

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



O ESTUDO DAS DIVERSAS FORMAS DE PRODUÇÃO DE ENERGIA EM
UMA ABORDAGEM CTSA: BUSCANDO INDÍCIOS DE ALFABETIZAÇÃO
CIENTÍFICA DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO

Vinícius Lopes Leite

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação (UFES) 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:
Dr. Geide Rosa Coelho

Vitória/ES
Janeiro de 2016

VINÍCIUS LOPES LEITE

O ESTUDO DAS DIVERSAS FORMAS DE PRODUÇÃO DE ENERGIA EM
UMA ABORDAGEM CTSA: BUSCANDO INDÍCIOS DE ALFABETIZAÇÃO
CIENTÍFICA DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação (UFES) 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:
Dr. Geide Rosa Coelho

Vitória/ES
Janeiro de 2016

L533e Leite, Vinícius Lopes, 1981-
O estudo das diversas formas de produção de energia em uma abordagem CTSA : buscando indícios de alfabetização científica de estudantes do ensino médio / Vinícius Lopes Leite. – 2015.
163 f. : il.

Orientador: Geide Rosa Coelho.
Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Exatas.

1. Física - Estudo e ensino. 2. Alfabetização científica. I. Coelho, Geide Rosa. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Exatas. III. Título.

CDU: 53

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

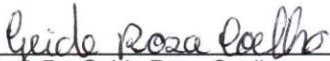
"O Estudo das Diversas Formas de Produção de Energia em uma Abordagem CTSA: Buscando Índícios de Alfabetização Científica de Estudantes do Ensino Médio"

Vinicius Lopes Leite

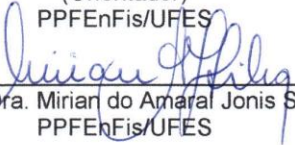
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Sociedade Brasileira de Física em parceria com a Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 11 de Dezembro de 2015.

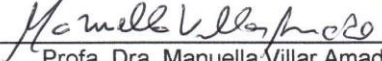
Comissão Examinadora



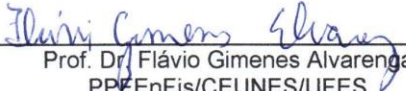
Prof. Dr. Geide Rosa Coelho
(Orientador)
PPFEnFis/UFES



Profa. Dra. Mirian do Amaral Jonis Silva
PPFEnFis/UFES



Profa. Dra. Manuella Villar Amado
IFES



Prof. Dr. Flávio Gimenes Alvarenga
PPFEnFis/CEUNES/UFES

Agradecimentos

Agradeço inicialmente a Deus por fazer em mim, todos os dias, um verdadeiro milagre.

A Antônia Nunes Leite, minha única filha, por todo amor e carinho que me dá incondicionalmente. Cujo sorriso renova minhas forças e esperanças num mundo melhor.

A Dinalva Maria Lopes Leite, minha mãe, por ter feito de mim um homem de bem. Por ter se sacrificado tanto em nome dos filhos, demonstrando o grande amor e raça que tem.

A Vanish Sarah do N. N. Leite, minha consorte e amor da minha vida, por ser a minha segurança em todas as horas.

Ao meu orientador, professor Geide Rosa Coelho, pela competência demonstrada ao me orientar na confecção deste trabalho de dissertação e, acima de tudo, pelo exemplo de como fazer educação.

A CAPES pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida.

A todos os meus amigos e colegas da Escola Estadual de Ensino Médio Aristóbulo Barbosa Leão, professores e coordenadores, pela amizade, companheirismo e apoio à aplicação da sequência didática.

Aos meus alunos, especialmente os da turma 1M1, que são meus parceiros nas situações de ensino-aprendizagem e pelos quais tenho um carinho enorme.

Sonhamos que, com o nosso fazer educação, os estudantes possam tornar-se agentes de transformações – para melhor – do mundo em que vivemos.

Attico Chassot (2015)

RESUMO

O ESTUDO DAS DIVERSAS FORMAS DE PRODUÇÃO DE ENERGIA EM UMA ABORDAGEM CTSA: BUSCANDO INDÍCIOS DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação (UFES) 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

Neste trabalho apresentamos uma sequência didática desenvolvida com enfoque CTSA que teve como objetivo desenvolver aspectos importantes da alfabetização científica nos estudantes do ensino médio, e que foi desenvolvida durante o primeiro semestre do ano de 2015, em uma turma de 40 alunos do primeiro ano do Ensino Médio, no turno matutino, da Escola Estadual Aristóbulo Barbosa Leão, localizada em Serra/ES. A abordagem CTSA, além de impulsionar questionamentos críticos e reflexivos, possui uma estrutura funcional que facilitou a organização das 19 aulas que compõem a sequência didática, intitulada “Fontes energéticas e seus impactos ambientais e sociais: avaliando custos e benefícios”. Optamos por questões abertas, leitura coletiva de textos, apreciação de vídeos e discussão dos assuntos relacionados a eles na busca por aulas mais interativas e dialógicas. A pesquisa de caráter qualitativo teve como objetivo investigar as potencialidades da intervenção educacional, no contexto do ensino de física, a partir da busca de indícios de alfabetização científica nos argumentos produzidos pelos estudantes, da análise da qualidade desses argumentos e das operações epistemológicas presentes neles. Os dados coletados foram provenientes das seguintes fontes: diário de bordo do professor, gravações de aulas em vídeo, gravações de conversas em áudio, cópia das atividades escritas e entrevista gravada em áudio. A escolha de uma questão sociocientífica controversa como a temática da intervenção e ponto de partida da abordagem CTSA contribuiu para o êxito da intervenção educacional, uma vez que a análise dos dados nos permitiu concluir que a sequência didática foi capaz de contribuir no processo de alfabetização científica dos estudantes e proporcionou desenvolvimento das suas capacidades argumentativas. Além da dissertação a pesquisa proporcionou a elaboração de um produto final, que é a sequência didática desenvolvida e possui relatos de experiências riquíssimas que ocorreram em mim durante sua aplicação.

Palavras-chave: Ensino de Física, Alfabetização Científica, CTSA.

Vitória
Janeiro de 2016

ABSTRACT

THE STUDY OF VARIOUS FORMS OF ENERGY PRODUCTION IN APPROACH STSE: SEEKING CLUES ON SCIENTIFIC LITERACY HIGH SCHOOL STUDENTS

Master's dissertation submitted to the Graduate Program (UFES) in the Course of Professional Master of Physical Education (MNPEF) as part of the requirements for obtaining the Master 's Degree in Physics Teaching.

We present a teaching sequence developed with STSE approach that aimed to develop important aspects of scientific literacy in high school students, which was developed during the first half of 2015, in a class of 40 students the first year of education East, the morning shift, the State School Aristobulo Barbosa Leão, located in Serra / ES. The STSE approach, and boost critical and reflective questions, has a functional structure that facilitated the organization of 19 classes that make up the instructional sequence, entitled "energy sources and their environmental and social impacts: evaluating costs and benefits." We chose to open questions, collective reading texts, videos consideration and discussion of issues related to them in the search for more interactive and dialogical classes. The qualitative study aimed to investigate the potential of educational intervention in the context of physical education, from the pursuit of scientific literacy of evidence in the arguments produced by the students, analyzing the quality of these arguments and epistemological present operations on them. The data were collected from the following sources: teacher logbook classes in video recordings, audio recordings of conversations, copy the written activities and interview recorded audio. The choice of a social-controversial issue as the issue of intervention and starting point of the STSE approach contributed to the success of educational intervention, since data analysis allowed us to conclude that the teaching sequence was able to contribute to scientific literacy process students and provided development of their argumentative skills. In addition to the dissertation research provided the preparation of a final product, which is developed instructional sequence and has reports of very rich experiences that occurred in me for your application.

Keywords: Physics education, Scientific literacy, STSE

Vitória
January 2016

LISTA DE SIGLAS

CTS - Ciência, Tecnologia e Sociedade

CTSA - Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

QSCC – Questões sociocientíficas controversas

Sumário

Capítulo 1 - Introdução.....	12
1.1 Estrutura da dissertação	14
Capítulo 2 – Fundamentação teórica	15
2.1 Alfabetização científica	16
2.2 Questões sociocientíficas controversas.....	19
2.3 Movimento CTS.....	20
2.3.1 Enfoque CTSA no ensino.....	22
2.3.2 Sequências didáticas em uma abordagem CTSA	23
2.3.3 Enfoque CTSA e alfabetização científica	25
Capítulo 3 – Delineamento da pesquisa	25
3.1 Objetivos	26
3.2 QSCC: produção de energia.....	27
3.3 Contexto de investigação: a realidade escolar	28
3.4 A proposta didática	31
3.4.1 Organização da intervenção numa abordagem CTSA	31
3.4.2 Sequência das aulas.....	32
3.5 Coleta de dados	35
3.6 Metodologia de análise de dados	37
3.6.1 Indicadores de alfabetização científica.....	38
3.6.2 Operações epistemológicas.....	40
3.6.3 Nível do argumento.....	40
Capítulo 4 – Análise, resultados e discussões	41
4.1 Considerações a luz dos dados analisados	65
Capítulo 5 – Considerações finais	70
Referências	72
Apêndice.....	76
Apêndice 1. Termo de consentimento	76
Apêndice 2. Produto final	77

Capítulo 1

Introdução

Sempre gostei de saber como as coisas funcionam, entender as relações existentes entre as variáveis de um problema, de tal forma que, no meu modo de pensar, os cursos de física, história, psicologia, economia e agronomia me seriam muito úteis, porém a física me seduziu com suas descrições matemáticas da natureza. Fui aluno da primeira turma noturna de física da UFES, mas naquela ocasião não tinha intensão de me tornar professor, muito embora não havia resistência a essa ideia.

O curso de licenciatura em física, desenvolveu-se numa constância em aprender matemática “nova” e aplicá-la em problemas físicos, geralmente idealizados e descontextualizados. Minha condição de aluno, e a de muitos colegas, era a de um receptor passivo. Recebia conhecimentos na sua forma pronta e acabada, traduzida na imparcialidade da linguagem matemática, que me permitia determinar os resultados de alguns eventos e explicá-los de maneira racional.

A partir do terceiro período comecei a lecionar matemática numa escola da rede estadual do Espírito Santo e, no ano seguinte, passei a lecionar física no mesmo estabelecimento de ensino. Ser professor foi uma oportunidade que se apresentou num momento em que necessitava conciliar estudo e trabalho, mas acredito ter encontrado minha vocação, uma vez que gosto muito da função social que desempenho.

Minha formação, básica e superior, deixaram marcas profundas que influenciaram, e ainda influenciam, o meu fazer pedagógico. Em minhas aulas primava muito por uma linguagem matemática correta e por deduções de equações, acreditando que esse método daria significado aos conteúdos. Citava exemplos de aplicações acreditando estar contextualizando os conceitos.

Muitas vezes, essa aparente contextualização é colocada apenas como um pano de fundo para encobrir a abstração excessiva de um ensino puramente conceitual, enciclopédico, de cultura de almanaque. [Santos 2007a, p. 4].

Acreditava que o sucesso pessoal dos meus alunos viria unicamente da aprovação em processos seletivos, fazer uma faculdade, absorver conhecimentos científicos. Não considerava os conhecimentos cotidianos dos estudantes, não promovia debates ou utilizava metodologias diferentes em minhas aulas. Mas não era alheio aos problemas dos alunos, sempre procurei fazer o melhor que podia, nos moldes da minha formação.

Procurava melhorar os resumos dos conteúdos, escolher os melhores exercícios e as melhores palavras para transmitir o conhecimento científico. Ser o melhor possível dentro dos exemplos de meus professores. Não passava pela minha cabeça que o caminho correto seria investir tempo e esforço em teorias de ensino e aprendizagem e em métodos diversificados.

O Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física surgiu inicialmente, como uma oportunidade de adquirir um título, que me permitiria melhores oportunidades. Entretanto, a aquisição de um título deixou de ser o objetivo principal, que foi substituído pelo crescimento pessoal, que gera crescimento profissional, uma vez que as qualidades como pessoa humana são essenciais para um educador. O mestrado me possibilitou ver o que sempre esteve diante dos meus olhos, entender o que sempre me inquietou na minha função de professor, me deu subsídios para melhorar minha prática e analisar os resultados obtidos em sala de aula. Me apresentou mais do que um conjunto de ferramentas, uma nova visão do que é ser professor.

Hoje sou um educador melhor, e vejo essa melhora na sala de aula, nas relações com meus alunos, nas atividades que realizamos, na determinação de prioridades e nas formas escolhidas para trilhar os caminhos disponíveis na educação. Aprendi que sucesso escolar não é aprovar em seleções, mas sim formar cidadãos capazes de entender o mundo onde vivem e intervir nele, cidadãos capazes de tomar decisões e de se posicionar politicamente. Aprendi que não se transmite conhecimento, mas que estes são construídos nas relações de troca e negociação de significados dentro de um ambiente propício.

Esse trabalho é a minha contribuição aos meus pares, o relato de um processo de ensino-aprendizagem ocorrido dentro de uma sala de aula real, com alunos reais, sem que todas as condições ideais tenham ocorrido. Nele procurei desenvolver uma sequência didática com enfoque CTSA que discutisse algumas das principais fontes energéticas e seus impactos ambientais e sociais, avaliando custos e benefícios. Escolhi falar sobre energia por considerar um conceito extremamente importante para a física, assim como um conceito comum a todas as disciplinas que compõem a área de ciências na natureza, sendo intrinsecamente interdisciplinar. A sequência didática procurou desenvolver aspectos importantes da alfabetização científica nos estudantes, através de uma prática pedagógica diferenciada que sempre estimulou a participação e engajamento, traduzida numa busca contínua por aulas mais dialógicas.

Analisei o potencial da sequência didática buscando indícios de alfabetização científica nos argumentos produzidos pelos estudantes, e também analisei o desenvolvimento de suas capacidades de argumentação, através das interações ocorridas em sala de aula, da qualidade dos argumentos e das operações epistemológicas utilizadas para construí-los.

Espero poder contribuir para a produção conhecimento verdadeiramente útil, ajudando outros educadores nas suas buscas por melhoria da qualidade de ensino, seja num mestrado ou em qualquer outro contexto.

1.1 Estrutura da dissertação

O presente material, um relato da pesquisa desenvolvida como parte integrante do curso de Pós-Graduação em Ensino de Física do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, foi organizado em cinco capítulos, dispostos numa ordem que busca tornar fácil a compreensão de todas as suas especificidades.

O primeiro capítulo é composto de uma introdução na qual procuro descrever minha trajetória como professor de física, assim como minha relação com o programa de mestrado, e a presente seção, onde descrevo a estrutura utilizada para o relato do trabalho desenvolvido e das experiências que me foram proporcionadas.

No segundo capítulo apresentamos as perspectivas teóricas que nortearam o desenvolvimento da sequência didática, a escolha dos métodos de coleta e análise de dados e, conseqüentemente, a análise dos resultados. Procuramos apresentar os referencias teóricos de forma contextualizada, a fim de evidenciarmos os motivos que nos levaram e escolhe-los dentre outros possíveis.

No terceiro capítulo há uma apresentação detalhada da pesquisa desenvolvida, onde é discutido mais detalhadamente os seus objetivos, a temática escolhida, a sequência didática, o público alvo, os instrumentos de coleta e de análise de dados, sempre em consonância com os referencias teóricos adotados.

No quarto capítulo descrevemos os momentos da sequência didática para os quais escolhemos focar nossa atenção e os motivos que nos levaram a escolhe-los. Também é aqui que fizemos a análise dos dados coletados, assim como as discussões dos resultados obtidos. Os argumentos dos estudantes, juntamente com suas análises, foram organizados em quadros para uma melhor visualização e compreensão do processo.

No quinto e último capítulo faço minhas considerações finais, evocando os referenciais teóricos adotados para analisar se os objetivos da pesquisa foram alcançados, assim como procuro destacar as experiências que se passaram em mim e, principalmente, nos meus alunos, que são marcas do trabalho realizado.

Capítulo 2

Fundamentação teórica

Vivemos num mundo de rápidas transformações e contradições, em que muitas informações estão sempre disponíveis a todos, inclusive aos alunos, e numa velocidade incrível. A cada dia aumenta a falta de sintonia entre as necessidades formativas dos educandos e a realidade escolar, que não acompanhou, ou se adaptou ao ritmo das novas tecnologias [Brasil 2002], uma vez que transformações de caráter econômico, social ou cultural levaram à modificação da escola, no Brasil e no mundo [Brasil 2002]. Talvez não seja a melhor opção promover nas escolas uma educação estritamente disciplinar e descontextualizada, que não promova o crescimento intelectual e social dos nossos jovens, que não os prepare para participar da sociedade, avaliando e participando das decisões, pois o ensino médio tem como finalidade “o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e de pensamento crítico” [Brasil 1996, p.29].

Diante disso nos é permitido "reivindicar para a escola um papel mais atuante na disseminação de conhecimento" [Chassot 2003, p.90]. O professor transmissor de conhecimentos e o professor mediador de discussões, aquele que estabelece relações constantes de negociação de significados, coexistem em diversos contextos escolares, algumas das vezes nos errados. Na educação básica, etapa em que os estudantes estão sendo formados para a participação ativa na sociedade, o professor transmissor de conhecimentos, o centro de referência do saber científico, talvez não seja o mais adequado. "Hoje não se pode mais conceber propostas para um ensino de ciências sem incluir nos currículos componentes que estejam orientados na busca de aspectos sociais e pessoais dos estudantes" [Chassot 2003, p. 90].

Considerando, então, que a ciência engloba diferentes atores sociais e que a compreensão desse campo depende da análise das inter-relações entre esses atores, pode-se considerar que a compreensão dos propósitos da educação

científica passa por uma análise dos diferentes fins que vem sendo atribuídos a ela pelos seus diversos atores. [Santos 2007b, p. 476].

O ensino médio brasileiro demanda transformações de qualidade para cumprir melhor seu dever de formar cidadãos. O ensino médio como etapa conclusiva da educação básica de toda a população estudantil é a ideia que orienta essa transformação [BRASIL 2002]. É necessária uma transformação no enfoque das situações de ensino-aprendizagem, uma vez que o professor e a escola devem ter como objetivo principal a formação de sujeitos críticos e reflexivos, sendo necessário, portanto, mudanças nas práticas pedagógicas. A mudança a qual me refiro não é apenas de currículo, mas nas relações ocorridas no ambiente escolar, que devem promover uma educação reflexiva, questionadora e responsável perante o desenvolvimento social.

Estas proposições de mudanças, no entanto, só podem ser objetivadas se nos lançarmos na busca de novos campos de conhecimentos para suprir as deficiências de nossos currículos, sanar falhas pedagógicas de nossas aulas e, o mais importante, romper as dificuldades de relacionamento com nossos alunos. [Pereira; Bazzo 2009 apud Bazzo 2014, p. 35]

Por ser a última etapa da educação básica é necessário que ao final do ensino médio o aluno tenha desenvolvido satisfatoriamente habilidades que lhe permitam compreender o mundo e intervir nele de maneira consciente e eficiente. A escola deve cumprir sua função social que é de contribuir para a formação de cidadãos cientificamente alfabetizados.

A intenção de completar a formação geral do estudante nessa fase implica, entretanto, uma ação articulada, no interior de cada área e no conjunto das áreas [...]. Agora, a articulação e o sentido dos conhecimentos devem ser garantidos já no ensino médio. Num mundo como o atual, de tão rápidas transformações e de tão difíceis contradições, estar formado para a vida significa [...]: saber se informar, comunicar-se, argumentar, compreender e agir; enfrentar problemas de diferentes naturezas; participar socialmente, de forma prática e solidária; ser capaz de elaborar críticas ou propostas; e, especialmente, adquirir uma atitude de permanente aprendizado. [Brasil 2002, p. 9]

Não estamos defendendo que a alfabetização científica ocorra apenas no ensino médio, na verdade acreditamos que ela deva começar em etapas anteriores a ele e que se constitua num processo contínuo, que deve ocorrer também em outras modalidades de ensino e na relação do sujeito com a sociedade.

2.1 Alfabetização científica

As práticas educacionais não devem ser orientadas por perspectivas filosóficas que desconsideram a individualidade dos educandos e as especificidades da comunidade na qual a escola está inserida, ou seja, o contexto em que a educação se desenvolve. O ideal

é haver uma sintonia entre professores, alunos e comunidade, que necessita de cidadãos capazes de avaliar, opinar e participar das decisões sobre os usos e demandas de tecnologia, das questões sociais e culturais. É necessário emancipar os alunos para a participação da vida comunitária, não somente após formado, mas durante o processo, e para que isso ocorra é necessário capacitá-los a “ler e entender o mundo”, ou seja, alfabetizá-los cientificamente. De acordo com Chassot [2014] um indivíduo cientificamente alfabetizado é aquele que se apropriou de um conjunto de conhecimentos que facilitam a leitura do mundo onde vive e lhe permitem entender as necessidades de transformá-lo e transformá-lo para melhor.

Entendemos a alfabetização científica como uma dimensão necessária para se pensar e organizar os momentos de ensino-aprendizagem, a fim de que estes tenham elevado potencial para a formação de cidadãos solidários e críticos [Sasseron; Carvalho 2008], capazes de compreender as relações entre ciência, tecnologia e sociedade, com valores que lhe permitam exercer sua cidadania.

O sucesso do homem, traduzido em expectativa e qualidade de vida, dependem das relações entre este com a natureza e com a sociedade, de tal forma que

[...] vale a pena conhecer um pouco de Ciência para entender algo do mundo que nos cerca e assim teremos facilitadas algumas vivências. Essas vivências não tem a transitoriedade de algumas semanas. Vivemos neste mundo um tempo maior, por isso é recomendável o investimento numa alfabetização científica. [Chassot 2014, p.64-65]

O entendimento da ciência contextualizada permite ao homem controlar e prever uma série de processos naturais, sociais e econômicos, dando-lhe maiores condições de propor políticas que propiciem mais qualidade de vida. Assim como um analfabeto não sabe ler, um analfabeto científico não é capaz de compreender o mundo onde vive, no que diz respeito as relações entre ciência e sociedade, ficando dependente das escolhas dos outros, ou seja, transferindo seu direito de escolha aos cientificamente alfabetizados.

Somente quando a “alfabetização em ciência e tecnologia” for entendida neste contexto mais amplo poderá haver uma esperança real de que a configuração de nosso mundo futuro será traçada por um eficiente controle público, de modo que os processos científicos e tecnológicos beneficiem verdadeiramente a humanidade [Bazzo 2014, p.111].

Podemos também inverter a questão e pesarmos no que devemos identificar numa pessoa para “classificá-la” como alfabetizada cientificamente. Sasseron e Carvalho [2008, p.335, grifo do autor] nos falam de três eixos estruturantes da alfabetização científica, a saber: **“compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos**

fundamentais”; “**compreensão na natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática**”; e o “**entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente**”. Esses eixos são a base do que se deve considerar ao se avaliar o quanto uma pessoa é cientificamente alfabetizada e, por consequência, evidenciam os motivos para se buscar a alfabetização científica.

