fornecendo. Você está gastando muito dinheiro.' Below this message is a red button with the text 'Tentar Denovo'. At the bottom left, a white box with a black border contains the text 'Se o cálculo estiver errado, tente novamente!'. At the bottom right, there is a small orange footer with the text: 'Laboratório Didático Virtual - Escola do Futuro - USP', 'autores: Armando M. Tagliu, Hilda Ono, Rogério Boaretto', 'programação: Mauro Kesselman', and 'design: Rodrigo Degani'.

DÉCIMO MOMENTO INVESTIGATIVO

Chegamos ao final de nosso percurso investigativo e agora iremos resolver alguns problemas propostos por alguns livros e nos preparar para nossa avaliação trimestral.

APÊNDICE B
ROTEIRO DE ENTREVISTAS

ROTEIRO DE ENTREVISTAS

1- Há algumas semanas realizamos uma atividade didática. O que foi mais marcante para você? Destaque os pontos mais relevantes. Faça alguns comentários.

2.a- Você se recorda que o texto utilizado fazia referências a problemas ambientais? Você se recorda de algum?

2.b- Faça comentários sobre a utilização de textos com enfoque CTSA (ciências, tecnologia, sociedade e ambiente) no material didático, justificando suas posições.

3.a- Você se lembra de algum experimento que foi feito durante o projeto? Qual?

3.b- Faça comentários sobre a utilização de experimentos nas atividades da proposta didática, justificando.

4. a - Uma das atividades foi a visita a PCH de Pirapetinga. O que você pode comentar sobre tal evento?

4. b - Faça comentários sobre a utilização de visitas técnicas nas atividades didáticas, justificando.

5. a – Utilizamos textos que contam um pouco da história do município de Mimoso do Sul – ES. O que você pode comentar sobre isso?

5. b – Faça considerações sobre atividades didáticas que privilegiam o conhecimento da história de nosso município e da história, de uma maneira geral.

6 - Faça alguns comentários sobre a estratégia de ensino adotada pela proposta diferenciada. Quais pontos você destacaria como positivos e negativos?

7 - O que você achou de ter realizado as atividades propostas, na maior parte do tempo, sem o acompanhamento direto do professor?

8 - De uma maneira geral, qual o elemento presente na proposta, como um todo, você destacaria.

9 - Faça um comentário geral conclusivo.