Na literatura há uma grande discussão quanto ao uso dos vocábulos “*alfabetização*” e “*letramento*” [Santos 2007b], ao se referirem a uma educação social responsável, que permita decodificar, compreender e interpretar o mundo através da apropriação da ciência como construção humana, ainda em curso.

No Brasil, encontramos autores que usam as expressões “Letramento Científico”, “Enculturação Científica” e “Alfabetização Científica” para designarem o objetivo do ensino de ciências que almeja a formação cidadã dos estudantes para o domínio e uso dos conhecimentos científicos e seus desdobramentos nas mais diferentes esferas de sua vida. É importante perceber que no cerne das discussões levantadas por quem usa um termo ou outro estão as mesmas preocupações com o ensino de Ciências e motivos que guiam o planejamento deste ensino para a construção de benefícios práticos para as pessoas, a sociedade e o meio-ambiente. [Sasseron 2010, s/n]

A ciência é uma linguagem de tal forma que “ser alfabetizado cientificamente é saber ler a linguagem em que está escrita a natureza” [Chassot 2003, p.91].

[...] A ciência pode ser considerada como *uma linguagem construída pelos homens e pelas mulheres para explicar o nosso mundo natural*. Compreendermos essa linguagem (da ciência) como entendemos algo escrito numa língua que conhecemos (por exemplo, quando se entende um texto escrito em português) é podermos compreender a linguagem na qual está (sendo) escrita a natureza. Também é verdade que nossas dificuldades diante de um texto em uma língua que não dominamos podem ser comparadas com as incompreensões para explicar muitos dos fenômenos que ocorrem na natureza [...]. [Chassot 2003, p. 91, grifo do autor]

De acordo com Santos [2007b] a expressão *letramento científico* está associada ao uso social da linguagem científica, ou seja, das práticas sociais que o indivíduo exerce e cultiva a partir da leitura que faz do mundo, de tal forma que os autores que defendem o uso dessa expressão argumentam que uma pessoa pode ser alfabetizada e não fazer uso social da linguagem que domina, ou seja, pode não ser letrada.

O *letramento* como prática social implica a participação ativa do indivíduo na sociedade, em uma perspectiva de igualdade social [...]. Isso requer também o desenvolvimento de valores, vinculados aos interesses coletivos, como solidariedade, fraternidade, consciência do compromisso social, reciprocidade, respeito ao próximo e generosidade. Eles estão relacionados às necessidades humanas e deveriam ser vistos como não subordinados aos valores econômicos. [Santos 2007b, p. 480]

Diante do que foi dito entendo que a alfabetização científica seja mais fundamental, por considerar que a linguagem que traduz a natureza é escrita todos os dias, não somente por cientistas, mas por todos nós que consumimos e somos afetados pela ciência, seus artefatos tecnológicos e produtos. Pensando assim entendo que a alfabetização científica, apesar da aparência mais simples, é a principal base para a compreensão do mundo e para uma intervenção coerente nele. Ofertar ao estudante um entendimento verdadeiro da linguagem na qual está escrita a natureza é brindá-lo com a capacidade de participar do mundo como um cidadão, capaz de fazer uso social dos conhecimentos científicos que aprendeu. Para ser fiel a esse ponto de vista usarei a expressão alfabetização científica.

2.2 Questões sociocientíficas controversas

As questões sociocientíficas controversas são recursos comuns utilizados na abordagem CTSA e apresentam potencial elevado para o desenvolvimento aspectos da alfabetização científica. São questões relacionadas a problemas sociais, comumente discutidas na mídia e para as quais não existe uma verdade definida, ou uma solução satisfatória a todos. Entendê-las requer um repertório de conhecimentos científicos e uma base ética e moral, uma vez que tais questões envolvem tomadas de decisão e questionam a imparcialidade da ciência, pois “a ciência e a tecnologia se baseiam em valores do cotidiano de cada época, que põem em questão as nossas convicções e o nosso conhecimento do mundo” [Bazzo 2014, p. 31]. Como geralmente essas questões são controversas, ou seja, possibilitam pontos de vistas diferenciados, alguns autores a definem como questões sociocientíficas controversas (QSCC).

Tais questões apresentam potencialidades para o desenvolvimento cognitivo, social, político, moral e ético dos estudantes, além de contribuir para a aprendizagem dos conceitos científicos. Discutir essas questões, ao se ensinar física, é importante para que os estudantes interpretem a ciência como uma construção humana, dotada de adjetivos que nos são característicos.

A possibilidade de desenvolver trabalhos educativos que considerem a discussão de questões sociocientíficas controversas em sala de aula oferece excelentes oportunidades para nos aproximarmos das reais condições de produção da Ciência e das suas relações com a Tecnologia, com a sociedade e com o meio ambiente. Essas relações só podem ser compreendidas a partir das suas dimensões éticas e políticas, o que nos leva, necessariamente, ao encontro de controvérsias de diferentes naturezas. [Silva; Carvalho 2007, s/n]

A utilização de QSCC em sequências didáticas permitem que novos saberes aflorem durante as aulas, estimulando situações de ensino-aprendizagem mais interativas e dialógicas, adicionando um pouco de subjetividade ao processo. Também permite aos estudantes diferenciar as questões que são realmente significativas para a humanidade daquelas que foram forjadas por segmentos específicos da sociedade.

2.3 Movimento CTS

Durante muito tempo sustentou-se a ideia de que o desenvolvimento humano é função linear do progresso tecnológico, entretanto essa visão começou a ser questionada a partir do período pós Segunda Guerra, em que a tecnologia passou a ser encarada também como antívida [Bazzo, 2014].

Após uma euforia inicial com os resultados do avanço tecnológico, nas décadas de 1960 e 1970, a degradação ambiental, bem como a vinculação do desenvolvimento científico e tecnológico à guerra (as bombas atômicas, a guerra do Vietnã com seu napalm desfolhante) fizeram com que a ciência e a tecnologia (C&T) se tornassem alvo de um olhar mais crítico. [Auler; Bazzo 2001, p.1]

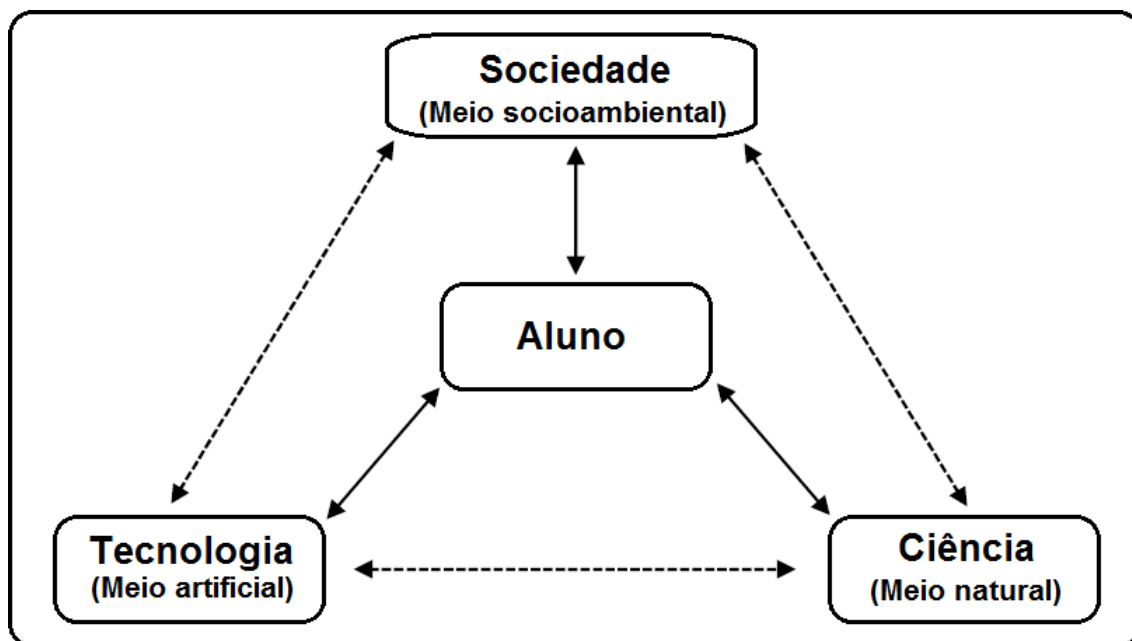
As primeiras propostas CTS (ciência, tecnologia e sociedade) surgiram no início da década de 1960 [Auler; Bazzo 2001], e tinham como objetivo “retirar a ciência e a tecnologia de seus pedestais inabaláveis da investigação desinteressada da verdade e dos resultados generosos para o progresso humano” [Bazzo 2014, p.108]. Trata-se de um movimento que busca analisar a ciência e a tecnologia e suas repercussões na sociedade, avaliando os impactos na vida das pessoas e o irreversível a que podem nos conduzir.

[...] pode ser perigoso confiar excessivamente na ciência e na tecnologia, pois isso supõe distanciamento de ambas em relação às questões com as quais se envolvem. As finalidades e interesses sociais, políticos, militares e econômicos que resultam do impulso dos usos de novas tecnologias implicam enormes riscos, porquanto o desenvolvimento científico-tecnológico e seus produtos não são independentes de seus interesses. [Pinheiro; Silveira; Bazzo, 2007, p. 71]

As incertezas acerca da preservação do meio-ambiente e as discussões em torno delas estão cada vez mais presentes em nossa sociedade, de tal forma que ao se discutir ciência e tecnologia devemos nos preocupar também com questões ambientais, que por sua vez estão associadas a questões sociais. Dessa forma, podemos pensar num enfoque CTSA (ciência, tecnologia, sociedade e ambiente) como um desdobramento do enfoque CTS [Bernardo; Vianna; Fontoura 2007]. Santos [2012] nos apresenta diferentes significações que podem ser adotadas para a educação CTS, dentre as quais destacamos a seguinte:

Educação CTSA: Apesar de a educação CTS incorporar implicitamente os objetivos da educação ambiental, pois o movimento CTS surgiu com uma forte crítica ao modelo desenvolvimentista que estava agravando a crise ambiental e ampliando o processo de exclusão social, vários autores têm adotado a denominação CTSA com o propósito de destacar o compromisso da educação CTS com a perspectiva socioambiental [SANTOS 2012, p.53].

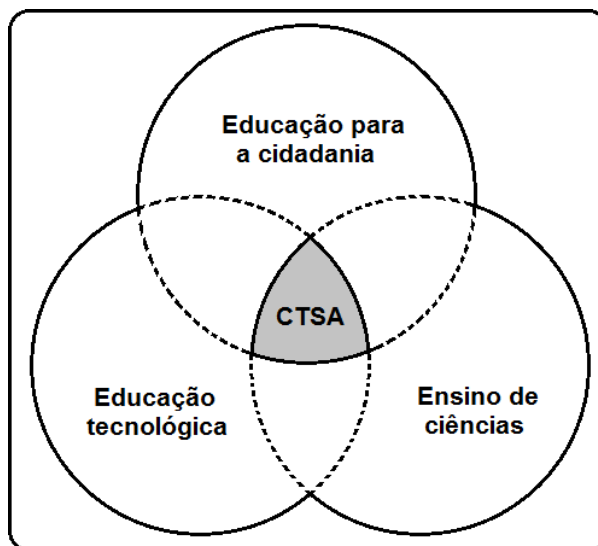
Figura 1 - Relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente



Fonte: Adaptado de Santos (2012)

Entendemos CTSA (ciência, tecnologia, sociedade e ambiente) como uma abordagem impulsionadora de questionamentos críticos e reflexivos, transformadores de informações em conhecimentos, que permite ao cidadão perceber o desenvolvimento científico-tecnológico como construção humana, além de reconhecer seus impactos sociais e ambientais. Também entendemos que o enfoque CTSA apresenta as mesmas características do CTS, pois a área de abrangência de ambos é a da intersecção entre o ensino de ciências, a educação tecnológica e a educação para a cidadania, de tal forma que os dois buscam desenvolver as mesmas competências. Por esse motivo entendemos que ambos são equivalentes em vários aspectos, permitindo que compartilhem algumas literaturas.

Figura 2 - Educação tecnológica, ensino de ciências, educação para a cidadania e abordagem CTSA



Fonte: Adaptado de Santos [2012]

2.3.1 Enfoque CTSA no ensino

A abordagem CTSA fundamenta-se na modificação da realidade de sala de aula, pois não tem como característica se fechar sobre os conteúdos da própria disciplina ministrada, mas procura articular conhecimentos de forma interdisciplinar na busca da solução de um problema social.

A nova escola de ensino médio não há de ser mais um prédio, mas um projeto de realização humana, recíproca e dinâmica, de alunos e professores ativos e comprometidos, em que o aprendizado esteja próximo das questões reais, apresentadas pela vida comunitária ou pelas circunstâncias econômicas, sociais e ambientais [Brasil 2002, p.11]

Para Teixeira [2003] o movimento CTSA agrega de forma oportuna as dimensões conceitual e formativa, fazendo interagir a educação em ciência com a educação pela ciência, ensinando a cada cidadão o essencial para chegar a sê-lo de fato. Dessa forma consideramos que há um enorme potencial em se utilizar a abordagem CTSA para a promoção de alguns aspectos importantes de alfabetização científica, pois permite aos estudantes fazerem uma leitura política e ideológica presente nas QSCC, além dos conceitos científicos e tecnológicos associados.

A interdisciplinaridade não é um conceito único ou estável [Fazenda 2011], mas está relacionado com a interação entre as disciplinas formais, relativamente bem delimitadas, e procura interligar os conhecimentos. Segundo Fazenda [2011, p. 51] “a

interdisciplinaridade caracteriza-se pela intensidade das trocas entre os especialistas e pelo grau de integração real das disciplinas no interior de um mesmo projeto de pesquisa”.

Entendemos a interdisciplinaridade como o compartilhamento de conceitos entre disciplinas, a fim de melhor estudar um problema abrangente, cuja compreensão extrapola os limites isolados de qualquer disciplina. Sendo assim, uma sequência didática com enfoque CTSA que tenha como objetivo desenvolver aspectos da alfabetização científica dos estudantes deve ser, por natureza, interdisciplinar.

Interdisciplinaridade não é uma panaceia que garantirá um ensino adequado, ou um saber unificado, mas um ponto de vista que permite uma reflexão aprofundada, crítica e salutar sobre o funcionamento do mesmo. [...] É condição de volta ao mundo vivido e recuperação da unidade pessoal, pois o grande desafio “não é a reorganização metódica dos estudos e das pesquisas, mas a tomada de consciência sobre o sentido da presença do homem no mundo”. [Fazenda 2011, p. 74]

A interdisciplinaridade, assim como a alfabetização científica e a abordagem CTSA, estão presentes em documentos oficiais que regulamentam o ensino médio em nosso país, não como uma alegoria, mas como uma perspectiva filosófica que permite pensar e organizar as práticas educacionais, para que estas tenham elevado potencial de promover aprendizagem significativa.

Na perspectiva escolar, a interdisciplinaridade não tem a pretensão de criar novas disciplinas ou saberes, mas de utilizar os conhecimentos de várias disciplinas para resolver um problema concreto ou compreender um determinado fenômeno sob diferentes pontos de vista. Em suma, a interdisciplinaridade tem uma função instrumental. Trata-se de recorrer a um saber diretamente útil e utilizável para responder às questões e aos problemas sociais contemporâneos. [Brasil 2002, p. 21]

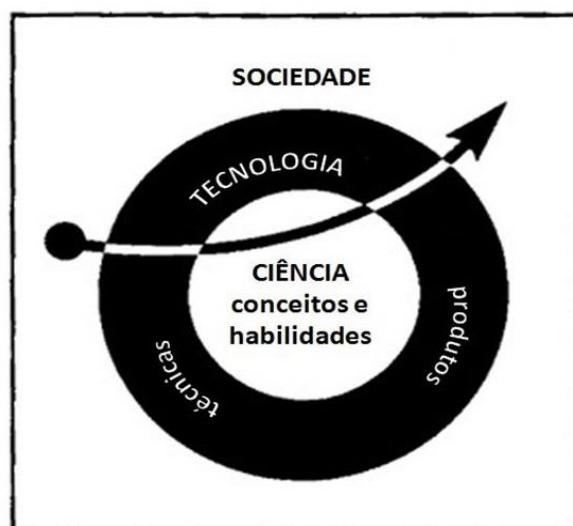
2.3.2 Sequências didáticas em uma abordagem CTSA

A forma como se dispõem as atividades é um elemento importantíssimo no fazer educação, pois está relacionada com a estratégia adotada para se alcançar os objetivos educacionais propostos. O ideal é que a estrutura utilizada ofereça condições para desenvolvimento da criticidade e que seja capaz de promover a participação e o engajamento dos estudantes, pois essas variáveis estão diretamente relacionadas com a alfabetização científica. As atividades propostas, assim como a maneira como são ordenadas, estruturadas e articuladas, são as características que diferem uma prática educativa da outra. Uma maneira de se fazer isso a através da construção de uma sequência didática, que Zabala [1998, p.18] define como sendo "um conjunto de

atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que tem um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos".

As abordagens CTSA tem como característica básica, assim como a Pedagogia Histórico-Crítica, a "colocação de problemas sociais nos pontos de partida e de chegada nas sequências de ensino" [Teixeira 2003, p.183]. A escolha de uma abordagem CTSA facilita bastante a organização do trabalho a ser desenvolvido com os estudantes, uma vez que a sequência didática pode ser construída baseada em uma estrutura funcional que lhe é inerente, representada da seguinte forma:

Figura 3 - Estrutura funcional da abordagem CTSA [Santos 2012]



É, portanto, muito comum que a sequência didática se inicie a partir de uma situação que seja problemática para o público alvo, provavelmente uma questão sociocientífica controversa, que por natureza envolve a articulação entre ciência, tecnologia e sociedade. Após essa problematização fez-se uma apresentação, análise e discussão das tecnologias associadas ao problema e, em seguida, trabalha-se os conteúdos (conceitos e habilidades científicas) associados a elas. A partir de então é oportuno reavaliar as tecnologias consideradas, num nível maior de profundidade e à luz dos conceitos trabalhados, assim como o problema inicial. Os momentos de ensino-aprendizagem organizados dessa forma buscam capacitar os estudantes a se posicionarem criticamente ao final da sequência didática.

2.3.3 Enfoque CTSA e alfabetização científica

Há uma grande sintonia entre a abordagem CTSA e a busca pela alfabetização científica, de tal modo que os seguintes pontos de convergência podem ser destacados: prática social, objetivos educacionais, conteúdos e o papel do professor.

Um problema contextualizado, ou seja, uma questão social que os estudantes julguem problemática é o ponto de partida e de chegada em qualquer abordagem CTSA, e é o que deve ser “lido” e compreendido por alguém cientificamente alfabetizado. Por convergência nos objetivos educacionais entendemos que ao se investir numa abordagem de ensino CTSA, busca-se formar cidadãos autônomos, críticos e participativos, capazes de ler e entender o mundo onde vivem e imprimir nele a sua marca de maneira consciente, o que só é possível com um contínuo processo de alfabetização científica. A significância dos conteúdos selecionados está na relação entre eles e as questões sociais, não havendo, portanto, ênfase em valores intrínsecos. Pensar as ações educacionais em um enfoque CTSA exige do professor compromisso e competência profissional para articular conhecimentos de forma interdisciplinar, compromisso político para poder abordar QSCC com o aprofundamento correto e uma postura dialógica ao conduzir suas aulas, que são condições necessárias para a promoção de alfabetização científica.

Capítulo 3

Delineamento da pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida com alunos da primeira série do ensino médio, que compõe o que definimos como educação básica, que por sua vez é uma etapa na qual os estudantes estão em formação como cidadão, sendo, portanto, o “*locus* para a realização de uma alfabetização científica” [Chassot 2014, P.69, grifo do autor]. A intervenção pedagógica foi estruturada em torno de uma temática, uma QSCC que serviu como ponto de partida da abordagem CTSA que utilizei, e não num trecho de uma divisão tradicional de tópicos, como por exemplo o Currículo Básico Comum (CBC) das escolas estaduais do ES, que possui uma listagem bem específica de conteúdos. Essa escolha proporcionou que alguns conceitos físicos, como por exemplo a fissão nuclear, fossem trabalhados antes do momento previsto pelo CBC, mesmo que para isso não fosse possível um maior aprofundamento.

Exerci as funções de professor e pesquisador, o que acarretou um aumento da complexidade da pesquisa, mas também em um melhor entendimento do processo, permitindo que a riqueza do dia-a-dia escolar fosse incorporada aos dados. A função de professor também experimentou aumento de complexidade, uma vez que os estudantes foram colocados numa condição de protagonistas na construção das situações de ensino aprendizagem, e a mim coube as funções de organizar, fomentar e mediar os encontros.

Conversei com os estudantes e lhes apresentei o motivo e o contexto da realização da pesquisa. Os responsáveis pelos estudantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, consentindo com a participação deles. Os objetivos e os elementos que serviriam como dados não foram explicitados. Essa postura foi tomada com o intuito de minimizar as alterações nos sujeitos da pesquisa.

O trabalho desenvolvido com os estudantes teve como principal objetivo contribuir no desenvolvimento da capacidade de ler e interpretar o mundo. A pesquisa procurou enfatizar as perspectivas dos estudantes, ou seja, teve como foco interpretar as relações entre contexto e comportamentos; considerou a subjetividade do processo e não somente os resultados obtidos. Houve muita flexibilidade na condução da intervenção pedagógica e na avaliação dos estudantes. Essas são características de uma abordagem qualitativa que, desde o início, foi nossa escolha.

Nas pesquisas qualitativas a compreensão das interações dentro de seu contexto é essencial para compreender um comportamento ou um evento, o que coloca o pesquisador na condição de principal instrumento de investigação e exige seu contato direto e prolongado com o campo [Alves 1991]. Segundo Alves [1991] os que optam por abordagens qualitativas assumem que

"[...] a realidade é uma construção social da qual o investigador participa e, portanto, os fenômenos só podem ser compreendidos dentro de uma perspectiva holística, que levem em consideração os componentes de uma dada situação em suas interações e influências recíprocas, o que exclui a possibilidade de se identificar relações lineares de causa e efeito e de se fazer generalizações de tipo estatístico. [...]" [Alves 1991, p.55]

3.1 Objetivos

As reflexões acerca dos seguintes questionamentos serviram de inspiração para a escolha do referencial teórico, que por sua vez, inspirou o desenvolvimento da sequência didática

- a) Uma prática pedagógica diferenciada é capaz de desenvolver a criticidade dos estudantes?
- b) Como obter mais participação e engajamento dos estudantes nas aulas de física?
- c) A análise dos argumentos nos permite avaliar a qualidade da aprendizagem do estudante?

As atividades da sequência didática foram idealizadas com o objetivo de desenvolver aspectos da alfabetização científica nos estudantes, através do enfoque CTSA, de tal forma que a presente pesquisa tem como objetivo geral:

- Investigar as potencialidades de uma intervenção educacional, baseada em um QSCC e com enfoque CTSA, para o desenvolvimento de elementos da alfabetização científica nos estudantes do ensino médio, no contexto do ensino de física.

Os objetivos específicos foram:

- I. Desenvolver uma sequência didática com enfoque CTSA que discuta as fontes energéticas e seus impactos ambientais e sociais, avaliando custos e benefícios.
- II. Analisar indícios de alfabetização científica nas diferentes atividades produzidas pelos estudantes ao longo da intervenção.
- III. Analisar o potencial da sequência didática para o desenvolvimento da capacidade argumentativa dos estudantes, a partir das operações epistemológicas usadas e da qualidade do argumento.

3.2 QSCC: produção de energia

A energia é um conceito chave na física e está presente em todos os processos de transporte, transformação de matéria ou de informação. Ao longo da história a humanidade aprendeu utilizar energia proveniente de diversas fontes. Nós a utilizamos para "domar" a natureza e moldá-la de acordo com a nossa vontade. O domínio da energia influenciou e foi influenciado pela evolução da sociedade. O atual padrão de desenvolvimento econômico requer uma grande quantidade de energia e, conseqüentemente, estamos sempre buscando novas fontes energéticas.

A problemática em torno da produção de energia pode ser vista como um aglomerado de QSCC [Bernardo; Vianna; Fontoura 2007], tais como: padrão de desenvolvimento econômico, sustentabilidade, relação custo benefício das formas de produção de energia, aquecimento global, políticas públicas. Dessa forma, entendemos a produção de energia e seus desdobramentos como uma QSCC com grande potencial para ser utilizado numa abordagem CTSA, por ser uma temática interdisciplinar e de grande relevância para o público. Leroy [2003, apud Bermann 2003, p.8] ao comentar a crise elétrica brasileira de 2001 disse:

Nada tem sido elaborado para apresentar a questão nas suas várias vertentes para a opinião pública. Como se energia fosse somente uma questão de especialistas e não de mais um espaço de debate democrático. Por natureza o debate sobre energia é realmente complexo. Mas é justamente por isso que ele nos permite refletir sobre o estilo de crescimento e sobre que tipo de qualidade de vida queremos [...].

Por outro lado, trabalhar com essa temática permite discutir uma série de conceitos físicos extremamente relevantes, tais como: energia cinética, energia potencial gravitacional, transformações energéticas, fissão e fusão nuclear, energia térmica, radioatividade. Também nos permite discutir outros conceitos que não “pertencem” a física, tais como: fotossíntese, combustão, ciclos do carbono e do oxigênio, cadeias alimentares.

Por esses motivos adotamos na temática “Fontes energéticas e seus impactos ambientais e sociais: avaliando custos e benefícios” como a QSCC a ser trabalhada em nossa sequência didática, que buscou proporcionar experiências capazes de promover alfabetização científica nos estudantes.

É importante ressaltar que não nos referimos a “experiência” como sinônimo de “experimento”, mas como algo que produz efeitos no sujeito, no que ele é, no que pensa, no que sente, no que sabe, no que quer, etc., portanto, é subjetiva [Larrosa 2011]. Também pensamos em sustentabilidade atrelada ao desenvolvimento, de tal forma que, nas palavras de Luiz [2009, p.26, grifo do autor] “**pode ser explicada como ‘o desenvolvimento que satisfaz às necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades’**”

3.3 Contexto de investigação: a realidade escolar

Uma característica muito importante nas pesquisas em educação é o fato de que o nosso público alvo não pode ser isolado dos fatores externos. Trabalhamos com pessoas que,

além das interações durante a intervenção pedagógica, interagem conosco a todo instante, mesmo quando decidem não interagir. Elas interagem entre si e com a escola, que não está isolada. Existe um padrão determinado pelos órgãos gestores do sistema de ensino, mas toda unidade de ensino possui suas especificidades, que impactam no cotidiano escolar dos estudantes e deve ser levado em conta ao se realizar qualquer pesquisa em educação.

A pesquisa foi desenvolvida na escola Aristóbulo Barbosa Leão, que pertencente a rede estadual de ensino do ES e está localizada na cidade de Serra. É uma escola grande, atendendo a mais de 2000 alunos/ano, em seus três turnos de funcionamento, ofertando a comunidade as modalidades de ensino médio, EJA e cursos técnicos profissionalizantes. Possui uma localização privilegiada dentro do município, de tal forma que muitos alunos saem dela diretamente para o trabalho/estágio ou deles vem, o que explica sua procura por estudantes de várias comunidades, algumas até relativamente distantes, sendo, portanto, uma escola de “passagem”, não possuindo assim algumas características das escolas de “bairro”. A escola possui um PPP (projeto político-pedagógico) construído no ano de 2014 com a participação da comunidade escolar, também possui um grêmio estudantil composto por alunos dos três turnos e um conselho de escola atuante. A maioria do corpo docente é composta de profissionais efetivos.

Figura 4 - Escola Aristóbulo Barbosa Leão, Jardim Limoeiro, Serra – ES



Fonte: internet

A sequência didática foi idealizada para ser desenvolvida como parte integrante dos estudos de Física relativos ao primeiro ano do ensino médio, em função da temática e dos conteúdos que nos propusemos a trabalhar. Assim sendo haviam duas turmas disponíveis no período matutino e optamos pela turma 1M1 por esta não possuir aulas de física no primeiro horário, numa tentativa de minimizar o efeito da falta dos estudantes, em função de problemas de trânsito e de ônibus. A turma escolhida possui 40 alunos, mas durante a intervenção a frequência oscilava em torno de 32.

A escola trabalha com um sistema de salas ambiente, em que os alunos trocam de sala. Nesse ano de 2015 os coordenadores eram novos no estabelecimento, tendo que se adequar, assim como os estudantes a esse sistema. O prédio provisório da escola, que era de uma faculdade é muito grande e há vinte turmas apenas no turno matutino. A turma na qual a pesquisa foi desenvolvida possui duas aulas no último horário. Tais fatores favoreceram que alguns alunos “matassem” aula.

O número de aulas por semana, no nosso caso duas, também é um fator externo que deve ser considerado, uma vez que a unidade de ensino desenvolvida possui um número significativo de aulas previstas e, conseqüentemente, de tempo. Para tentar diminuir esse tempo, reduzindo as lacunas entre os encontros, tive que pedir algumas aulas a colegas, geralmente professores de português e matemática que possuem quatro aulas semanais com a turma. Houve um momento, durante uma semana de provas, que não foi possível essa troca, pela necessidade de meus colegas ou pela necessidade dos estudantes de se preparem para as avaliações.

Durante o período de desenvolvimento da sequência didática passamos por uma greve de ônibus, duas manifestações realizadas pelos estudantes e uma semana de prova.

Figura 5 - Manifestação dos estudantes no dia 20/03/15



Diante desse panorama fica evidente que não é possível isolar do mundo o grupo de alunos com a qual a pesquisa foi desenvolvida e, mais importante, a pesquisa deve levar em consideração todo o processo na qual ela se desenvolveu, a fim de podermos avaliar melhor a potencialidade da unidade de ensino quando aplicada numa escola real, como todas as suas qualidades e problemas.

3.4 A proposta didática

Inicialmente foi idealizada uma sequência didática que nos permitisse realizar a pesquisa a que nos propusemos, ou seja, uma sequência didática com enfoque CTSA no contexto educativo, com elementos potenciais para a promoção de elementos necessários para a alfabetização científica. Entretanto, durante sua aplicação algumas modificações foram feitas, visando melhorar as situações de ensino-aprendizagem e tornar a intervenção a mais dialógica possível. Todas as ações, atividades e momentos com a turma foram pensados para haver o máximo de interatividade, seja entre os estudantes ou entre mim e eles.

Utilizei um total de 19 aulas, entre os meses de março e maio de 2015, que é uma quantidade relativamente grande no contexto em que a sequência didática foi aplicada, mas necessária para melhor trabalhar a complexidade da temática escolhida e os seus possíveis desdobramentos. Optamos por estender a intervenção para não corrermos o risco de comprometer a aprendizagem dos estudantes, deixando de discutir assuntos por eles levantados e tendo que estancar alguma discussão ou atividade importante.

A seguir é apresentada a organização da sequência didática inspirada na abordagem CTSA, a sequência das aulas que a compõem e uma descrição detalhada de todas as aulas.

3.4.1 Organização da intervenção numa abordagem CTSA

Uma intervenção educacional que utilize uma abordagem CTSA pode ter suas ações/atividades/aulas agrupadas em cinco períodos sequenciados, inspirados nas orientações de Teixeira [2003]. No caso de nossa sequência didática esse agrupamento ficou da seguinte forma:

Quadro 1 - Organização da sequência didática inspirada na abordagem CTSA

Questão social introduzida	<p>A produção de energia é um assunto complexo?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Questionário diagnóstico e “sensibilizador” • Leitura e discussão de dois textos. • Realização de atividades relacionadas aos textos. • Discussões fomentadas por dados visuais (figuras, gráficos e tabelas).
Tecnologias relacionadas ao tema social são analisadas.	Hidrelétricas, usinas térmicas e nucleares, combustíveis fósseis, biomassa e biocombustíveis, células fotovoltaicas, fazendas de ventos.
O conteúdo científico é trabalhado.	Energia cinética, energia potencial gravitacional, fissão e fusão nuclear, transformações energéticas, combustão, energia térmica, fotossíntese, ciclos do carbono e do oxigênio, radioatividade.
As tecnologias são estudadas em função dos conteúdos.	Fontes renováveis e não renováveis, emissão de poluentes, monocultura e seus impactos ambientais e sociais, efeito estufa, radioatividade, descarte de material radioativo, acidentes nucleares, construção de hidrelétricas e seus impactos ambientais e sociais.
Retomada da questão social.	<p>Realização de um Júri simulado:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Impactos ambientais e sociais. • Sustentabilidade. • Atendimento de demanda. • Desenvolvimento econômico e desenvolvimento social.

3.4.2 Sequência das aulas

Para uma melhor visualização da intervenção pedagógica desenvolvida com a turma, já considerando as mudanças que foram feitas durante sua implementação, apresentamos um quadro que descreve todas as aulas que a compuseram.

Quadro 2 - Sequência didática – Fontes energéticas e seus impactos ambientais e sociais: avaliando custos e benefícios.

Aula		Instrumentos didáticos	Objetivos de aprendizagem em relação ao estudante
01	Levantamento de conhecimentos prévios	Questionário aberto e individual.	<ul style="list-style-type: none"> • Confrontar-se com seus conhecimentos, em relação a assuntos discutidos na mídia. • Desenvolver a capacidade de sintetizar seus conhecimentos, através de argumentação escrita.
02	A energia está em tudo.	Texto: “Energia: uma presença universal”. Leitura coletiva, discussão fomentada pelo texto e atividade escrita.	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer novas formas de energia e suas transformações. • Perceber a presença da energia em um número maior de processos naturais e tecnológicos. • Perceber que o homem consome grandes quantidades de energia para adaptar o ambiente às suas necessidades.
03	A energia está em tudo. (Continuação)	Produção de texto	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver a capacidade de produzir textos coerentes e coesos, dentro de padrões específicos, exercitando assim a criatividade e o objetividade. • Desenvolver a expressão escrita da compreensão, por meio da produção de texto.
04	Domínio da energia, desenvolvimento tecnológico e evolução da sociedade.	Texto: “Energia ao longo da história” Leitura coletiva, discussão fomentada pelo texto, atividade escrita e atividade com imagens.	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender como e o quanto o domínio do uso da energia influenciou na evolução da sociedade. • Compreender o que é sustentabilidade e sua necessidade.
05	Aparelhos e tecnologias desenvolvidas pelo homem e as formas de energia que utilizam.	Slides contendo uma síntese do material produzido pelos estudantes na aula 02, além de algumas informações adicionais. Discussão fomentada pelas informações apresentadas.	<ul style="list-style-type: none"> • Aprender mais interagindo com os colegas, a partir da análise de suas próprias produções. • Exercitar as capacidades de generalização, argumentação oral, exposição e defesa de pontos de vista. • Conhecer novas formas de energia. • Reconhecer a importância de invenções “simples” para o desenvolvimento da humanidade.
06	Produção de energia: um assunto que merece bastante atenção.	Apresentação de slides com imagens, gráficos, tabelas e pequenos textos. Discussão fomentada pelas informações apresentadas.	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender a complexidade inerente a produção de energia em larga escala. • Conhecer alguns elementos importantes relacionados a complexidade da produção de energia, tais como: população, desenvolvimento industrial e tecnológico, formas de produção e distribuição, impactos ambientais, custo de produção.
07	Produção de energia: um assunto que merece bastante atenção. (Continuação)	Discussões em grupos para a elaboração de uma síntese da aula anterior. Momento de socialização das experiências de cada grupo.	<ul style="list-style-type: none"> • Aprender mais interagindo com os colegas, ao lidar com as diversas percepções a respeito dos assuntos estudados.
08	Desenvolvendo conceitos.	Apresentação de slides com imagens, textos e vários exemplos retirados do	<ul style="list-style-type: none"> • Ser capaz de classificar uma fonte energética como renovável ou não renovável. • Conhecer as principais fontes energéticas.

		questionário da primeira aula. Aula expositiva dialogada.	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer o que são biocombustíveis e algumas diferenças em relação aos derivados do petróleo. • Relembrar ou conhecer alguns conceitos, tais como: fotossíntese, ciclos do carbono e do oxigênio e combustão
09	Sol: nossa principal fonte de energia.	Exibição de vídeos. Discussão fomentada pelos vídeos.	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer mais sobre energia solar e suas transformações. • Perceber como a energia solar é importante para a Terra e a sua presença em um número maior de processos naturais e tecnológicos. • Conhecer mais sobre o petróleo.
10	Desenvolvendo conceitos.	Apresentação de slides com muitas imagens e pouco texto. Exibição de vídeos. Aula expositiva dialogada.	<ul style="list-style-type: none"> • Relembrar ou conhecer os conceitos de energia cinética e energia potencial gravitacional. • Perceber a presença das energias cinética e potencial gravitacional no dia-dia, assim como as transformações entre elas. • Entender o funcionamento de uma hidrelétrica (genericamente), identificando nos processos a presença das energias cinética e potencial gravitacional.
11	Trabalhando conceitos e desenvolvendo criticidade.	Questionário aberto em dupla.	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver a capacidade de sintetizar seus conhecimentos, através de argumentação escrita, em situações problema contextualizadas, relacionadas a assuntos discutidos em sala de aula e na mídia.
12	Desenvolvendo conceitos.	Apresentação de slides. Aula expositiva dialogada.	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer algumas vantagens das hidrelétricas, usinas nucleares e monocultura (produção de biocombustíveis). • Conhecer os processos de fissão nuclear e fusão nuclear e suas utilizações.
13	Impactos ambientais e sociais da construção de uma usina hidrelétrica.	Exibição de vídeos. Discussão fomentada pelos vídeos.	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer os impactos sociais e ambientais causados pela construção de uma usina hidrelétrica. • Perceber a usina hidrelétrica como uma QSCC e como tais questões tem diferentes pontos de vista. • Entender o funcionamento de uma hidrelétrica (genericamente) e conhecer algumas condições necessárias para a construção de uma.
14	Impactos ambientais e sociais do sistema de monocultura.	Exibição de vídeos. Discussão fomentada pelos vídeos.	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer os impactos sociais e ambientais causados pelo sistema de monocultura. • Perceber como uma mesma QSCC tem diferentes pontos de vista. • Ter um contato inicial e perceber alguns problemas relacionados as terras indígenas no Brasil.
15	Prova	Prova escrita	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver a capacidade de sintetizar seus conhecimentos, através de argumentação escrita, em situações problema contextualizadas, relacionadas a assuntos discutidos em sala de aula.
16	O perigo das usinas nucleares.	Exibição de vídeos. Discussão fomentada pelos vídeos.	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer o perigo inerente ao material usado nas usinas nucleares. • Conhecer alguns problemas físicos gerados pela radiação.

			<ul style="list-style-type: none"> • Perceber a usina nuclear como uma QSCC e como essas questões têm diferentes pontos de vista.
17 e 18	Preparação para o júri simulado.	Leitura de textos. Discussões em grupos.	<ul style="list-style-type: none"> • Apropriar-se melhor dos conhecimentos relativos as hidrelétricas, usinas nucleares, monocultura e produção de biocombustíveis. • Desenvolver a criticidade e a capacidade de produzir argumentos e contra-argumentos coerentes relacionados a QSCC.
19	Debate no formato de júri simulado	Debate	<ul style="list-style-type: none"> • Aprender mais interagindo com os colegas, ao lidar com as diversas perspectivas em torno das QSCC. • Perceber o papel a argumentação na construção do conhecimento. • Compreender outros pontos de vista as assumir diferentes “papéis”. • Desenvolver a criticidade e as habilidades necessárias para produzir argumentos e contra-argumentos coerentes.

De acordo com [Vieira; Melo; Bernardo 2014] as atividades de júri simulado são aquelas nas quais as pessoas engajadas devem ser separadas em grupos a favor, contra e juízes, em uma discussão a respeito de determinada questão. Os estudantes devem exercer uma determinada função ou papel e suas contribuições para a atividade em desenvolvimento devem ser feitas a partir da perspectiva desse papel ou função. "Além disso os estudantes podem permutar os seus papéis, experimentando posições com as quais eles necessariamente não concordam". [Vieira; Melo; Bernardo 2014, pg.205]. O uso de QSCC estimulam a participação ativa dos estudantes, gerando a necessidade de se desenvolver argumentos lógicos, ou seja, contribuindo para a apropriação dos conhecimentos, favorecendo a alfabetização científica.

3.5 Coleta de dados

Uma vez que a pesquisa tem como objetivo investigar indícios de alfabetização científica nos estudantes, os materiais utilizados e as atividades foram idealizadas de modo a proporcionar a busca por esses indícios. Assim falando é natural que os dados coletados para a pesquisa tenham origem nas atividades realizadas pelos estudantes e do acompanhamento sistemático da aplicação da sequência didática. É válido ressaltar que quando nos referimos a atividades não estamos nos restringindo a argumentações escritas e ou individuais, mas sim a todas as produções e participações dos alunos. Utilizamos os seguintes instrumentos para a coleta dos dados: **diário de bordo do professor, gravação**

de aulas em vídeo, gravação de conversas em áudio, cópia das atividades escritas, trabalho individual final e entrevista gravada em áudio.

Relatei no diário de bordo as situações de ensino-aprendizagem em que estive presente. “O procedimento de coleta de dados são anotações, tanto a coleta e análise de dados qualitativos estão sujeitas a interpretação e reflexão [...]” [Martínez 1997, p.272]. Registrei os eventos, detalhes e sentimentos que as experiências me proporcionaram, e para isso procurei ser o mais sincero e transparente possível, além de fornecer as informações sobre o contexto das minhas interpretações. Esse método me permitiu analisar posteriormente a dinâmica e a complexidade das situações de ensino-aprendizagem. As experiências não são generalizáveis, mas podem ser referência para outros professores. Segundo Martínez [1997] a auto-observação proporcionada pelo diário de bordo é uma ferramenta de auto-avaliação na formação do professor.

O diário de bordo foi uma fonte de dados muito importante, uma vez que me propus a avaliar todo o processo de ensino-aprendizagem, ou seja, avaliar também o contexto no qual a pesquisa se desenvolveu e como esse contexto interferiu no desenvolvimento da sequência didática. Nele foram registrados fatos ocorridos com influência no ambiente de sala de aula, assim como as minhas impressões e emoções, que é parte integrante do processo. Imediatamente após cada aula eu gravava em áudio as informações, que posteriormente foram transcritas para o diário. O objetivo desse procedimento foi fazer um registro mais fidedigno, uma vez que é mais fácil se expressar com palavras, sem correr o risco de cair nas armadilhas da memória. Mesmo assim as transcrições dos áudios foram feitas, na maioria dos casos, no mesmo dia.

Algumas aulas foram gravadas em vídeo para registrar as falas dos alunos, seus comportamentos e atitudes e as interações entre eles. Essas gravações foram muito importantes para a pesquisa, pois julgamos extremamente necessário que os alunos se expressem oralmente nas aulas e acreditamos que são nesses momentos em que os indícios de alfabetização científica são mais evidentes. A utilização desse recurso é importante pois

[...] o registro em vídeo provoca engajamento prolongado do pesquisador sobre os dados, que pode revisar o cenário de investigação diversas vezes e coligar as observações extraídas do meio audiovisual com outros registros obtidos na situação de investigação [...] [Giordan, 2011, citado por Santos; Greca 2011, p. 215]

Algumas aulas foram gravadas apenas em áudio, para complementar o diário de bordo, ou em momentos em que se trabalhou em grupos menores. Foi uma ferramenta utilizada

para fazer um registro mais “natural” dos argumentos dos estudantes. Foi esse o método utilizado na última coleta de dados da pesquisa, situação na qual os estudantes foram convidados e ou se voluntariaram a participar de uma entrevista.

A maioria das atividades escritas foram copiadas antes de serem corrigidas e devolvidas, a fim de podermos dispor, a qualquer momento da intervenção, das produções dos estudantes. Isso se justifica pois julgamos importante para a pesquisa, assim como as argumentações orais, a capacidade de argumentação escrita, seja defendendo ou criticando um ponto de vista, descrevendo uma experiência ou situação cotidiana ou expressando sua compreensão a respeito de determinado assunto. Em alguns casos os originais ficaram em nosso poder.

Ao final da intervenção os estudantes foram convidados a expressarem de maneira livre, algo interessante que aprenderam com a sequência didática, ou uma experiência que ela lhe proporcionou. Eles tiveram liberdade para escolher o tipo de trabalho (redação, poesia, desenho, charge, música, etc) que iriam produzir. Esses trabalhos individuais finais foram avaliados, no sentido de se atribuir uma nota, mas não foram devolvidos aos alunos por constituírem uma importantíssima fonte de dados. Alguns alunos que participaram de uma entrevista puderam comentar suas produções.

3.6 Metodologia de análise de dados

A argumentação, por ser um elemento estrutural da linguagem científica, é extremamente importante para uma correta interpretação do mundo, ajudando a desenvolver nos estudantes as capacidades necessárias para lidar com problemas e questões práticas, sociocientíficas ou QSCC. Por buscarmos promover a alfabetização científica nos estudantes julgamos adequada uma ênfase pedagógica na argumentação, logo a avaliação da aprendizagem deve se dar através da análise dos argumentos. Essa avaliação da aprendizagem tem objetivos mais abrangentes do que somente a compreensão de conceitos, pois abarca esquemas analíticos, dialéticos e retóricos [Jinénez-Aleixandre; Bugallo Rodrigues; Duschl 2000].

A argumentação é especialmente relevante na educação em ciências, desde que seu objetivo de investigação científica seja a geração e a justificativa das afirmativas do conhecimento, crenças, e tomadas de ações que levem ao entendimento da natureza. O compromisso com a teoria, métodos, e objetivos são o resultado de avaliações críticas e debates entre comunidades científicas. A argumentação e a teoria da argumentação são estratégias para resolver

problemas, questões e discussões [...]. [Jinérez-Aleixandre; Bugallo Rodrigues; Duschl 2000, p.758)

Analisaremos os argumentos produzidos pelos estudantes nas situações de ensino-aprendizagem proporcionadas pela sequência didática e adotaremos nesse trabalho o mesmo entendimento de Sasseron e Carvalho [2008, p.336] para o termo “argumentação”, a saber:

[...] todo e qualquer discurso em que o aluno e professor apresentem suas opiniões em aula, descrevendo ideias, apresentando hipóteses e evidências, justificando ações e conclusões a que tenham chegado, explicando resultados alcançados.

É importante ressaltar que pelo uso que faremos do termo “argumentação” que não estamos nos restringindo apenas a manifestações orais, mas as escritas também.

Buscaremos nos argumentos produzidos pelos estudantes indícios de que a sequência didática contribuiu para o desenvolvimento de aspectos da alfabetização científica, ou seja, se há entendimento de fenômenos e tecnologias do cotidiano; compreensão e tomada de decisão frente aos impactos da ciência e da tecnologia sobre a sociedade; ou desenvolvimento de valores vinculados aos interesses públicos. Os indícios a que nos referimos são: **indicadores de alfabetização científica, operações epistemológicas e a qualidade do argumento.**

3.6.1 Indicadores de alfabetização científica

De acordo com Santos [2012] a alfabetização científica envolve três dimensões: natureza da ciência, linguagem científica e aspectos sociocientíficos, de tal forma que para facilitar a busca por seus indícios seja melhor dividi-la em categorias ou indicadores, relacionados a natureza do conhecimento científico e suas implicações sociais. Não existe um conjunto específico de indicadores, pois estes dependem da interpretação de cada pesquisador a respeito do que se define como alfabetização científica. Entendemos a alfabetização científica como uma perspectiva filosófica que permite desenvolver processos de ensino e aprendizagem que capacitem os estudantes a ler e interpretar o mundo onde vivem [Chassot, 2014], que discutam as motivações da ciência, ou seja, as relações entre ciência, tecnologia e sociedade, que forneçam subsídios para a discussão, reflexão e posicionamento crítico, a partir de um contexto específico. Desse modo julgamos adequados e utilizaremos os indicadores descritos por Sasseron e Carvalho [2008] e Shen [1975, apud Laugksch 2000].

Quadro 3 - Indicadores de alfabetização científica [Sasseron; Carvalho 2008; Shen, 1975, apud. Laugksch 2000]

	Categorias	Indicadores	Em que consiste
SASSERON; CARVALHO, 2008	Trabalho com dados obtidos em uma investigação	Seriação de informações	Estabelecimento de estratégias para “atacar” o problema, ao se listar e ou ordenar os dados iniciais.
		Organização de informações	Discussões referentes a maneira como um trabalho foi ou será desenvolvido. Evidencia-se na organização de dados iniciais, ou oriundos de outra parte do trabalho.
		Classificação de informações	Busca por relações entre as variáveis, através de uma hierarquização das informações obtidas, ou seja, indo da mais abrangente para a menos abrangente.
	Estruturação do pensamento	Raciocínio lógico	Coerência entre apresentação e desenvolvimento de ideias, dentro do pensamento exposto.
		Raciocínio proporcional	Apresentação e desenvolvimento de ideias referentes a maneira como as variáveis se relacionam quantitativamente.
	Procura de entendimento da situação analisada	Levantamento de hipóteses	Suposição a respeito das relações entre as variáveis e a situação analisada. Pode surgir como uma pergunta ou como uma afirmação.
		Teste de hipóteses	Momentos em que as hipóteses são confrontadas com novas ideias ou situações práticas, a fim de verificar sua validade.
		Justificativa	Garantia dada a uma afirmação, algo que dê veracidade a ela.
		Previsão	Afirmar o que ocorrerá, a partir de uma determinada situação, ou seja, a partir das condições iniciais descreve-se o comportamento futuro.
		Explicação	Momento em que se relacionam hipóteses e informações, sendo que essas relações ganham autenticidade na medida em que justificativas são apresentadas.
SHEN, 1975, apud. LAUGKSCH, 2000	Natureza do conhecimento científico e suas implicações sociais	AC Prática.	Demonstrar compreensão de fenômenos naturais e padrões de funcionamento de tecnologias presentes no dia-dia, ou seja, compreensão da ciência e suas aplicações.
		AC Cívica.	Demonstrar capacidade de participar, opinar e tomar decisões inteligentes em questões sociais, individuais ou coletivas, relativas à ciência.
			Demonstrar conhecimento das relações entre ciência e cultura, percebendo que a ciência é uma construção humana, que influencia e é

		AC Cultural.	influenciada pelo contexto histórico, filosófico e cultural de cada época.
--	--	--------------	--

3.6.2 Operações epistemológicas

As operações epistemológicas são estruturas que cada um propõe, e a qual recorrem, para concretizar soluções específicas para questões. Segundo Sasseron e Carvalho [2008, p. 337] as operações epistemológicas "são elementos que caracterizam a condução da argumentação e o que permitem que tal argumento ganhe consistência e coerência ao longo da apresentação e defesa de uma ideia".

Quadro 4 - Operações Epistemológicas e suas características [Sasseron; Carvalho, 2008, p. 337]

Operações epistemológicas		Características
Indução		Procura por padrões, regularidades
Dedução		Identificação de exemplos particulares de leis, regras.
Causalidade		Relação causa-efeito, procura por mecanismo, predição
Definição		Manifestação de entendimento de um conceito
Classificação		Agrupamento de objetos, organismos de acordo com critérios
Apelo a	Analogia Exemplo Atributo Autoridade	Apelo a analogias, exemplos ou atributos como uma forma de explicação
Consistência	Com outro conhecimento Com experiência Compromisso com consistência Metafísica	Fatores de consistência, particular (com a experiência) ou geral (necessário para explicações similares)
Plausibilidade		Afirmação ou avaliação de seu próprio conhecimento ou do conhecimento dos outros

3.6.3 Nível do argumento

A quantidade de afirmações e a presença justificativas, qualificadores, refutadores e julgamentos, assim como as articulações entre esses elementos, estão relacionados, ou

podem definir, a **qualidade do argumento** [Sasseron; Carvalho 2008]. Pode-se então analisar a argumentação através de níveis hierárquicos de qualidade.

Quadro 5 - Níveis hierárquicos para a argumentação [Sasseron; Carvalho, 2008, p. 337]

Níveis hierárquicos	Características
Zero	Quando há afirmações isoladas sem justificativa, ou quando há afirmações que competem sem justificativas
Um	Afirmações isoladas com justificativa.
Dois	Afirmações que competem havendo justificativa
Três	Afirmações que competem com justificativas e qualificadores e as afirmações que competem com justificativas e trazendo refutadores
Quatro	Quando se faz julgamentos integrando diferentes argumentos

Capítulo 4

Análise, resultados e discussões

Nesse capítulo faremos a análise dos dados coletados, assim como discussões pertinentes entre os resultados obtidos e os objetivos da pesquisa. Optamos por focar nossa atenção em cinco momentos distintos da sequência didática. Procederemos da seguinte forma: faremos o estudo de cada momento separadamente, iniciando com uma descrição sucinta, seguida de uma explicação dos motivos pelos quais o escolhemos para, depois, apresentarmos alguns argumentos que nele surgiram, juntamente com nossa análise.

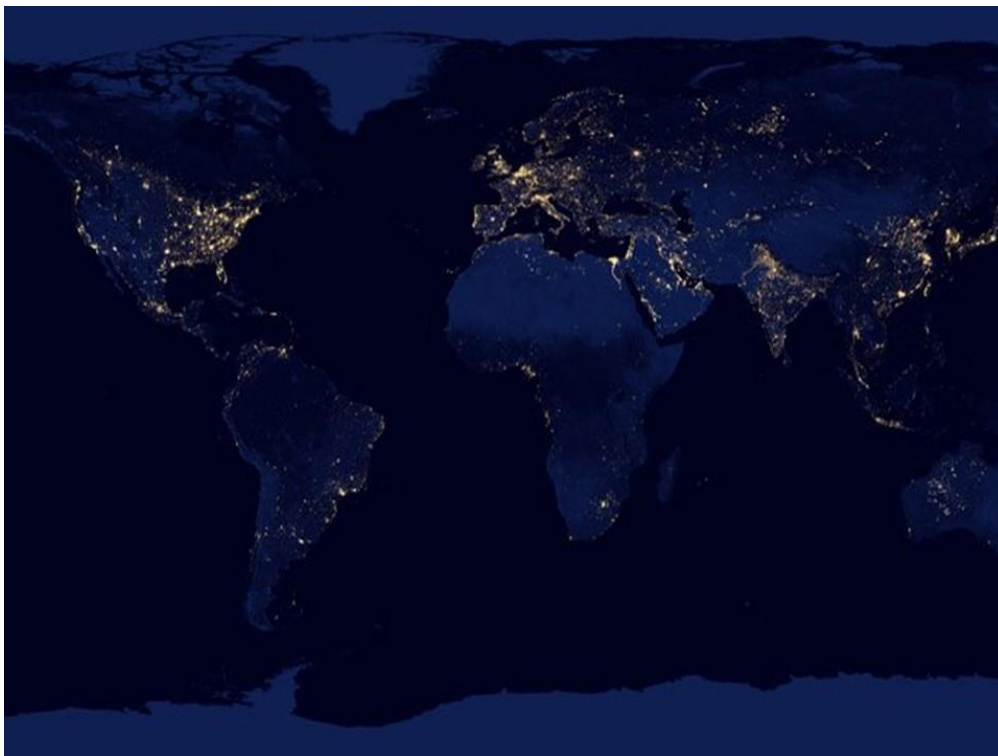
Por motivos de organização e melhor visualização, optamos por apresentar os argumentos, e suas respectivas análises, em quadros. Todos os nomes que aparecem nas análises são fictícios para assegurar e preservar o anonimato dos estudantes.

1º MOMENTO (AULA 06 – “Produção de energia: um assunto que merece bastante atenção”).

O objetivo dessa aula foi discutir a complexidade associada a produção de energia, a partir de dados visuais (imagens, gráficos e tabelas), que foram escolhidos e dispostos de modo a proporcionar a reflexão e a discussão com a turma.

Uma apresentação de slides com o título “Produção de energia: um assunto que precisa de bastante atenção” foi preparada com o intuito de fomentar as discussões e aguçar a curiosidade dos estudantes. A necessidade dessa aula surgiu da análise das respostas da quinta questão, do primeiro questionário respondido pelos alunos. (Diário de bordo do professor, dia 24/03/2015)

Figura 6 - Mapa noturno da Terra



Foi uma aula interativa em que não havia um “roteiro” estabelecido, que se desenvolveu de acordo com a participação da turma.

Expliquei aos alunos o que iríamos fazer ali, disse que gostaria que eles participassem das discussões, que falassem quanto tivessem vontade. Disse que seria a participação deles que daria valor a aula. E o mais importante: disse de onde surgiu a necessidade dessa aula. (Diário de bordo do professor, dia 24/03/2015)

Escolhemos esse momento pois foi idealizado a partir das respostas dos estudantes no primeiro questionário e também por ter sido o primeiro gravado em vídeo e, principalmente, por ter sido uma aula “sem roteiro”.

Quadro 6 –Análise de argumento 01

Argumento	Análise do argumento
Professor: Que mais informações vocês conseguem tirar dali?	Operações epistemológicas usadas:

<p>(Me referia ao mapa noturno da Terra)</p> <p>Carlos: Os continentes polares são menos povoados. São menos povoados professor, as áreas mais escuras. Isso eu percebi.</p>	<p>Dedução: o aluno deduz que as áreas escuras correspondem as áreas menos povoadas, a partir da visualização dos continentes polares, que ele afirma ser menos povoado.</p> <p>Qualidade do argumento:</p> <p>Nível 1: A primeira frase é a justificativa para sua afirmação (segunda frase).</p> <p>Indicadores de AC:</p> <p>Raciocínio lógico: Partindo de uma informação visual o aluno apresenta uma justificativa para depois poder fazer uma afirmação.</p> <p>Explicação: O aluno afirma que as áreas escuras são menos povoadas e essa afirmação vem precedida de uma explicação, quando ele diz que “os continentes polares são mais escuros”</p>
---	--

Quadro 7 - Análise de argumento 02

Argumento	Análise do argumento
<p>Professor: Se a gente juntar esses gráficos com aquele título inicial. Que ligações vocês fazem? (Estava me referindo a gráficos com as projeções de aumento da população brasileira para 2020 e 2025, que estão no anexo 2, p.)</p> <p>Ana: Quanto mais a população cresce mais o consumo de energia cresce.</p>	<p>Operações epistemológicas usadas:</p> <p>Causalidade: o aumento da população é uma das causas do aumento da demanda por energia.</p> <p>Qualidade do argumento:</p> <p>Nível 1: a aluna apresenta uma afirmação isolada com afirmação implícita, na forma de uma relação proporcional.</p> <p>Indicadores de AC:</p> <p>Raciocínio lógico: a aluna articula dados de diferentes fontes (gráficos e texto escrito), formula e responde coerentemente a seguinte questão: Por que a produção de energia merece atenção?</p> <p>Raciocínio proporcional: de acordo com a aluna o “consumo de energia” é uma variável dependente de “população”.</p> <p>AC cívica: a aluna percebe na temática “produção de energia” um problema social, uma vez que o consumo de energia é causado pelo aumento da população.</p>

Quadro 8 - Análise de argumento 03

Argumento	Análise do argumento
<p>Professor: [...] podemos ver, por exemplo, em que regiões do planeta se tem um desenvolvimento tecnológico maior ou menor. Ou seja, mais uso de energia elétrica ou menos. Que foi o que vocês falaram!</p> <p>(me referia ao mapa noturno da Terra)</p> <p>Rita: Então nós estamos na linha vermelha. Que pelo amor de Deus!</p> <p>Professor: Bom, agora se isso é bom ou ruim? O que vocês acham?</p> <p>Rita: Eu acho que é ruim. Não, é ruim por um lado e bom pelo outro.</p> <p>Professor: Vai, dá um exemplo aí.</p> <p>Rita: Ah! O bom é porque, tipo, vai tá em cima a economia do país, tão desenvolvido. E outro que vai tá agredindo a natureza. Eu acho que vai tá poluindo mais também. Que nem no Japão, o ar é poluído por causa dessas coisas.</p>	<p>Operações epistemológicas usadas:</p> <p>Causalidade: a aluna deduz que o desenvolvimento tecnológico e o consumo de energia são responsáveis pelo desenvolvimento econômico.</p> <p>Apelo a exemplo: o Japão é citado como exemplo de um país poluído, devido ao uso excessivo de tecnologias e grande consumo de energia.</p> <p>Plausibilidade: o exemplo do Japão é utilizado para reforçar a hipótese de que o desenvolvimento tecnológico ser “ruim por um lado”.</p> <p>Qualidade do argumento:</p> <p>Nível 4: a aluna levanta uma hipótese e integra diferentes ideias para julgar o consumo de energia elétrica de uma região.</p> <p>Indicadores de AC</p> <p>Raciocínio lógico: a aluna articula suas ideias de forma coerente para expor e defender seu ponto de vista e problematiza o fato de estarmos “abaixo da linha vermelha” ao dizer que isso é “ruim por um lado”.</p> <p>Levantamento de hipótese: em sua segunda fala a aluna levanta a hipótese de que o desenvolvimento tecnológico e o grande consumo de energia apresentam pontos positivos e negativos.</p> <p>Raciocínio proporcional: de acordo com a visão da aluna quanto maior for o consumo de energia maior será a poluição.</p> <p>Previsão: a aluna prevê que um aumento no consumo de energia vai gerar mais poluição.</p> <p>Explicação: a aluna refere-se ao desenvolvimento econômico e a poluição para explicar sua hipótese, de que que um maior consumo de energia é “ruim por um lado e bom pelo outro”.</p> <p>AC cívica: a aluna entende que o desenvolvimento tecnológico está relacionado com o desenvolvimento econômico e que ambos podem causar problemas ambientais.</p>

2º MOMENTO (AULA 11 – ATIVIDADE ESCRITA EM DUPLA)

Nessa aula os estudantes trabalharam em duplas para responder algumas questões abertas. Esse momento foi idealizado para ajudar a desenvolver a capacidade dos estudantes de sintetizar seus conhecimentos, através de argumentação escrita, em situações problema relacionadas a assuntos discutidos em sala de aula e na mídia. Também foi uma forma de buscar indícios do quanto os alunos se apropriaram das discussões das aulas anteriores.

A sala já estava arrumada com as carteiras em dupla. Disse aos alunos que formassem duplas e que poderiam formar novas duplas, diferentes das atividades anteriores. Após eles terem se organizado entreguei uma folha com questões abertas. Expliquei a eles que as questões eram diferentes das anteriores, mas que abordam conceitos já discutidos, tais como biocombustíveis, geração de energia elétrica, energia mecânica, hidrelétricas, crise da água. Eram questões que demandam pensamento crítico, discussão de conceitos com o colega, escrita. (Diário de bordo do professor, dia 14/04/2015)

Escolhemos essa aula, pois foi a primeira em que os estudantes responderam um questionário de maneira mais “formal”. A essa altura da aplicação da sequência didática já havíamos discutido uma série assuntos e haviam questões particularmente interessantes para serem analisadas, pois envolviam articulação de ideias e demandavam pensamento crítico, revisão de conceitos, argumentação e escrita.

Eles responderam às questões propostas, alguns escreveram mais, outros menos. Um comportamento apresentado em outras aulas se repetiu em vários grupos: a “divisão de tarefas”, um aluno respondia a uma questão enquanto o seu colega respondia outra. Nesses grupos não houve muitas discussões, uma vez que cada um tinha uma “missão individual”. Não gosto dessa maneira de trabalhar e acredito que ela vai contra a proposta de trabalho em grupo, mas não interferi no processo, embora tenha questionado suavemente essa postura em alguns grupos. Alguns grupos me deixaram bastante alegres, ao vê-los trabalhar, discutiam bastante os assuntos, procuravam chegar num consenso para depois registrar no papel. Houve conversas entre grupos, o que achei bastante interessante. Houve um caso de duas alunas, de grupos diferentes, que discutiam sobre a “amplitude” de uma determinada questão. (Diário de bordo do professor, dia 14/04/2015)

Quadro 9 - Análise de argumento 04

Argumento	Análise do argumento
<p>Questão: Você é capaz de estabelecer relações entre a recente crise da água e o aumento do custo da energia?</p> <p>“Na tabela já mostra a grande participação da energia hidráulica, com isso, a água está esgotando. Com a falta de água afeta tudo,</p>	<p>Operações epistemológicas usadas:</p> <p>Indução: o fato de haver “grande participação da energia hidráulica” implica num “esgotamento da água” que, por sua vez, gera problemas.</p> <p>Causalidade: o aumento do custo da energia tem como uma das causas o "esgotamento da água".</p>

<p>inclusive a conta de energia que está vindo mais caro.” (Carolina e Marina)</p>	<p style="text-align: center;">Qualidade do argumento:</p> <p>Nível 1: apresenta afirmações isoladas para explicar o aumento no custo da energia.</p> <p style="text-align: center;">Indicadores de AC:</p> <p>Raciocínio lógico: os argumentos apresentam coerência entre si e com a questão. A "grande participação da energia hidráulica" causa "falta de água" que está relacionada com "aumento do custo".</p> <p>Levantamento de hipótese: a "grande participação da energia hidráulica" causa o "esgotamento da água".</p> <p>Explicação: a explicação para o aumento do custo da energia é o "esgotamento da água".</p> <p>AC prática: as alunas demonstram entendimento do funcionamento de uma hidrelétrica, uma vez que relaciona falta de água com aumento do custo da energia.</p>
--	--

Quadro 10 - Análise de argumento 05

Argumento	Análise do argumento
<p>Questão: Você é capaz de estabelecer relações entre a recente crise da água e o aumento do custo da energia?</p> <p>“Sim, por ter a falta de água e o baixo nível das represas outras fontes de energia tiveram que ser acionadas com o custo maior do que a energia hidrelétrica.” (Marcos e Heitor)</p>	<p style="text-align: center;">Operações epistemológicas usadas:</p> <p>Causalidade: a "falta de água e o baixo nível das represas" juntamente com o "maior custo das outras fontes" causam o "aumento do custo da energia").</p> <p>Indução: as "outras fontes são acionadas" quando há "falta de água e baixo nível das represas.</p> <p style="text-align: center;">Qualidade do argumento:</p> <p>Nível 4: os alunos apresentam uma sequência de causas e efeitos que explicam o aumento do custo da energia, demonstrando uma compreensão ampla da situação.</p> <p style="text-align: center;">Indicadores de AC:</p> <p>Explicação: o aumento no custo da energia é explicado pelo acionamento de outras fontes “com o custo maior do que a energia hidrelétrica”, pois a falta de água tornou “baixo o nível das represas”.</p>

	<p>Raciocínio lógico: articula uma sequência de ideias, causas e efeitos, para explicar o aumento do custo da energia elétrica.</p> <p>AC prática: o aluno demonstra conhecer o funcionamento de uma hidrelétrica.</p>
--	--

Quadro 11 - Análise de argumento 06

Argumento	Análise do argumento
<p>Questão: Você é capaz de estabelecer relações entre a recente crise da água e o aumento do custo da energia?</p> <p>“Quanto mais energia mais o consumo de água, porque? A inflação tem aumentado muito quanto a energia, estamos quase sem água, e para produzir energia elétrica é preciso de água para passar pelas turbinas e os geradores captarem aquela energia etc. Esse processo todo, e devido à falta de água por isso creio que aumentou muito. Um exemplo é lá em casa, moramos só eu e minha mãe, não consumimos tanta energia assim, uma conta que era de R\$ 50,00 subiu para R\$ 100,00, foi um absurdo”. (Rita)</p>	<p>Operações epistemológicas usadas:</p> <p>Indução: a água é necessária para produzir energia, então, quanto maior for o consumo de energia maior será a utilização de água. A aluna identifica um padrão de proporcionalidade.</p> <p>Causalidade: o maior custo da energia elétrica e causado pela menor quantidade de água passando “pelas turbinas”.</p> <p>Definição: geradores captam energia quando a água passa por eles.</p> <p>Apelo a exemplo: a aluna usa como exemplo o aumento da conta de energia em sua casa.</p> <p>Plausibilidade: o exemplo é usado para reforçar a ideia do aumento no custo de energia.</p> <p style="text-align: center;">Qualidade do argumento:</p> <p>Nível 3: a aluna utilizou algumas afirmações coerentes entre si e com a questão, apresentando justificativas e qualificadores, mas ao dizer “por isso creio que” fica evidente que não finalizou seu julgamento.</p> <p style="text-align: center;">Indicadores de AC:</p> <p>Explicação: o aumento do custo da energia é explicado pelo fato de ter menos água passando pelos geradores, apesar de ela não ter detalhado como isso ocorre.</p> <p>Raciocínio lógico: articula coerentemente uma série de ideias e afirmações para relacionar a falta de água com o "aumento do custo da energia.</p> <p>Raciocínio proporcional: a aluna utiliza a palavra “quanto” ao relacionar a quantidade consumida de energia com a quantidade consumida de água. E da mesma forma ela relaciona o aumento da inflação com o aumento da energia elétrica.</p>

	<p>AC prática: a aluna demonstra conhecer o funcionamento de uma hidrelétrica, assim como um entendimento do conceito de transformação de energia.</p> <p>AC cívica: a aluna relaciona o aumento do custo da energia com o aumento da inflação e como isso afeta a vida das pessoas, quando conclui que "foi um absurdo".</p>
--	---

Quadro 12 - Análise de argumento 07

Argumento	Análise do argumento
<p>Questão: Descreva como seria uma matriz energética melhor do que a apresentada.</p> <p>“Biomassa, energia eólica, casas com tetos solares, água para o banho que sejam esquentadas no reservatório térmico para não precisar de usar energia elétrica, geradores em casas, indústrias que não poluem tanto, aterros sanitários, aproveitamento da água, plantar mais árvores, para ter mais fotossíntese etc.”. (Rita)</p>	<p>Operações epistemológicas usadas:</p> <p>Apelo a exemplo: a aluna utiliza exemplos de utilização da energia solar para justificar sua inclusão na matriz energética.</p> <p>Qualidade do argumento:</p> <p>Nível 1: a aluna apresenta várias afirmações isoladas e sem justificativas, mas justificativa o uso de "casas com tetos solares" e de "água para o banho que sejam esquentadas no reservatório térmico" como medidas para reduzir o consumo de energia elétrica.</p> <p>Indicadores de AC:</p> <p>Raciocínio lógico: a aluna utiliza um conjunto de afirmações coerentes entre si e com a questão proposta, muito embora tenha saído um pouco dela.</p> <p>Explicação: a redução do consumo de energia explica sua opção de utilizar “tetos solares”, assim como a aumento da fotossíntese explica sua opção de “plantar mais árvores”.</p> <p>AC Prática: lista ações e artefatos tecnológicos com efeitos práticos no consumo de energia e, conseqüentemente, na matriz energética.</p> <p>AC cívica: a aluna apresenta ações coletivas com impactos na saúde, meio ambiente e bem-estar social, apesar de ter saído um pouco da questão proposta.</p>

Quadro 13 - Análise de argumento 08

Argumento	Análise do argumento
<p>Questão: Descreva como seria uma matriz energética melhor do que a apresentada.</p> <p>“Maior porcentagem de energia hidrelétrica, menos de carvão e petróleo e mais como energia solar e energia mais limpa para o nosso planeta”.</p> <p>(Ana e Milena)</p>	<p>Operações epistemológicas usadas:</p> <p>Causalidade: a redução do uso de fontes que poluem e o aumento do uso de fontes que não poluem proporcionam "energia mais limpa para o nosso planeta".</p> <p>Qualidade do argumento:</p> <p>Nível 2: as afirmações são coerentes entre si, com a questão proposta e são justificadas pela afirmação "energia mais limpa para o nosso planeta".</p> <p>Indicadores de AC:</p> <p>Raciocínio lógico: as alunas utilizam a poluição com um critério para propor uma matriz energética melhor, como solicitou a questão.</p> <p>Explicação: a busca por “energia mais limpa para o planeta” é uma explicação apresentada para suas escolhas.</p> <p>AC cívica: as alunas propõem uma matriz energética pensando na saúde e no meio ambiente.</p>

3º MOMENTO (AULA 15 – PROVA ESCRITA)

Nessa aula os alunos fizeram uma avaliação escrita formal, uma prova que faz parte da semana de provas da escola.

Algo muito interessante foi o diálogo com uma aluna após a prova.

Eliane: Poxa! Eu achei que teria muito mais questões de fazer conta na prova.

Professor: Mas nas aulas que tivemos, e nas outras atividades, nós não fizemos muitas contas. Nós discutimos mais os conceitos e debatemos os assuntos relacionados.

Eliane: Mas pra mim física é mais conta. Quando penso em física eu penso em continhas.

Professor: Mas não teria sido coerente com as aulas que tivemos, se eu tivesse dado uma prova com muitas contas.

Eliane: É verdade.

(Diário de bordo do pesquisador, dia 30/04/2015)

Escolhemos esse momento pois foi o único da sequência didática em que os estudantes trabalharam individualmente, tendo que responder a questões abertas relacionadas aos

assuntos discutidos nas últimas aulas, questões que envolveram posicionamento crítico, raciocínio e articulação de alguns conceitos.

Em várias questões alguns alunos perguntaram coisas do tipo: “Essas respostas são pessoais?” ou “Isso aqui é só a minha opinião?”, provavelmente associando com o primeiro questionário respondido por eles. Disse que não existem respostas padrão, mas que em função de tudo que nós já havíamos estudado que eles procurassem pensar e escrever coisas corretas, que todas as questões seriam corrigidas. Obviamente que, em função das perguntas, as respostas seriam personalizadas, que carregariam parte da visão deles, o que tornou a prova uma atividade interessante. Algumas questões vieram em branco, algumas não foram respondidas com muito empenho, mas no geral os alunos responderam a maioria das questões. (Diário de bordo do professor, dia 30/04/2015)

Quadro 14 - Análise de argumento 09

Argumento	Análise do argumento
<p>Questão: Segundo o Relatório Brundtland apresentado pela ONU em 1987, a expressão <i>sustentabilidade no desenvolvimento</i> pode ser explicada como “o desenvolvimento que satisfaz às necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades”. Vamos definir o termo “<i>fonte de energia limpa</i>” como sendo uma fonte energética que permita um desenvolvimento sustentável.</p> <p>Cite uma fonte de energia que você considera limpa. Justifique sua resposta.</p> <p>“Eólica - dos ventos - não polui porque vem da natureza. Hidrelétricas - porque vem da força da água não polui. Solar - tem várias vantagens, e não polui, e não agredirá ninguém”. (Rita)</p>	<p>Operações epistemológicas usadas:</p> <p>Definição: a aluna define as fontes eólica e hidrelétrica.</p> <p>Causalidade: não poluir e não ser agressiva aos seres vivos são causas de sustentabilidade.</p> <p>Qualidade do argumento:</p> <p>Nível 2: as afirmações são coerentes entre si e com a questão proposta e são justificadas.</p> <p>Indicadores de AC:</p> <p>Raciocínio lógico: as afirmações são coerentes entre si e com a questão proposta.</p> <p>Explicação: não poluir e não ser agressiva aos seres vivos é uma explicação apresentada para enquadrar as fontes energéticas citadas no grupo das limpas.</p> <p>AC prática: a aluna demonstra conhecer as fontes energéticas citadas.</p> <p>AC cívica: a aluna reconhece que sustentabilidade está relacionada à saúde, meio ambiente e o bem-estar social.</p>

Quadro 15 - Análise de argumento 10

Argumento	Análise do argumento
-----------	----------------------

<p>Questão: Segundo o Relatório Brundtland apresentado pela ONU em 1987, a expressão <i>sustentabilidade no desenvolvimento</i> pode ser explicada como “o desenvolvimento que satisfaz às necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades”. Vamos definir o termo “<i>fonte de energia limpa</i>” como sendo uma fonte energética que permita um desenvolvimento sustentável.</p> <p>Cite uma fonte de energia que você considera limpa. Justifique sua resposta.</p> <p>“Eólica é uma energia limpa, não compromete gerações futuras, porém não satisfaz tanto assim. Com a eólica não dá para suprir algumas necessidades, como abastecimento de cidades”. (Michele)</p>	<p>Operações epistemológicas usadas:</p> <p>Apelo a exemplo: o abastecimento de cidades é apresentado com um exemplo de algo que a energia eólica não satisfaz.</p> <p>Qualidade do argumento:</p> <p>Nível 3: a aluna apresenta a energia eólica como uma fonte sustentável, mas ao mesmo tempo apresenta um argumento refutador.</p> <p>Indicadores de AC:</p> <p>Raciocínio lógico: a aluna responde de forma coerente, e justifica com informações presentes no enunciado da questão.</p> <p>Explicação: a aluna afirma que a energia eólica não "satisfaz tanto assim" e explica isso dizendo que, por exemplo, não dá para abastecer cidades com ela.</p> <p>AC prática: a aluna demonstra conhecer a fonte energética citada e isso fica evidente quando ela afirma não ser possível abastecer cidades com ela.</p>
---	--

Quadro 16 - Análise de argumento 11

Argumento	Análise do argumento
<p>Questão: Segundo o Relatório Brundtland apresentado pela ONU em 1987, a expressão <i>sustentabilidade no desenvolvimento</i> pode ser explicada como “o desenvolvimento que satisfaz às necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades”. Vamos definir o termo “<i>fonte de energia limpa</i>” como sendo uma fonte energética que permita um desenvolvimento sustentável.</p> <p>Cite uma fonte de energia que você considera limpa. Justifique sua resposta.</p> <p>“A energia térmica, pois sua produção vem dos raios solares, que não causa nenhum dano aparente a natureza e deveria haver investimentos por parte do governo nesse tipo de produção de energia”. (Willian)</p>	<p>Operações epistemológicas usadas:</p> <p>Causalidade: "não causar dano aparente a natureza" é apresentada como uma das causas de sustentabilidade.</p> <p>Qualidade do argumento:</p> <p>Nível 3: as afirmações justificam a indicação da energia "térmica" como sustentável, além de o aluno acrescentar uma opinião política a sua resposta, qualificando ainda mais seu ponto de vista.</p> <p>Indicadores de AC:</p> <p>Raciocínio lógico: o aluno utiliza um critério coerente para classificar a energia “térmica” como limpa.</p> <p>Explicação: a afirmação "não causa nenhum dano aparente a natureza" é apresentada como</p>

	<p>explicação da escolha e da classificação da energia "térmica" como limpa.</p> <p>AC cívica: o aluno assume uma posição política quando afirma que "deveria haver investimentos por parte do governo nesse tipo de produção de energia", pensando na saúde e no meio ambiente, pois essa forma de energia "não causa nenhum dano aparente a natureza".</p>
--	---

4º MOMENTO (TRABALHO INDIVIDUAL FINAL)

Não se tratou de um momento de interação entre os sujeitos da pesquisa, mas de uma de reflexão pessoal. Cada estudante foi convidado a expressar, de maneira livre, o que ele aprendeu, gostou, achou interessante, importante, etc., ou seja, alguma experiência vivida por ele e proporcionada pela sequência didática.

Escolhemos esse momento pois nele os estudantes puderam produzir argumentos de formas diferenciadas, favorecendo que percepções mais profundas surgissem, ou seja, possibilitando que os estudantes manifestassem as experiências que lhes foram proporcionadas pela sequência didática.

Quadro 17 - Análise de argumento 12

Argumento	Análise do argumento
<p>Contexto: Poesia desenvolvida no trabalho final.</p> <p>Energia solar: a saída</p> <p>Muitos me falaram De sustentabilidade Mas para aplicar esta palavra Temos certa dificuldade</p> <p>Enquanto muitos gastam Sem pensar nas consequências O planeta pede socorro E para isso não tem indulgência</p>	<p>Operações epistemológicas usadas:</p> <p>Causalidade: ao supor que “essa plaquinha seja a solução para o aquecimento global” o aluno está deduzindo que as principais fontes energéticas que utilizamos contribuem para o agravamento do problema.</p> <p>Qualidade do argumento:</p> <p>Nível 4: o aluno demonstrou habilidade ao apresentar muitas afirmações e articula-las de maneira coerente, contextualizando e justificando sua proposição.</p> <p>Indicadores de AC:</p> <p>Raciocínio lógico: o aluno articula de maneira coerente uma série de ideias a fim de apresentar o potencial da energia solar para a sustentabilidade.</p>

<p>Mas a tecnologia Que hoje é tão importante Inventou uma engenhoca Bastante interessante</p> <p>Energia solar As plaquinhas no telhado Muito mais que preservar Fazer tudo ficar ligado</p> <p>Talvez essa plaquinha Tão simples, tão normal Seja a solução Para o aquecimento global</p> <p>(Alex)</p>	<p>Levantamento de hipótese: ao utilizar a palavra “talvez” o aluno levanta a hipótese de que a energia solar “seja a solução para o aquecimento global”.</p> <p>Explicação: a preservação do meio ambiente e a capacidade de “fazer tudo ficar ligado” é a explicação apresentada para a energia solar ser “a saída” e ao longo da poesia ele explica as necessidades de se inventar essa “engenhoca”.</p> <p>AC prática: o aluno demonstra conhecer as “plaquinhas no telhado” que convertem energia solar em elétrica quando se refere a elas como “simples” e “normais”.</p> <p>AC cívica: o aluno apresenta a “sustentabilidade” é apresentada como um slogan e não como algo praticado e chama a atenção para as consequências do consumismo. Também destaca a importância da tecnologia e seu potencial para a sustentabilidade.</p>
---	---

Quadro 18 - Análise de argumento 13

Argumento	Análise do argumento
<p>Contexto: Desenho e texto presentes no trabalho individual final do aluno Eliseu.</p>	<p>Operações epistemológicas usadas:</p> <p>Classificação: o aluno classifica a energia em duas categorias (renováveis e não renováveis).</p> <p>Definição: ao dizer que “a energia move o mundo” o aluno está, de certa forma, nos apresentando a sua concepção do conceito de energia.</p> <p>Qualidade do argumento:</p> <p>Nível 1: quando o aluno diz “A energia move o mundo” nos dá uma impressão de “título” para a imagem, que é justificada quando ele diz que a energia está “em quase tudo ou em tudo”.</p> <p>Indicadores de AC:</p> <p>Raciocínio lógico: o desenho produzido pelo aluno está em consonância com sua afirmação de que “a energia move o mundo”.</p>



AC prática: ao dizer “entendi que em quase tudo ou em tudo tem energia” o aluno demonstra ter desenvolvido compreensão, durante a sequência didática, de alguns fenômenos naturais e artefatos tecnológicos.

“A energia move o mundo, eu entendi que em quase tudo ou em tudo tem energia e ela é bem importante para a nossa vida. Ela pode ser dividida em renováveis e não renováveis”. (Eliseu)

Quadro 19 - Análise de argumento 14

Argumento	Análise do argumento
<p>Contexto: Parte escrita do trabalho final da aluna Mariana:</p> <p>“A usina hidrelétrica é muito importante para nós, pois gera energia elétrica sustentável e renovável e é a mais barata, pois vem da água. Apesar de ser uma fonte renovável a energia elétrica causa impactos ambientais, como a inundação das barragens e destruição de habitats dos animais. [...] Na hora da construção, são contratados milhares de trabalhadores, que largam tudo no seu estado para trabalhar nas usinas, e passam a viver em situações</p>	<p>Operações epistemológicas usadas:</p> <p>Causalidade: a aluna relaciona a construção de usinas hidrelétricas com uma série de impactos ambientais e sociais.</p> <p>Definição: ao mencionar que as hidrelétricas geram “energia elétrica sustentável e renovável” e que essa produção é “a mais barata, pois vem da água” a aluna está manifestando o entendimento de como essa fonte energética funciona.</p>


<p>precárias nos dormitórios. Quando a construção acaba eles são dispensados e muitas vezes não tem mais dinheiro para voltar e precisam trabalhar no campo; e os índios que são forçados a largar seus costumes, suas casas, a se mudarem, por causa da construção. [...]"</p> <p>(Mariana)</p>	<p>Qualidade do argumento:</p> <p>Nível 4: a aluna analisa as hidrelétricas, contrapondo aspectos positivos e negativos, explicitando problemas ambientais e sociais. Os prós e contras apresentados são de extrema relevância para a sociedade.</p> <p>Indicadores de AC:</p> <p>Raciocínio lógico: a aluna demonstra coerência em apresentar os aspectos positivos e negativos relacionados as hidrelétricas.</p> <p>Explicação: os impactos ambientais causados pela construção de uma hidrelétrica, “como a inundação das barragens e destruição dos habitats dos animais” são mencionados como explicação para o fato de os índios serem “forçados a largar seus costumes, suas casas, a se mudarem”.</p> <p>AC cívica: aluna destaca a importância das hidrelétricas para a sociedade, mas apresenta e discute problemas ambientais e sociais graves relacionados a essa forma de produção de energia. Os argumentos são expostos como denúncias, não com um balanço entre custos e benefícios.</p>
--	---

Quadro 20 - Análise de argumento 15

Argumento	Análise do argumento
<p>Contexto: Parte escrita do trabalho final do aluno Gustavo.</p> <p>“Eu aprendi sobre vários tipos de energia, igual a hidrelétrica que é uma energia limpa e traz poucos tipos de poluição, mas também como os desvios de rios atingem vários tipos de espécies e prejudica a fauna e a flora. Conheci energias que são limpas e renováveis. Ex. energia eólica e painéis solares, energias que não prejudicam o meio ambiente e não emitem gases poluentes”.</p> <p>(Gustavo)</p>	<p>Operações epistemológicas usadas:</p> <p>Causalidade: as hidrelétricas causam prejuízos a fauna e a flora.</p> <p>Definição: o aluno define que energias limpas são aquelas que “não prejudicam o meio ambiente e não emitem gases poluentes”.</p> <p>Apelo a exemplo: o aluno utiliza dois exemplos para ilustrar o que ele chama de “energia limpa”</p> <p>Qualidade do argumento:</p> <p>Nível 3: o aluno apresenta justificativa para classificar a hidrelétrica como “energia limpa” e, ao mesmo tempo, apresenta elementos refutadores ao citar seus impactos ambientais.</p> <p>Indicadores de AC:</p>

	<p>Raciocínio lógico: o aluno articula ideias de forma coerente ao relatar o que aprendeu com a sequência didática, considerando aspectos positivos e negativos de um mesmo assunto e fazendo uma definição.</p> <p>AC cívica: o aluno reconhece, além dos benefícios, os impactos ambientais causados pela construção de uma hidrelétrica.</p>
--	---

Quadro 21 - Análise de argumento 16

Argumento	Análise do argumento
<p>Contexto: Desenho e texto presentes no trabalho individual final do aluno Marcos.</p> <p style="text-align: center;">O mundo gira em torno da eletricidade</p>  <p>“Aprendi com as aulas como são produzidos vários tipos de energia, como funcionam as usinas, os riscos que elas nos trazem e também os benefícios, vimos um pouco de cálculo e aprendemos como funcionam as energias cinética e a energia gravitacional”</p> <p>(Marcos)</p> <p>Professor: Achei interessante que você colocou a Terra com um símbolo de energia no meio.</p>	<p>Operações epistemológicas usadas:</p> <p>Apelo a analogia: a expressão “Tudo gira em torno da eletricidade” foi representada na figura produzida pelo aluno.</p> <p style="text-align: center;">Qualidade do argumento:</p> <p>Nível 2: o aluno cita a importância da eletricidade e faz uso de uma analogia para justificar a figura produzida por ele.</p> <p style="text-align: center;">Indicadores de AC:</p> <p>Raciocínio lógico: o aluno parte de uma análise cultural e uma analogia para produzir uma figura com significado intrínseco.</p> <p>Explicação: o aluno explica a lógica em seu desenho ao afirmar que “O planeta sem eletricidade, sem energia elétrica não seria quase nada. Tudo gira em torno da eletricidade”.</p> <p>AC prática: o aluno demonstra ter se apropriado de conhecimentos relacionados as formas de produção de energia, conhecendo os aspectos positivos e negativos.</p> <p>AC cívica: conhecer os riscos e benefícios relacionados as formas e produção de energia é importante para o posicionamento crítico.</p> <p>AC cultural: ao dizer que “tudo gira em torno da eletricidade” o aluno está descrevendo um importante elemento dentro da cultura mundial, evidenciando o padrão dominante de desenvolvimento.</p>

Marcos: O planeta sem eletricidade, sem energia elétrica não seria quase nada. Tudo gira em torno da eletricidade.	
---	--

5º MOMENTO (REFERENTE A AULA 19 – ENTREVISTAS)

Na aula 19 a turma realizou um debate no formato de júri simulado. Nesse debate havia três grupos e três fontes energéticas. Em cada uma das duas rodadas os estudantes tiveram que defender uma dessas fontes e atacar as demais. Cada rodada ocupou uma aula de 55 minutos.

Quadro 22 - Organização do júri simulado

	1ª Rodada		
	Defender	Atacar	
Grupo 1	Hidrelétricas	Biocombustíveis	Usinas nucleares
Grupo 2	Biocombustíveis	Usinas nucleares	Hidrelétricas
Grupo 3	Usinas nucleares	Hidrelétricas	Biocombustíveis
	2ª Rodada		
	Defender	Atacar	
Grupo 1	Usinas nucleares	Hidrelétricas	Biocombustíveis
Grupo 2	Hidrelétricas	Biocombustíveis	Usinas nucleares
Grupo 3	Biocombustíveis	Usinas nucleares	Hidrelétricas

Essa atividade foi idealizada desde o início da construção da sequência didática para ser o seu encerramento, e também a principal fonte de dados, por haver nela um enorme potencial de fomentar argumentação entre os estudantes.

O debate se iniciou dentro do planejado. Algumas estratégias preparadas pelos estudantes, alguns deles, foram colocadas em prática. Em um dos grupos houve uma divisão entre “ataque” e “defesa”. Esse grupo explorou bastante os textos fornecidos e procuraram informações em outros textos e documentários. O segundo grupo, composto só de meninos, demonstrou pouca habilidade em defender os biocombustíveis, mas bastante desenvoltura em atacar os demais grupos. O terceiro grupo também utilizou bem os textos e trouxe perguntas formuladas para seus adversários. A maioria dos alunos se preparou para o debate. A ordem pensada não foi mantida. Todos queriam falar, expor seus argumentos e rebater os argumentos dos oponentes. Em vários momentos tive que intervir para reestabelecer a ordem. Quando um grupo era atacado vários integrantes dele queriam ter a palavra para se defender. Inicialmente eu era quem concedia a palavra aos estudantes e passava a palavra aos outros grupos, mas em vários momentos havia na sala uma discussão acalorada entre eles, seguida de um reestabelecimento da ordem. Os argumentos foram do básico

até os mais sofisticados. A maioria dos alunos participou nessa primeira aula. A aula acabou e eles foram dispensados, sabendo que ainda haveria uma segunda rodada. (Diário de bordo do professor, dia 13/05/2015)

Infelizmente a gravação das duas aulas em que ocorreram o debate do júri simulado foram perdidas devido a problemas com o aparelho de filmagem. Durante duas semanas busquei recuperar os arquivos, mas mesmo com o auxílio de profissionais da área de computação isso não foi possível. O diário de bordo constitui fonte de dados desse dia ímpar na vida escolar dos estudantes e na minha.

Em todo o debate, duas aulas, houve muita participação dos alunos, todos falaram, sem exceção. Alunos que quase não falavam durante as aulas participaram; alunos que não demonstravam interesse nas aulas estavam engajados nas discussões. Não houve reclamações do tipo “poxa, duas aulas de física? ”, “mas nem tem física hoje! ” ou “ essa aula está demorando”. A aula acabou e várias alunos queriam falar; eles estavam agitados, exaltados com o embate de ideias e com o calor da discussão. Dez minutos se passaram e eles permaneceram sentados nas carteiras, ou levantados para se expressar melhor, mas não para ir embora. Tive que encerrar o debate, pois eles teriam aula com outro professor e eu receberia outra turma, que já estava na porta esperando. Os ânimos foram voltando ao normal na medida em que eu os parabenizava pela participação e agradecia pelo momento que eles me proporcionaram. Não existe uma maneira de medir o brilho nos olhos dos alunos, mas ele estava lá. Os alunos foram saindo e comentando o debate, alguns me agradeceram e disseram ter gostado. A aluna que havia filmado pediu que fizesse um debate com a turma dela também. Essa foi a melhor aula que já dei. Nunca havia feito algo assim e nunca tinha presenciado um comportamento semelhante em meus alunos. Isso encheu-me de ânimo e alegria e serviu de indício de que o trabalho foi bem feito. (Diário de bordo do professor, dia 13/05/2015)

Convidamos então alguns estudantes a participarem de uma entrevista aberta, na qual falaram do debate, da sequência didática e do trabalho final que produziram. Alguns alunos se voluntariaram a participar dessa entrevista. Optamos por analisar os dados dessa entrevista, pois são argumentos orais feitos de forma livre, informal e espontâneo. Também por retratar a visão dos alunos a respeito da sequência didática e do debate, momento em que houve maior interação entre eles.

Quadro 23 - Análise de argumento 17

Argumento	Análise do argumento
<p>Rita: Eu fiz a solar e a usina nuclear. Eu fiz a solar porque ela é a energia mais interessante pra mim do que a hidrelétrica. Porque você não vai gastar nada se você tiver uma placa, um monte de placa na sua casa, você nem vai gastar energia. Não tem é, a energia quando você vai tomar banho, esqueci o nome daquilo, serpentina?</p>	<p>Operações epistemológicas usadas:</p> <p>Definição: de acordo com a aluna a energia solar é renovável, não polui e não apresenta custo de produção.</p> <p>Causalidade: falhas nas usinas nucleares causam problemas de saúde nas pessoas.</p> <p>Apelo a exemplo: a aluna cita o aquecimento da água pela energia solar, que o “avô fez na casa</p>

<p>Professor: Essa é a peça que fica dentro do chuveiro.</p> <p>Rita: É, não sei, tem uma lá que eu vi de energia solar, que é muito interessante. Meu avô fez na casa dele. Ele colocou uma reserva de água esquentado, tipo que na energia solar e quando ligava a água saia pelando. Não precisava nem esquentar. Eu achei muito interessante por que é energia renovável, e não precisa gastar muito e todo mundo vai usar, assim sem poluir nada. A usina nuclear foi a que eu achei mais interessante, mas ao mesmo tempo a que mais prejudica. Porque é muito interessante, tem muita tecnologia, mas ela é muito perigosa por causa da radiação. E quando aquilo lá falhar? Vai ser bem mais caro pra fechar, como a gente fez no debate. Vai ser muito difícil fechar, desativar. Pessoas vão ficar com câncer, achei muito assim, muito difícil pra coisar (sic) depois.</p>	<p>dele”, como alternativa para dispensar o uso de energia elétrica.</p> <p>Consistência com experiência: o exemplo citado confere consistência a argumentação da aluna, que defende que a energia solar é mais interessante que a hidrelétrica.</p> <p>Plausibilidade: ao lançar mão de um exemplo, proveniente de sua experiência, e de outras informações a respeito da utilização de energia solar a aluna fornece plausibilidade ao seu ponto de vista.</p> <p style="text-align: center;">Qualidade do argumento:</p> <p>Nível 4: a aluna faz julgamentos a respeito do potencial de utilização de duas importantes fontes energéticas.</p> <p style="text-align: center;">Indicadores de AC:</p> <p>Raciocínio lógico: a aluna expõe de maneira clara e coerente as ideias que conduziram a confecção do trabalho final.</p> <p>Raciocínio proporcional: de acordo com a aluna é “bem mais caro pra fechar” uma usina nuclear. Esse “bem mais caro” é uma comparação com o custo de construção da usina.</p> <p>Previsão: haverá um grande gasto de recursos e algumas pessoas vão “ficar com câncer” caso aconteça alguma “falha” na usina nuclear.</p> <p>AC prática: a aluna demonstra conhecer os artefatos que fazem a conversão de energia solar em elétrica ou em térmica.</p> <p>AC cívica: a aluna considera sustentabilidade e custo ao defender o uso da energia solar. Também demonstra conhecer e se preocupar com os impactos ambientais e sociais causados por falhas nas usinas nucleares.</p>
--	---

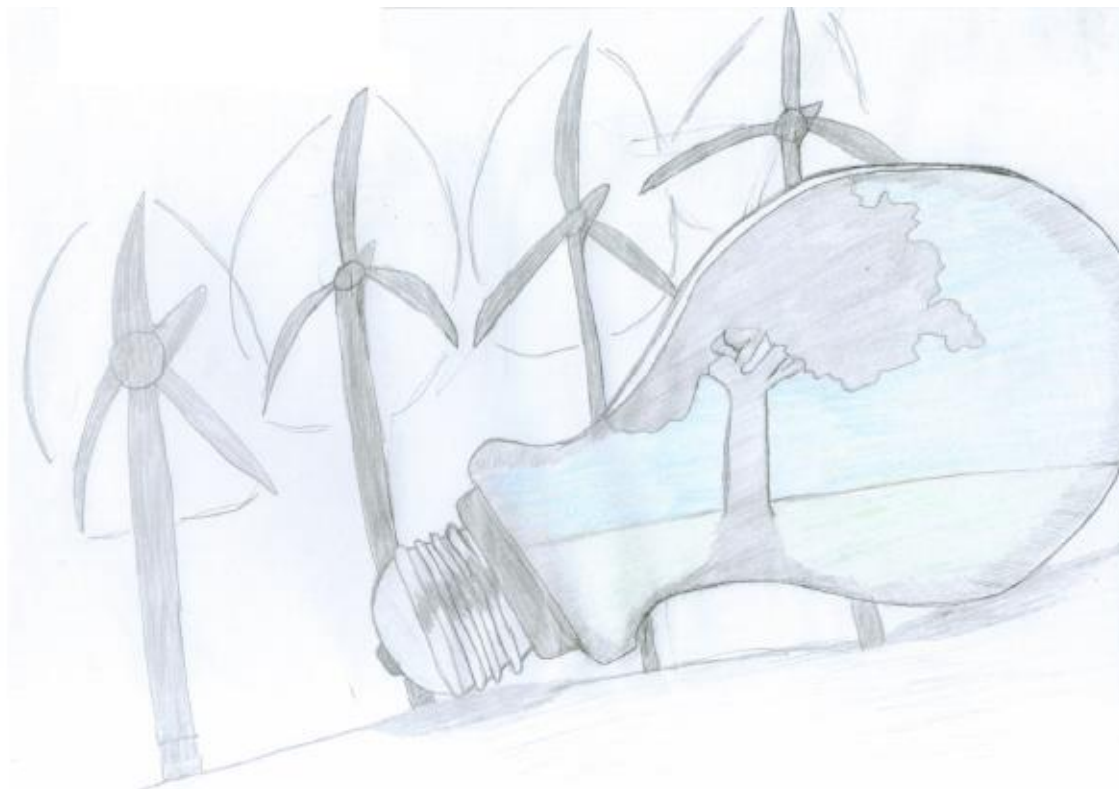
Figura 7 – Desenho feito pela aluna Carolina em seu trabalho final



Quadro 24 - Análise de argumento 18

Argumento	Análise do argumento
<p>Contexto: A aluna Carolina fala sobre o desenho produzido por ela (figura 7) no trabalho individual final e sobre o debate.</p> <p>“Eu escolhi no trabalho fazer sobre energia renováveis e não renováveis. Porque na energia renovável nem todas, vamos dizer, que todas são boas, cada uma tem o seu defeito, tem as suas desvantagens. A energia hidrelétrica é uma energia muito boa, é uma energia renovável, mas também tem umas desvantagens, a questão dos peixes e até os povos onde faz a hidrelétrica. [...] No debate tinha coisas ali que eu nem sabia e acabei aprendendo, defendendo e atacando, entendeu, aprendendo coisas que eu nem imaginava. Foi muito interessante. E a energia solar também que é uma energia muito boa, que eu achei muito interessante também e eu não vejo em lugares, não vejo em muitos lugares, mas pelos estudos eu vi, achei que pelo sol a melhor forma, entendeu, de produzir energia”. (Carolina)</p>	<p>Operações epistemológicas usadas:</p> <p>Classificação: no desenho produzido pela aluna ela apresenta dez fontes energéticas e as agrupa entre renováveis (parte de cima) e não-renováveis.</p> <p>Definição: a aluna demonstra conhecer o que é uma fonte renovável de energia.</p> <p>Apelo a exemplo: a aluna cita desvantagens das hidrelétricas para exemplificar a sua afirmação anterior (“cada uma tem o seu defeito”).</p> <p>Qualidade do argumento:</p> <p>Nível 4: a aluna chama atenção para o fato de as fontes energéticas renováveis apresentarem desvantagens, e cita exemplos. Ao final de sua argumentação ela emite um julgamento a respeito de qual delas é a “melhor forma de produzir energia”.</p> <p>Indicadores de AC:</p> <p>Raciocínio lógico: A aluna demonstra coerência na articulação de ideias e informações.</p> <p>AC prática: a aluna demonstra conhecer os artefatos que fazem a conversão de energia solar em elétrica.</p> <p>AC cívica: a aluna compreende que as formas de produção de energia apresentam aspectos positivos e negativos, estando relacionados a questões ambientais e sociais. Ela também se posiciona criticamente ao mencionar que a energia solar é a “melhor forma de produzir energia”.</p>

Figura 8 – Desenho feito pelo aluno Luciano em seu trabalho final



Quadro 25 - Análise de argumento 19

Argumento	Análise do argumento
<p>Contexto: O aluno Luciano fala sobre o desenho produzido por ele (figura 8) no trabalho individual final.</p> <p>Luciano: Eu fiz esse desenho porque, no caso é a energia eólica, a energia dos ventos. Aí eu achei legal, tava pensando assim, achei legal fazer esse negocinho aqui girando, a energia, como se fosse aqui o vento por dentro da lâmpada, fazendo esse negocinho girar pra dar energia a lâmpada.</p> <p>Professor: Isso aqui no cantinho representa o ar no caso?</p> <p>Luciano: É eu tentei, tentei fazer o ar. Girando, no caso o vento que tá fazendo girar tá por dentro da lâmpada, fazendo energia. No caso é como se fosse uma coisa só.</p>	<p>Operações epistemológicas usadas:</p> <p>Definição: o aluno define a energia eólica como sendo “a energia dos ventos”.</p> <p>Plausibilidade: a árvore que depende do ar; ar que é necessário para gerar movimento; e o movimento das pás dos geradores eólicos, são elementos presentes do desenho, e citados pelo aluno, que tornam a representação da energia eólica razoável.</p> <p>Apelo a analogia: o “vento por dentro da lâmpada” é uma analogia utilizada pelo aluno para mostrar que a energia eólica e a energia elétrica são “uma coisa só”.</p> <p>Qualidade do argumento:</p> <p>Nível 2: o aluno apresenta uma série de ideias que justificam a forma como ele escolheu para representar a energia eólica.</p> <p>Indicadores de AC:</p>

<p>Professor: E a ideia de colocar uma arvorezinha?</p> <p>Luciano: Como se fosse o meio ambiente, não tem? Porque a árvore respira pelo ar. Aí eu achei legal colocar a árvore pra entender também que era como se tivesse no campo, como se tivesse vento para fazer girar, aí eu coloquei por dentro da lâmpada.</p>	<p>Raciocínio lógico: o aluno articula, representa artisticamente, e descreve uma série de ideias que utilizou para conseguir representar a energia eólica e a sua conexão com a energia elétrica. No desenho a árvore foi colocada dentro da lâmpada para demonstrar a presença do vento (ar).</p> <p>Justificativa: no desenho a árvore foi colocada dentro da lâmpada para justificar a presença de vento.</p> <p>Explicação: o aluno explica que a presença de vento implica no movimento das pás e, conseqüentemente, na conversão de energia eólica em elétrica que é fornecida a lâmpada.</p> <p>AC prática: o aluno demonstra compreender a conversão de energia eólica em elétrica e os elementos essenciais para o processo.</p>
---	--

Quadro 26 - Análise de argumento 20

Argumento	Análise do argumento
<p>Carla: Sobre o debate eu achei interessante por causa da energia nuclear. Porque? Eu tinha muita dúvida se poluía ou se não poluía. Então o que aconteceu? A gente conseguiu tirar todas as dúvidas aquele dia, nem todas né, porque não tinha tempo suficiente. Mas assim, sobre a questão de poluir, se poluía todo o local onde estava a usina, se não poluía. A gente tirou as dúvidas, sabíamos sim que poluía e demora muito tempo pra depois, vamos supor, o pessoal voltar pra morar ali no mesmo local.</p> <p>Professor: Mas ela polui se tiver ...</p> <p>Carla: Se ela explodir e tiver pessoas que não sabem, quer dizer, até sabem mexer, mas sempre tem algum problema, então passar por cima desse problema e deixar algo mal. Então acaba fazendo aquele efeito, uma hora vai acabar acontecendo, igual naquela usina lá, Chernobyl?</p>	<p>Operações epistemológicas usadas:</p> <p>Causalidade: segundo a aluna a explosão de uma usina nuclear causa poluição ao meio ambiente e faz com que as pessoas tenham que ficar muito tempo sem habitar o local.</p> <p>Apelo a exemplo: a aluna cita Chernobyl como exemplo do que as falhas humanas podem causar em usinas nucleares.</p> <p>Plausibilidade: o exemplo é utilizado para reforçar a ideia de que as usinas nucleares poluem e que tais situações já ocorreram. Então é razoável dizer que as usinas nucleares poluem.</p> <p>Qualidade do argumento:</p> <p>Nível 3: a aluna apresenta uma sequência de condições (“algum problema”, “passar por cima desse problema”, “explosão”, “pessoas que não sabem”) que aumentam os riscos de problemas ambientais.</p> <p>Indicadores de AC:</p> <p>Raciocínio lógico: a aluna descreve de maneira coerente como uma usina nuclear pode representar uma ameaça, poluindo o meio ambiente.</p>

	<p>Explicação: a aluna explica sua afirmação, de que as usinas nucleares poluem, ao dizer que isso acontece quando há uma explosão.</p> <p>Previsão: como as usinas são operadas por pessoas e problemas técnicos ocorrem naturalmente, alguém pode “passar por cima desse problema e deixar algo mal”, ou seja, “uma hora vai acabar acontecendo” um problema ambiental.</p> <p>AC cívica: a aluna reconhece que a ciência e a tecnologia podem causar grandes impactos ambientais, mas que é nossa a responsabilidade de conduzir os artefatos tecnológicos.</p>
--	---

Quadro 27 - Análise de argumento 21

Argumento	Análise do argumento
<p>Professor: O grupo de vocês chegou a defender a usina nuclear em algum momento?</p> <p>Alex: Sim, foi a aula dois. A gente defendeu primeiro a hidrelétrica.</p> <p>Carla: Pelo baixo custo da energia.</p> <p>Alex: Depois a usina nuclear.</p> <p>Carla: A hidrelétrica é uma energia limpa né, vamos supor, mas assim o custo dela é um pouquinho alto.</p> <p>Alex: É um pouco alto e pode prejudicar muito a natureza, impactos em rios. Como o vídeo que você mostrou pra gente sobre a usina que estão fazendo lá no Pará.</p> <p>Professor: Belo Monte.</p> <p>Alex: Isso. Os índios também estão muito prejudicados.</p> <p>Carla: Os caras que estão construindo oferecem coisas para os índios.</p>	<p style="text-align: center;">Operações epistemológicas usadas:</p> <p>Causalidade: segundo o aluno a construção de uma hidrelétrica prejudica a natureza, causando impactos negativos nos rios.</p> <p style="text-align: center;">Qualidade do argumento:</p> <p>Nível 2: as afirmações feitas por eles estão relacionadas entre si e justificam o ponto de vista de que o “custo” das hidrelétricas é alto.</p> <p style="text-align: center;">Indicadores de AC:</p> <p>Raciocínio lógico: ambos demonstram coerência em apresentar e discutir informações que relacionam a construção de hidrelétricas a problemas sociais, uma vez que assumem que o custo “é um pouco alto”.</p> <p>Levantamento de hipótese: a aluna supõe que a hidrelétrica é uma fonte energética “limpa”.</p> <p>Explicação: quando a aluna cita os problemas sociais causados pela construção de Belo Monte ela está explicando sua afirmação de que o “custo dela é um pouquinho alto”.</p> <p>AC prática: a aluna reconhece que o custo da energia produzida numa hidrelétrica é baixo, demonstrando conhecer como é o seu funcionamento.</p> <p>AC cívica: a aluna reconhece os índios estão sendo prejudicados pela construção da hidrelétrica, pois</p>

<p>Alex: O governo oferece e depois aquilo vai embora rápido.</p> <p>Carla: Eles acabam ficando até sem dinheiro na verdade, o pessoal que estava naquela área onde construiu a hidrelétrica.</p>	<p>a ajuda e as benfeitorias oferecidas pelo governo não são suficientes.</p> <p>AC cívica: o aluno, além de reconhecer que os índios estão sendo prejudicados, também reconhece que a construção da hidrelétrica está prejudicando muito a natureza.</p>
---	--

4.1 Considerações a luz dos dados analisados

A partir de agora discutiremos os resultados das análises dos argumentos, levando em consideração os objetivos da pesquisa e os demais elementos pertinentes. Para iniciarmos a discussão elaboramos o quadro abaixo, que resume as 21 análises feitas anteriormente.

Quadro 28 - Resumo das análises feitas

	Qualidade do argumento	Operações epistemológicas							Indicadores de alfabetização científica													
		Indução	Dedução	Causalidade	Definição	Classificação	Apelo a (analogia, exemplo, atributo,)	Consistência	Plausibilidade	Seriação de informações	Organização de informações	Classificação de informações	Raciocínio lógico	Raciocínio proporcional	Levantamento de hipótese	Teste de hipóteses	Justificativa	Previsão	Explicação	AC prática	AC cívica	AC cultural
Quadro 1	1		x										x						x			
Quadro 2	1			x									x	x								x
Quadro 3	4			x			x		x				x	x	x			x	x		x	
Quadro 4	1	x		x									x		x				x	x		
Quadro 5	4	x		x									x						x	x		
Quadro 6	3	x		x	x		x		x				x	x					x	x	x	
Quadro 7	1						x						x						x	x	x	
Quadro 8	2			x									x						x		x	
Quadro 9	2			x	x								x						x	x	x	
Quadro 10	3						x						x						x	x		
Quadro 11	3			x									x						x		x	
Quadro 12	4			x									x		x				x	x	x	
Quadro 13	1				x	x							x								x	
Quadro 14	4			x	x								x						x		x	
Quadro 15	3			x	x		x						x									x
Quadro 16	2						x						x						x	x	x	x
Quadro 17	4			x	x		x	x	x				x	x			x			x	x	
Quadro 18	4				x	x	x						x							x	x	
Quadro 19	2				x		x		x				x						x	x		
Quadro 20	3			x			x		x				x					x	x		x	
Quadro 21	2			x									x		x				x	x	x	

A elevada frequência das operações epistemológicas "causalidade", "definição" e "apelo a", assim como o indicador de AC "explicação" indicam que a aplicação da sequência didática possibilitou aos estudantes passarem da condição de "não conhecer" para a condição de compreender e reconhecer o que determinadas ações podem trazer como consequências, tendo adquirido base suficiente para elaborar explicações de como esses processos ocorrem, muitas vezes recorrendo a exemplos ou a definições. A elevada frequência do indicador de AC "AC prática" reforça a percepção da transição ocorrida,

uma vez que os estudantes demonstram reconhecer e compreender determinadas tecnologias presentes no dia-dia. A elevada frequência o indicador de AC "AC cívica" me permite ver da abordagem CTSA, aliada a escolha de uma QSCC, permitiu que os estudantes fossem capazes reconhecer algumas influências econômicas e sociais nas tecnologias e na ciência de um modo geral, dando-lhes capacidade de opinar e fazer proposições, de maneira inteligente, a respeito do assunto estudado. A presença o indicador de AC "raciocínio lógico" em todos os argumentos analisados é explicada pela seleção prévia que fiz e, por isso, os que foram analisados apresentam uma estrutura lógica necessária para a análise. Não identifiquei a presença do indicador de AC "justificativa" nos argumentos dos estudantes, por considerar a justificativa como sendo uma fundamentação filosófica e não apenas uma relação de causalidade ou de simples explicação, uma vez que os estudantes em não atingiram um nível tão fundamental assim.

A sequência didática desenvolvida não teve caráter investigativo, de tal forma que os alunos praticamente não tiveram que coletar, organizar e manipular informações. Durante a intervenção buscou-se apresentar as principais fontes energéticas, discutir seus aspectos positivos e negativos, além de trabalhar os conceitos científicos relevantes. Isso explica o não aparecimento dos três indicadores de AC referentes a categoria "Trabalho com dados obtidos em uma investigação" (seriação de informações, organização de informações e classificação de informações), assim como o indicador "teste de hipóteses".

A baixa frequência ou o não aparecimento de algumas operações epistemológicas e ou indicadores de AC não estão relacionadas a utilização de uma QSCC, ou a escolha da abordagem CTSA, ou a busca por aulas dialógicas, mas sim ao conjunto de atividades que foram desenvolvidas com os estudantes. Acredito que seria possível manter as escolhas acima citadas e ter desenvolvido atividades diferentes, que me permitiriam observar em maior quantidade os indicadores de AC e operações epistemológicas que não foram observados nos dados provenientes das atividades de nossa sequência didática. Um sujeito alfabetizado cientificamente deve ser capaz de ler o mundo e fazer intervenções positivas nele, de tal forma que é necessário o desenvolvimento de muitas competências e habilidades, num domínio bastante amplo. Talvez seja muita pretensão de um professor ou pesquisador em educação querer desenvolver todos esses elementos com uma única intervenção, independente dos referenciais teóricos que norteiem a sua prática. Também devemos considerar que "o letramento científico envolve domínios mais amplos que englobam outros aspectos não contemplados pela educação CTS. Por outro lado, a

educação CTS possui uma identidade própria que precisa ser bem compreendida e incorporada ao campo do letramento científico." [Santos 2012, p.50]

Contribuir para o desenvolvimento de aspectos da alfabetização científica nos estudantes, assim como para o desenvolvimento de suas capacidades argumentativas, em situações de ensino-aprendizagem dialógicas onde todos se sentissem estimulados, foram as motivações para o desenvolvimento da sequência didática, de tal forma que os encontros foram organizados em torno de atividades que proporcionassem aos estudantes experiências significativas nesse sentido. Diante dos indícios de alfabetização científica que observei nas análises concluo que houve consonância entre os objetivos da sequência didática e a intervenção pedagógica desenvolvida com a turma.

O referencial teórico escolhido e, conseqüentemente, a busca por uma maior participação e engajamento dos estudantes direcionou nossos esforços no desenvolvimento e aplicação da sequência didática, na qual a participação da turma é extremamente importante para o aprendizado. O uso de questões abertas, a sequência de aulas interativas, a busca contínua por estabelecer relações dialógicas e o fechamento com um debate no formato de júri simulado criaram um ambiente propício para o engajamento e participação de toda a turma, como é percebido na seguinte conversa:

Professor: A ideia de fazer o debate? De fazer uma avaliação com o debate, o que vocês acharam?

Carla: Eu achei ótima.

Alex: Eu achei muito bom.

Sofia: Eu achei legal. Esse negócio que você está falando de energia. Você pode pegar alguma coisa nova pra poder debater e fazer outro debate, que eu achei muito interessante. Cada um deu sua opinião, pesquisou. Achei legal.

Alex: Até gente que pensei que nunca ia falar, falou no debate, gostou.

Carla: É, muita gente que não fala nas aulas, falou também. A gente ficou impressionado, porque certas pessoas não gostam de falar, mas a maioria da turma participou, pouquíssimas pessoas não participaram.

Professor: No dia tiveram dois alunos que não quiseram participar e saíram da sala, mas quem ficou na sala falou, participou.

Sofia: Todo mundo falou.

Alex: Todo mundo falou, nem que falou só um pouquinho. Foi ótimo!

(Transcrição de parte uma da entrevista realizada no final da aplicação da sequência didática)

Os estudantes demonstraram bastante criticidade ao longo da aplicação da sequência didática, participando das aulas com opiniões e dúvidas, expondo seus pontos de vista e, principalmente, ao participarem do júri simulado, pois tiveram que defender e atacar, com

argumentos bem construídos e embasados, fontes energéticas que eles não conheciam no início da intervenção. Os estudantes também desenvolveram criticidade a respeito dos processos de ensino-aprendizagem, reconhecendo os benefícios das aulas desenvolvidas em comparação com as “tradicionais”, como fica evidente no diálogo a seguir:

Professor: Se a gente fizesse outro debate, de outros assuntos é claro? Vocês achariam interessante fazer outros debates?

Luciano: Próximos desse, interessantes como esse. Seria legal. Gostaria.

Professor: Bom que esse assunto foi bastante controverso, aí dava bastante discussão.

Marcos: Esse debate no caso eu não participei, mas esse meio que você dá aula é mais interessante, você aprende mais do que só escrevendo. Eu achei que desse jeito eu aprendi mais do que se fosse escrito.

Professor: Quando você fala “desse jeito”, você fala do debate, ou das aulas?

Marcos: Do debate, das aulas, dos vídeos.

Luciano: Pra não ficar naquela mesma coisa.

Marcos: Esse tipo de trabalho assim, se expressar, eu acho que dá para aprender mais.

Luciano: Pra não ficar a mesma coisa, só escrevendo do quadro. Esse aqui entra melhor na mente.

Professor: Vocês estão falando então das aulas em que vocês tem que dar a opinião, questionar. Isso?

Marcos: Isso. A gente sabe mais um pouco, você explicando e, fica mais fácil pra gente aprender.

Luciano: No caso a gente tá falando direto com o senhor, aí qualquer coisa errada você já fala. No quadro a gente pode errar, aí a gente aprende errado. Nesse caso já é direto, qualquer coisa já corrige e a gente aprende.

Marcos: A gente vai tirando as dúvidas também conforme vai passando.

(Transcrição de parte uma da entrevista realizada no final da aplicação da sequência didática)

Não fizemos uma análise baseada em comparações do tipo "antes e depois", assim como escolhemos os dados provenientes de alguns momentos específicos, mas ao longo das aulas pude perceber que, para a maioria dos estudantes, houve desenvolvimento das capacidades argumentativas em relação aos assuntos estudados. Isso nos permite concluir que é possível avaliar a qualidade da aprendizagem dos estudantes visualizando longitudinalmente a forma como eles produzem argumentos. O interessante é cada aluno pode ser avaliado em função de seu progresso e não de através de alcançar níveis pré-determinados, como acontece, por exemplo, numa prova.

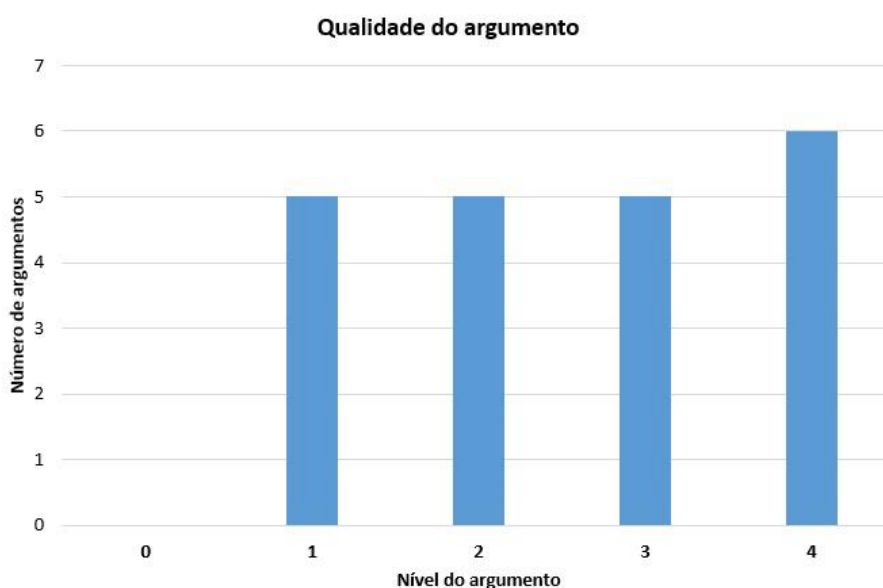
Concluimos que a sequência didática desenvolvida permitiu aos estudantes discutir e debater os aspectos positivos e negativos associados a importantes fontes energéticas,

dando-lhes condições de opinar e se posicionar criticamente a respeito de QSCC relacionadas, podendo avaliar custos e benefícios a partir do conhecimento dos impactos ambientais e sociais e das tecnologias associadas as principais formas de produção de energia.

‘Hoje em dia dependemos da energia para tudo, e digo e repito, nós não seríamos nada sem energia, ou seja, praticamente somos "escravos" da energia e de tudo que ela oferece’. (Mariana)

Voltando novamente nossa atenção para o quadro 28, e transformando em números a síntese apresentada nele, obtemos as médias de 2,1 operações epistemológicas e de 3,8 indicadores de AC, por argumento. Organizando os níveis de qualidade dos argumentos pela frequência obtemos o gráfico a seguir:

Gráfico 1- Frequência dos níveis de qualidade dos argumentos



Durante a intervenção pedagógica com a turma os estudantes utilizaram, de maneira articulada e coerente, muitas operações epistemológicas para produzir argumentos com elevado nível de qualidade. Emergiram desses argumentos uma grande quantidade de indicadores de alfabetização científica, ou seja, os alunos foram capazes de usar habilidades próprias do "fazer científico" [Sasseron; Carvalho 2008]. Diante disso concluo que a sequência didática "Fontes energéticas e seus impactos ambientais e sociais: avaliando custos e benefícios", desenvolvida com enfoque CTSA, foi capaz de contribuir no processo de alfabetização científica dos estudantes e proporcionou desenvolvimento das suas capacidades argumentativas.

Capítulo 5

Considerações finais

O desenvolvimento da pesquisa, a elaboração e a aplicação da sequência didática me proporcionou um enorme crescimento pessoal e profissional. Chassot [2014, p.70] evidencia três importantes questionamentos que devem servir como reflexão inicial para qualquer professor/pesquisador que tenha como objetivo promover aprendizagem de ciências em seus estudantes, são eles:

Por que ensinar ciências?

O que ensinar de ciências?

Como ensinar ciências?

Quando comecei a lecionar acreditava que os estudantes deveriam aprender ciências para passar em processos seletivos, ingressar numa faculdade e que, depois os conhecimentos aprendidos na escola ganhariam significados. Minha opinião foi mudando gradativamente, mas sem ter contato com um referencial teórico que me permitisse perceber o que me angustiava como professor. O mestrado, e em particular a presente pesquisa, me ensinou que os estudantes devem aprender ciência para se tornarem cidadãos, capazes de compreender, avaliar, se posicionar e tomar decisões a respeito do mundo onde vivem. Aprendi que o ensino de ciências deve ser capaz de alfabetizar cientificamente os estudantes, dando-lhes capacidade de escolher o futuro que querem e possibilidades reais de serem felizes.

Meu objetivo deve ser ensinar os conceitos científicos necessários para o entendimento, análise e posicionamento frente a situações problemáticas para o estudante, ou seja, preciso conferir significados reais ao que ensino aos meus alunos. Agora me sinto livre das listagens e da divisão dos conteúdos presentes na maioria dos livros didáticos, que não favorecem um ensino voltado para a alfabetização científica, pois os conceitos são fechados dentro da “sua” disciplina e praticamente não há espaço para se discutir as implicações no contexto do aluno. Me sinto seguro para organizar as intervenções pedagógicas em torno de temas interdisciplinares, por acreditar que é a maneira mais apropriada de promover aprendizagem.

Um grande desafio que se apresenta a todo educador é a seleção dos conteúdos que serão abordados no ensino médio frente à extensão dos programas, tradicionalmente previstos ou recomendados para cada uma das três séries. É importante ter em mente que não é possível ensinar tudo. Mesmo que se

compacte o vasto conteúdo e se limite a transmitir informações prontas como verdades inquestionáveis não se estará ensinando tudo, pois não existe ensino se não houver aprendizagem. Assim, ocorre uma mudança de foco: o importante não é que conteúdos o professor desenvolveu, mas quais foram adequadamente assimilados pelos alunos. Devem ser selecionados os conteúdos e as estratégias que possibilitem ao aluno entender não só a sua realidade particular, mas principalmente o contexto maior no qual essa realidade específica se insere. A vida escolar deve fornecer ao aluno ferramentas para uma atuação consciente em sua vida. [Brasil 2002, p.51]

Pensando na formação de cidadão devo então discutir em minhas aulas as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, destacando os aspectos positivos e negativos. Essa abordagem, que muitos autores denominam de CTSA, tem por natureza um caráter interdisciplinar, no sentido de integração de diversos saberes, que não exclui a aprendizagem dos conceitos de cada disciplina.

Uma vez que os significados dos conceitos vêm da contextualização com a realidade é necessário que o processo de ensino-aprendizagem seja interativo e dialógico. O aluno precisa descrever sua visão do mundo, os modelos que utiliza para lidar com ele e os conflitos entre esses modelos e os científicos. Dessa forma, haverá negociação de significados entre os estudantes e o professor e uma maior probabilidade de aprendizagem em ciências.

Hoje quando penso em ensinar penso em desenvolver diferentes aspectos da alfabetização científica, a possibilitar que meus alunos se apropriem de conceitos relevantes, contextualizados, que permitam a eles exercer plenamente a cidadania. Sei que a abordagem CTSA não é o único caminho, mas é uma abordagem, uma maneira de pensar e organizar o fazer pedagógico, pois num mundo tão imerso em tecnologia é necessário que os alunos entendam essa tecnologia como construção humana e, mais importante ainda, é necessário que eles se sintam incluídos nisso, é necessário que eles ajudem a construir as novas tecnologias e os usos que faremos dela.

Além do aprendizado proporcionado pelos referenciais teóricos quero destacar também o aprendizado referente a mudança de postura. Promover momentos de ensino aprendizagem dialógicos demandou uma mudança no ritmo nas aulas e no papel desempenhado por mim, pois tive de descentralizar as ações e incentivar a autonomia dos estudantes. Aprendi a ouvir, não num sentido de escutar, mas com a intensão de aprender um pouco mais com as experiências dos estudantes. Entendi que há várias maneiras de construir conhecimentos em sala de aula e que a melhor maneira de obter engajamento

dos estudantes é criar um ambiente em que todos se sintam à vontade para falar, com a certeza de que serão ouvidos e que assim me ajudam a “criar” a aula.

Pelos resultados que emergiram dos dados concluo que o trabalho desenvolvido com a turma foi bem feito, e também, por consequência, que a abordagem CTSA é uma boa estratégia para a promoção de alfabetização científica, pois ambos movimentos tem como objetivo a formação para a cidadania [SANTOS 2012].

Muito mais foi produzido nessa intervenção além da contribuição para a promoção de alfabetização científica. Desenvolveu-se entre nós, estudantes e eu, uma relação de amizade, respeito e companheirismo. Aflorou neles um sentimento de pertencimento aos momentos de ensino aprendizagem; a aula de física não é mais minha, nem da escola, mas deles. Eles opinam sobre as formas de avaliação e sobre os assuntos que querem saber, não de forma interesseira, mas pensando no que é bom para a turma e na maneira que julgam mais agradável aprender, não se trata de minimizar esforços, mas de trabalhar com significado. Os estudantes manifestaram solidariedade e se colocaram à disposição para me ajudar quando precisei.

Apreendi que é necessário avaliar o processo de ensino-aprendizagem e não apenas considerar as avaliações escritas e pontuais. Apreendi que os alunos sabem muito mais do que imaginamos e que são capazes de coisas incríveis quando são encorajados e se sentem à vontade no ambiente de ensino-aprendizagem. Me sinto realizado em ter produzido um produto final que em nada se parece com uma "receita", mas que contém relatos de experiências riquíssimas que me foram proporcionadas pela aplicação da sequência didática. Dessa forma acredito ter contribuído para a construção de conhecimento útil aos meus pares.

Referências

[Alves 1991] A. J. Alves. O planejamento de pesquisas qualitativas em educação. *Cadernos de Pesquisa*, n. 77, p. 53-61, 1991.

[Auler 2001] D. Auler e W. A. Bazzo. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. *Ciência e Educação*, v.7, n.1, p. 1-13, 2001.

[Bazzo 2014] W. A. Bazzo. *Ciência, tecnologia e sociedade: e o contexto da educação tecnológica*. Florianópolis: Editora ufsc, 2014. 294 p.

- [Bernardo 2007] J. R. R. Bernardo, D. M. Vianna e H. A. Fontoura. Produção e consumo da energia elétrica: a construção de uma proposta baseada no enfoque ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA). *Ciência & Ensino*, v.1, s/n, 2007.
- [Brasil 1996] LDB. Lei 9394, de 23 de dezembro de 1996. *Diário Oficial da União*, Brasília, 1996.
- [Brasil 2002]. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+) - Ciências da Natureza e suas Tecnologias*. Brasília: MEC, 2002.
- [Chassot 2003] A. Chassot. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. *Revista Brasileira de Educação*, nº 22, p. 89-100, 2003.
- [Chassot 2014] A. Chassot. *Alfabetização científica: questões e desafios para a educação*. 6. ed. Rio grande do Sul: Unijuí, 2014.
- [Fazenda 2011] I. C. A. Fazenda. *Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro – efetividade ou ideologia*. 6. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2011.
- [Giordan 2011] M. Giordan. *Algumas questões técnicas e metodológicas sobre o registro da ação na sala de aula: captação e armazenamento digitais*. In: [Santos] F. M. T. Santos e I. M. Greca (Org.). *A pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e suas Metodologias*. 2. ed. Rio Grande do Sul: Unijuí, 2011. p. 213-237.
- [Jiménez-Aleixandre 2000] M. P. Jiménez-Aleixandre, A. Bugallo Rodrigues e R. A. Duschl. “Doing the Lesson” or “Doing Science”: Argument in High School Genetics. *Science Education*, v.84, 757-792, 2000.
- [Laugksch 2000] R.C. Laugksch. Scientific Literacy: A conceptual Overview. *Science Education*, v.84, n.1, 71-94, 2000.
- [Larrosa 2011] J. Larrosa. Experiência e alteridade em educação. *Revista Reflexão e Ação*, v.19, n. 2, p.04-27, 2011. Tradução de M. C. S. Barbosa e S. B. Fernandes.
- [Leroy 2003] J. P. Leroy. Prefácio. In: C. Bermann. *Energia no Brasil: para que? para quem? Crises e alternativas para um país sustentável*. 2. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2003.
- [Luiz 2013] A. M. Luiz. *Energia Solar e preservação do meio ambiente*. 1. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2013.

[Martínez 1997] J. D. Martínez. *El diario como instrumento de investigación de los procesos de enseñanza-aprendizaje de lenguas extranjeras*. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE LA ASELE – LA ENSEÑANZA DE ESPAÑOL COMO LENGUA EXTRANJERA: DEL PASADO AL FUTURO, 1997, p. 271-280.

[Pinheiro 2007] N. A. M. Pinheiro, R. M. C. F. Silveira e W. A. Bazzo. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. *Ciência e Educação*, v. 13, n.1, p.71-84, 2007.

[Santos 2007a] W. L. P. Santos. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*, v. 1, número especial, nov. 2007.

[Santos 2007b] W. L. P. Santos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, nº 36, p. 474-492, 2007.

[Santos 2012] W. L. P. Santos. Educação CTS e cidadania: confluências e diferenças. *AMAZÔNIA - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, v. 9, nº 17, p.49-62, 2012.

[Sasseron 2008] L. H. Sasseron e A. M. P. Carvalho. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 13(3). p. 333-352, 2008.

[Sasseron 2010] L. H. Sasseron. Alfabetização científica e documentos oficiais brasileiros: um diálogo na estruturação do ensino de física. *Coleção Ideias em Ação – Ensino de Física*. São Paulo: Cengage Learning, 2010

[Silva 2007] L. F. Silva e L. M. Carvalho. A temática ambiental e o processo educativo: o ensino de física a partir de temas controversos. *Ciência & Ensino*, v. 1, número especial, nov. 2007.

[Teixeira 2003] P. M. M. Teixeira. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento CTS no ensino de ciências. *Ciência e Educação*, v. 9, n. 2, p. 177-190, 2003.

[Vieira 2014] R. D. Vieira, V. F. Melo e J. R. R. Bernardo. O júri simulado como recurso didático para promover argumentações na formação de professores de física: o problema do “gato”. *Revista Ensaio*, v. 16, n. 3, p. 203-225, 2014.

[Zabala 1998] A. Zabala. *A prática educativa: como ensinar*. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 1998.

Apêndice

Apêndice 1. Termo de consentimento



Universidade Federal do Espírito Santo
 Centro de Ciências Exatas
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física
Mestrado Profissional



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) para participar, como voluntário(a), do Projeto de Pesquisa sob o título “**Fontes energéticas e seus impactos ambientais e sociais: avaliando custos e benefícios**”. Após receber os esclarecimentos e as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa, você não sofrerá qualquer tipo de penalidade, de forma alguma. Em caso de dúvida sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com qualquer um dos responsáveis por ela: prof^o. **Vinícius Lopes Leite** (Física–SEDU–Serra); e-mail: **vleitefis@gmail.com** e com o orientador da pesquisa prof^o. **Dr. Geide Rosa Coelho** (UFES) pelo telefone: **(27) 4009–2543**, e-mail: **geidecoelho@gmail.com**.

Nesse trabalho, buscamos entender como os alunos se comportam e interagem no processo ensino-aprendizagem ao estudarem a temática abordada sob o enfoque CTSA. A coleta de dados será feita na escola (**Aristóbulo Barbosa Leão – Serra**) durante as aulas, que poderão ser gravadas em vídeo e/ou áudio e posteriormente utilizadas e analisadas unicamente com o intuito desta pesquisa, não havendo qualquer repasse a terceiros com intuito comercial/financeiro.

Esclarecemos ainda que não haverá nenhum tipo de pagamento ou gratificação financeira pela sua participação. Garantimos também sigilo que assegura a sua privacidade quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa. E reiteramos mais uma vez que você tem toda liberdade de se recusar a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado.

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO DA PESQUISA

Eu, _____, abaixo assinado, concordo em participar do estudo como sujeito. Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pelo pesquisador prof^o **Vinícius Lopes Leite** sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios, caso existam, decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade

Local e data: _____, ____ de Março de 20 15.

 Assinatura do participante

 Assinatura do responsável legal

Eu, prof^o **Vinícius Lopes Leite**, obtive de forma voluntária o **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido** do sujeito da pesquisa ou representante legal para a participação da pesquisa.

Aluno

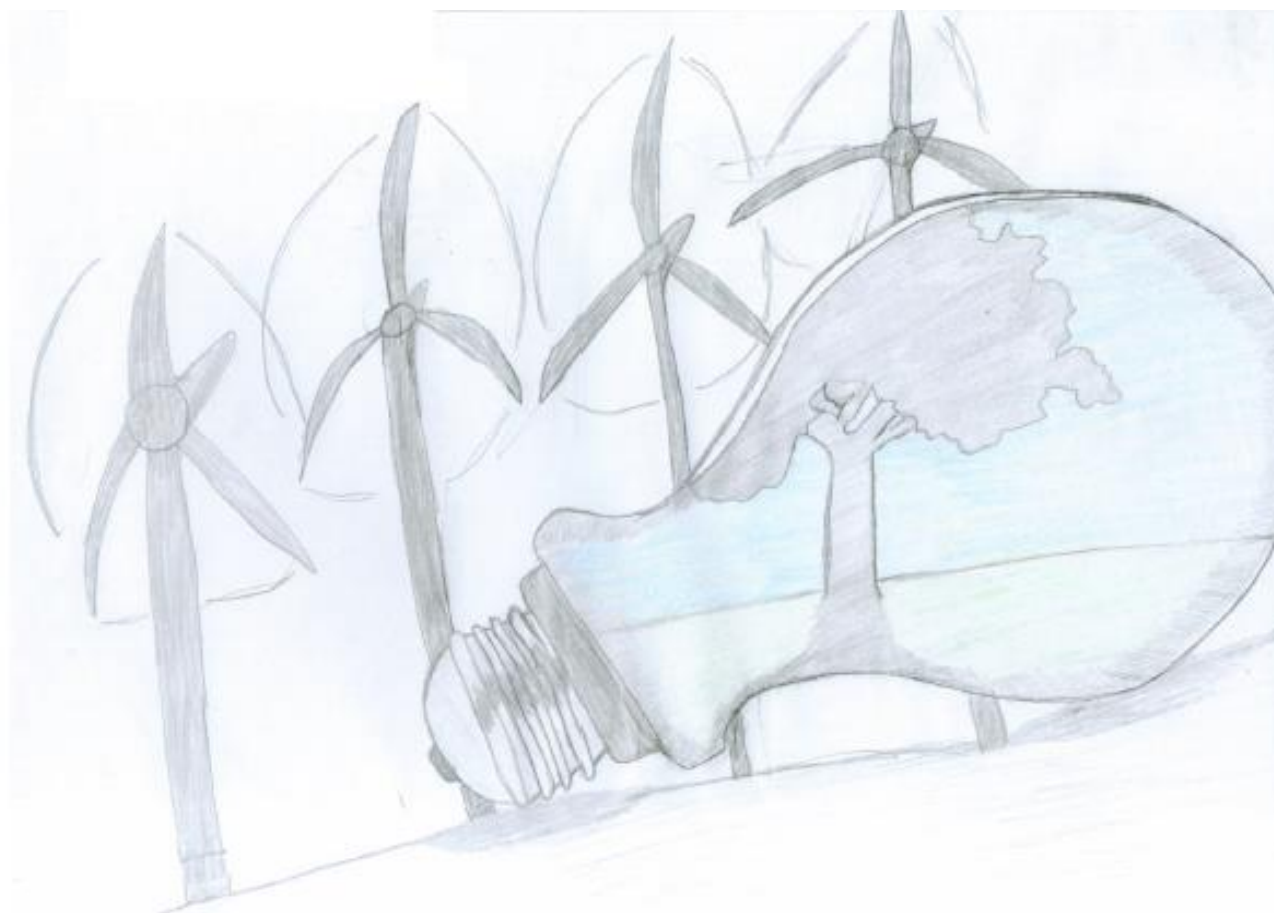
Responsável legal

Apêndice 2. Produto final

Sequência didática

Fontes energéticas e seus impactos ambientais e sociais: avaliando custos e benefícios.

Vinícius Lopes Leite
Dr. Geide Rosa Coelho



Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF)

UFES

2016

Sumário

Apresentação.....	80
Sequência de aulas e os objetivos de aprendizagem	83
1ª aula – Levantamento de conhecimentos prévios	85
2ª aula – Energia: uma presença universal.....	87
3ª aula – Fontes energéticas e suas transformações (produção de texto).....	89
4ª aula – Energia ao longo da história.....	91
5ª aula – Energia e tecnologias desenvolvidas pelo homem.....	94
8ª aula – Fontes energéticas renováveis e não renováveis	105
9ª aula – O sol e o petróleo: duas importantes fontes energéticas	109
10ª aula – Energia cinética e energia potencial gravitacional.....	112
11ª aula – Avaliação escrita	116
12ª aula – Hidrelétricas, usinas nucleares e biomassa	119
13ª aula – Belo Monte: uma usina polêmica.....	122
14ª aula – A monocultura da cana no Mato Grosso do Sul.....	126
15ª aula – Prova escrita	127
16ª aula – Acidente nuclear de Chernobyl: causas e consequências.....	129
17ª aula – Preparação para o júri simulado	132
18ª aula – Preparação para o júri simulado	134
19ª aula – Júri simulado	135
Apêndice 1 – Questionário para levantamento dos conhecimentos prévios	138
Apêndice 2 – Energia: uma presença universal (texto 1).....	139
Apêndice 3 – Atividade de produção de texto	143
Apêndice 4 – Energia ao longo da história (texto 2).....	145
Apêndice 5 – Resumo 1.....	153
Apêndice 6 – Lista de exercícios avaliativos	154
Apêndice 7 – Resumo 2.....	156
Apêndice 8 – Prova	157
Apêndice 9 – Textos fornecidos para a preparação do júri simulado	159
O AGRONEGÓCIO SÓ PRODUZ COM VENENO (João P. Stedile).....	159
EMILIO LISBOA, DILMA, TEMER E MST (Gilberto F. Vasconcellos).....	160
AS POLÊMICAS HIDRELÉTRICAS (Ivana Jatobá)	161
A POLÊMICA DAS USINAS NUCLEARES NO BRASIL (Ana P. Bemfeito).....	162
BIOCOMBUSTÍVEIS VOLTAM A ALIMENTAR POLÊMICA (Andrea Ornelas)	163

Apresentação

Ao professor.

Esse material, além de ser fruto de uma pesquisa de mestrado, é o resultado do esforço em desenvolver uma sequência didática com potencial para desenvolver aspectos da alfabetização científica nos estudantes. Escolhemos como estratégia utilizar uma abordagem CTSA (ciência tecnologia, sociedade e ambiente) para discutir uma questão sociocientífica controversa relacionada a um dos pilares da física: o conceito de energia.

Ao buscar a alfabetização científica estamos assumindo o ponto de vista defendido por Chassot (2014) de que a ciência é uma linguagem que descreve o mundo natural sendo necessária, portanto, para sua leitura e interpretação. Uma educação voltada para a promoção de alfabetização científica busca desenvolver nos estudantes a capacidade de

[...] interagir com uma nova cultura, com uma nova forma de ver o mundo e seus acontecimentos, podendo modificá-lo e a si próprio através da prática consciente propiciada por sua interação cerceada de saberes de noções e conhecimentos científicos, bem como das habilidades associadas ao fazer científico (SASSERON, 2010)

Uma sequência didática desenvolvida com enfoque CTSA busca analisar a ciência e a tecnologia e suas repercussões na sociedade, avaliando os impactos na vida das pessoas e o irreversível a que podem nos conduzir.

[...] pode ser perigoso confiar excessivamente na ciência e na tecnologia, pois isso supõe distanciamento de ambas em relação às questões com as quais se envolvem. As finalidades e interesses sociais, políticos, militares e econômicos que resultam do impulso dos usos de novas tecnologias implicam enormes riscos, porquanto o desenvolvimento científico-tecnológico e seus produtos não são independentes de seus interesses. (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007, p. 71)

As incertezas acerca da preservação do meio-ambiente e as discussões em torno delas estão cada vez mais presentes em nossa sociedade, de tal forma que ao se discutir ciência e tecnologia devemos nos preocupar também com questões ambientais, que por sua vez estão associadas a questões sociais. Dessa forma podemos pensar num enfoque CTSA (ciência, tecnologia, sociedade e ambiente) como um desdobramento do enfoque CTS (BERNARDO; VIANNA; FONTOURA, 2007).

A abordagem CTSA fundamenta-se na modificação da realidade de sala de aula, pois não tem como característica se fechar sobre os conteúdos da própria disciplina ministrada, mas

procura articular conhecimentos de forma interdisciplinar na busca da solução de um problema social.

A nova escola de ensino médio não há de ser mais um prédio, mas um projeto de realização humana, recíproca e dinâmica, de alunos e professores ativos e comprometidos, em que o aprendizado esteja próximo das questões reais, apresentadas pela vida comunitária ou pelas circunstâncias econômicas, sociais e ambientais (BRASIL, 2002, p.11)

Para Teixeira (2003) o movimento CTSA agrega de forma oportuna as dimensões conceitual e formativa, fazendo interagir a educação em ciência com a educação pela ciência, ensinando a cada cidadão o essencial para chegar a sê-lo de fato. Dessa forma acreditamos que há um enorme potencial em se utilizar a abordagem CTSA para a promoção de importantes aspectos da alfabetização científica, pois permite aos estudantes fazerem uma leitura política e ideológica presente nas questões sociocientíficas controversas, além dos conceitos científicos e tecnológicos associados.

Optei por apresentar a sequência didática narrando as experiências que ocorreram em mim, que foram proporcionadas por sua aplicação, numa tentativa de atribuir significância a estrutura das atividades desenvolvidas.

A experiência supõe, como já afirmei, um acontecimento exterior a mim. Mas o lugar da experiência sou eu. É em mim (ou em minhas palavras, ou em minhas ideias, ou em minhas representações, ou em meus sentimentos, ou em meus projetos, ou em minhas intenções, ou em meu saber, ou em meu poder, ou em minha vontade) onde se dá a experiência, onde a experiência tem lugar. (LAROSSA, 2009, p.6)

É importante não confundir experiência com experimento ou evento. A sequência didática é um conjunto de experimentos e eventos, e sua aplicação me proporcionou um conjunto riquíssimo de experiências, que são pessoais, e que produziram “efeitos em mim, no que eu sou, no que eu penso, no que eu sinto, no que eu sei, no que eu quero, etc”. (LAROSSA, 2009, p.7). Essas experiências não podem ser reproduzidas como um experimento ou transferidas a outro, mas podem proporcionar outras novas a quem estiver disposto a ser expor.

É incapaz de experiência aquele a quem nada lhe passa, a quem nada lhe acontece, a quem nada lhe sucede, a quem nada lhe toca, nada lhe chega, nada lhe afeta, a quem nada lhe ameaça, a quem nada lhe fere. (LAROSSA, 2009, p.22)

Não há aqui “receitas de bolo”, nem garantias de sucesso, mas uma descrição de atividades possíveis de serem realizadas e com grande potencial de envolver os estudantes no processo de ensino-aprendizagem. Além de todo cuidado relativo a pesquisa, está inerente nesse material minha preocupação com a aprendizagem dos estudantes.

Sinta-se à vontade para suprimir qualquer parte dessa sequência didática, ou acrescentar novos assuntos as discussões com os estudantes. Lembre-se que o contexto da comunidade escolar é um fator potencializador importante e, por isso, deve ser considerado. O número de aulas pode ser estendido ou reduzido, de acordo com as necessidades de cada turma, tendo sempre em mente que a participação dos alunos, as discussões e a negociação de significados são os elementos mais importantes e, portanto, necessitam de tempo hábil.

A sequência apresenta algumas atividades escritas e, somos levados por nossa prática a tomá-las como os principais indicadores de “sucesso”. Digo isso para salientar o fato de que embora os “resultados” possam não ser os “esperados” nessas atividades escritas, o desempenho dos alunos nas atividades orais pode revelar, e provavelmente revelará, crescimento e amadurecimento científico. A avaliação dos estudantes, pois faz parte de nosso trabalho gerar números, não deve utilizar prioritariamente as avaliações escritas, mas sim considerar todo o processo desenvolvido em sala de aula.

Por fim eu desejo que essa sequência didática, ou fragmentos dela, proporcione a você a mesma felicidade e satisfação que me proporcionou e que consiga envolver seus alunos assim como os meus foram envolvidos.

Boa leitura!

Sequência de aulas e os objetivos de aprendizagem

Aula		Instrumentos didáticos	Objetivos de aprendizagem em relação ao estudante
01	Levantamento de conhecimentos prévios	Questionário aberto e individual.	<ul style="list-style-type: none"> Confrontar-se com seus conhecimentos, em relação a assuntos discutidos na mídia. Desenvolver a capacidade de sintetizar seus conhecimentos, através de argumentação escrita.
02	A energia está em tudo.	Texto: “Energia: uma presença universal”. Leitura coletiva, discussão fomentada pelo texto e atividade escrita.	<ul style="list-style-type: none"> Conhecer novas formas de energia e suas transformações. Perceber a presença da energia em um número maior de processos naturais e tecnológicos. Perceber que o homem consome grandes quantidades de energia para adaptar o ambiente às suas necessidades.
03	A energia está em tudo. (Continuação)	Produção de texto	<ul style="list-style-type: none"> Desenvolver a capacidade de produzir textos coerentes e coesos, dentro de padrões específicos, exercitando assim a criatividade e o objetividade. Desenvolver a expressão escrita da compreensão, por meio da produção de texto.
04	Domínio da energia, desenvolvimento tecnológico e evolução da sociedade.	Texto: “Energia ao longo da história” Leitura coletiva, discussão fomentada pelo texto, atividade escrita e atividade com imagens.	<ul style="list-style-type: none"> Compreender como e o quanto o domínio do uso da energia influenciou na evolução da sociedade. Compreender o que é sustentabilidade e sua necessidade.
05	Aparelhos e tecnologias desenvolvidas pelo homem e as formas de energia que utilizam.	Slides contendo uma síntese do material produzido pelos estudantes na aula 02, além de algumas informações adicionais. Discussão fomentada pelas informações apresentadas.	<ul style="list-style-type: none"> Aprender mais interagindo com os colegas, a partir da análise de suas próprias produções. Exercitar as capacidades de generalização, argumentação oral, exposição e defesa de pontos de vista. Conhecer novas formas de energia. Reconhecer a importância de invenções “simples” para o desenvolvimento da humanidade.
06	Produção de energia: um assunto que merece bastante atenção.	Apresentação de slides com imagens, gráficos, tabelas e pequenos textos. Discussão fomentada pelas informações apresentadas.	<ul style="list-style-type: none"> Compreender a complexidade inerente a produção de energia em larga escala. Conhecer alguns elementos importantes relacionados a complexidade da produção de energia, tais como: população, desenvolvimento industrial e tecnológico, formas de produção e distribuição, impactos ambientais, custo de produção.
07	Produção de energia: um assunto que merece bastante atenção. (Continuação)	Discussões em grupos para a elaboração de uma síntese da aula anterior. Momento de socialização das experiências de cada grupo.	<ul style="list-style-type: none"> Aprender mais interagindo com os colegas, ao lidar com as diversas percepções a respeito dos assuntos estudados.
08	Desenvolvendo conceitos.	Apresentação de slides com imagens, textos e vários exemplos retirados do questionário da primeira aula. Aula expositiva dialogada.	<ul style="list-style-type: none"> Ser capaz de classificar uma fonte energética como renovável ou não renovável. Conhecer as principais fontes energéticas. Conhecer o que são biocombustíveis e algumas diferenças em relação aos derivados do petróleo. Relembrar ou conhecer alguns conceitos, tais como: fotossíntese, ciclos do carbono e do oxigênio e combustão
09	Sol: nossa principal fonte de energia.	Exibição de vídeos. Discussão fomentada pelos vídeos.	<ul style="list-style-type: none"> Conhecer mais sobre energia solar e suas transformações.

			<ul style="list-style-type: none"> • Perceber como a energia solar é importante para a Terra e a sua presença em um número maior de processos naturais e tecnológicos. • Conhecer mais sobre o petróleo.
10	Desenvolvendo conceitos.	Apresentação de slides com muitas imagens e pouco texto. Exibição de vídeos. Aula expositiva dialogada.	<ul style="list-style-type: none"> • Relembrar ou conhecer os conceitos de energia cinética e energia potencial gravitacional. • Perceber a presença das energias cinética e potencial gravitacional no dia-dia, assim como as transformações entre elas. • Entender o funcionamento de uma hidrelétrica (genericamente), identificando nos processos a presença das energias cinética e potencial gravitacional.
11	Trabalhando conceitos e desenvolvendo criticidade.	Questionário aberto em dupla.	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver a capacidade de sintetizar seus conhecimentos, através de argumentação escrita, em situações problema contextualizadas, relacionadas a assuntos discutidos em sala de aula e na mídia.
12	Desenvolvendo conceitos.	Apresentação de slides. Aula expositiva dialogada.	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer algumas vantagens das hidrelétricas, usinas nucleares e monocultura (produção de biocombustíveis). • Conhecer os processos de fissão nuclear e fusão nuclear e suas utilizações.
13	Impactos ambientais e sociais da construção de uma usina hidrelétrica.	Exibição de vídeos. Discussão fomentada pelos vídeos.	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer os impactos sociais e ambientais causados pela construção de uma usina hidrelétrica. • Perceber a usina hidrelétrica como uma QSCC e como tais questões tem diferentes pontos de vista. • Entender o funcionamento de uma hidrelétrica (genericamente) e conhecer algumas condições necessárias para a construção de uma.
14	Impactos ambientais e sociais do sistema de monocultura.	Exibição de vídeos. Discussão fomentada pelos vídeos.	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer os impactos sociais e ambientais causados pelo sistema de monocultura. • Perceber como uma mesma QSCC tem diferentes pontos de vista. • Ter um contato inicial e perceber alguns problemas relacionados as terras indígenas no Brasil.
15	Prova	Prova escrita	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver a capacidade de sintetizar seus conhecimentos, através de argumentação escrita, em situações problema contextualizadas, relacionadas a assuntos discutidos em sala de aula.
16	O perigo das usinas nucleares.	Exibição de vídeos. Discussão fomentada pelos vídeos.	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer o perigo inerente ao material usado nas usinas nucleares. • Conhecer alguns problemas físicos gerados pela radiação. • Perceber a usina nuclear como uma QSCC e como essas questões têm diferentes pontos de vista.
17 e 18	Preparação para o júri simulado.	Leitura de textos. Discussões em grupos.	<ul style="list-style-type: none"> • Apropriar-se melhor dos conhecimentos relativos as hidrelétricas, usinas nucleares, monocultura e produção de biocombustíveis. • Desenvolver a criticidade e a capacidade de produzir argumentos e contra-argumentos coerentes relacionados a QSCC.
19	Debate no formato de júri simulado	Debate	<ul style="list-style-type: none"> • Aprender mais interagindo com os colegas, ao lidar com as diversas perspectivas em torno das QSCC. • Perceber o papel a argumentação na construção do conhecimento. • Compreender outros pontos de vista as assumir diferentes “papéis”. • Desenvolver a criticidade e as habilidades necessárias para produzir argumentos e contra-argumentos coerentes.

1ª aula – Levantamento de conhecimentos prévios

Meu objetivo era fazer um levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes, através de um questionário individual, que me indicaria o ponto de partida em que as discussões deveriam se iniciar e me forneceria exemplos para serem utilizados nas próximas aulas. Entreguei o questionário aos alunos e procurei deixar bem claro que eles não precisariam se preocupar com “certo” ou “errado”, que eu queria que eles escrevessem o que eles achavam, conheciam, entendiam a respeito daqueles assuntos. Expliquei a eles o objetivo dessa atividade, deixando claro que eles deveriam ter responsabilidade e demonstrar seriedade em responder as perguntas, que não seriam avaliados pelo número de acertos, mas sim pelo comprometimento na atividade.

Questionário individual

- 1) O que é, no seu entendimento, uma fonte renovável de energia?
- 2) Você consegue estabelecer diferenças entre biocombustíveis e combustíveis derivados do petróleo?
- 3) O que é você conhece sobre energia nuclear?
- 4) Quais características uma fonte de energia deve ter, de acordo com sua visão de mundo, para ser classificada como fonte de energia limpa?
- 5) Quais características uma fonte de energia deve ter, de acordo com sua visão de mundo, para ser classificada como fonte de energia limpa?

[Um modelo pronto para a impressão está no apêndice 1]

Apesar de todo cuidado que tomei e apesar do planejamento, ocorreu uma falha na minha postura ao conduzir a atividade, mas tive sensibilidade para perceber o erro e contornei a situação.

Num determinado momento eu percebi que eles começaram a conversar entre si sobre as questões. As vezes um tinha uma ideia do que poderia ser aquilo ali e acabava falando para o outro e eles começaram, em pares ou em trios, começaram a conversar sobre os assuntos do questionário. Nesse momento eu procurei intervir, impedindo as conversas, por imaginar que isso poderia influenciar negativamente o levantamento, individual, dos conhecimentos prévios. Disse aos alunos que futuramente eles fariam atividades em grupos, em duplas e que, nesses momentos eles teriam bastante oportunidade para debater e dialogar. Pedi que eles fizessem o mais individual possível, para que o pensamento de um não fosse influenciado por outros. Inicialmente as conversas diminuíram, mas com 32 alunos em sala, e na ânsia de responder algo com sentido elas, as conversas, recomeçaram. Entretanto, depois de certo tempo, como a pesquisa utiliza uma abordagem CTSA pensei que, mesmo não sendo o objetivo inicial da atividade, essas conversas servissem para lembrar de alguns assuntos e colocar a cabeça deles para funcionar. Que o colega que passa a suposta informação não domina esse conhecimento, ele simplesmente lembrou de algum fato ou pensou em determinado assunto e aí ele compartilha com o colega e, talvez, essa discussão os ajude a entender

melhor a pergunta e a pôr no papel algo próximo do que eles conhecem realmente. A partir desse momento eu não interfeiri nas conversas que surgiam entre os grupos. (Diário de bordo do professor, dia 10/03/2015)

Os alunos foram respondendo às perguntas e eu os auxiliava na medida em que as dúvidas iam surgindo. Para minha surpresa muitos alunos desconheciam o significado da palavra “**complexo**”, que preferi substituir depois pela palavra “**complicado**”.

Alguns alunos responderam com pressa, na esperança de serem liberados mais cedo, pois estávamos no último horário. Pedi a esses alunos que aproveitassem o tempo sobrando para revisar as questões, pensar melhor, escrever melhor. Alguns alunos fizeram isso, outros não. Como estratégia eu só recolhi as folhas dos alunos quando faltavam cinco minutos para o término da aula, mesmo que eles quisessem me entregar antes.

2ª aula – Energia: uma presença universal

Atividade 1: Leitura coletiva do texto “Energia: uma presença universal”.

[Esse texto foi retirado da *Coleção Quanta Física – 1º ano – física* (PNLD 2015) – p.10-14]

[Uma versão desse texto pronta para a impressão está no apêndice 2]

A proposta dessa aula era fazer uma leitura coletiva do texto “*Energia: uma presença universal*” e duas outras atividades relacionadas a ele, mas eu estava com bastante receio quanto ao desenvolvimento dessa leitura. A intenção era que voluntariamente os alunos fossem lendo partes do texto, que possui três páginas, mas eu achava que os alunos não iriam querer ler e eu acabaria lendo tudo, o que não seria legal pela proposta idealizada.

Arrumei as carteiras em duplas antes dos alunos chegarem, de tal forma que eles já encontraram a sala numa disposição diferente e se sentaram em duplas de acordo com suas vontades. Gastei um certo tempo “acalmado” os alunos e com algumas burocracias típicas de qualquer aula, depois expliquei aos alunos o que iríamos fazer e iniciamos a leitura. O desenvolvimento dessa atividade me proporcionou uma grande e boa surpresa.

Pensei que dificilmente conseguiria alunos para ler e que alguns só leriam se eu insistisse até certo ponto. Fiquei extremamente surpreso e feliz quando vi que aconteceu o contrário. Não houve a participação de todos os alunos, mas houve alunos que leram, pediram para ler, leram mais de uma vez, queriam ler mais, mas não foi possível uma vez que outros também quiseram ler. A grande maioria dos alunos que não leram respeitaram os que estavam lendo, prestando atenção, fazendo silêncio, não implicando com alguns erros, acompanhando a leitura no texto, respeitando igualmente professor e colegas. Nunca me senti tão alegre e satisfeito ao ver minhas previsões tão erradas. (Diário de bordo do pesquisador, dia 12/03/2015)

Devo admitir que falhei um pouco em promover um debate após esse momento, muito embora durante a leitura nós tenhamos conversado sobre as figuras presentes no texto. Acredito que essa falha tenha ocorrido por dois motivos: minha falta de experiência com situações, atividades, desse tipo e o fato de os alunos terem visto as atividades que seriam realizadas em seguida, que estavam no verso da última página do texto. Agora sei que é mais interessante colocar as atividades numa folha separada do texto.

Atividade 2: Marquem no texto as passagens que vocês acharam mais interessantes.

Não estipulei a quantidade e também não solicitei que eles escrevessem os motivos. O objetivo era tentar perceber se os alunos gostaram do texto e identificar possíveis assuntos de interesse de boa parte da turma, que poderá ser trabalhado posteriormente. Independente das marcações feitas pude perceber, durante a leitura, que os alunos gostaram do texto.

Houve muitas marcações em trechos relacionados ao funcionamento de usinas hidrelétricas, cuja discussão já consta nos planos da sequência didática.

Atividade 3: preencher a tabela abaixo com outros exemplos.

[Um modelo pronto para a impressão está no apêndice 2]

Aparelho/tecnologia	Sentidos ou capacidades	Tipo de energia
Texto escrito	Memória	Energia luminosa

Os alunos demonstraram uma certa dificuldade com essa atividade. Devo admitir que o exemplo inicial da tabela, retirado do texto, não foi muito bom, pois é de difícil compreensão e induz os alunos a darem “respostas” curtas. Percebi, após a realização da atividade, que deveria ter sido mais enfático ao solicitar aos estudantes maior detalhamento de suas ideias, assim como no novo exemplo, mostrado a seguir:

Aparelho/tecnologia	Sentidos ou capacidades	Tipo de energia
Panela de barro ou metal	Aumenta nossa capacidade de digestão e de obtenção de alimentos, pois “realiza parte da digestão” fora de nosso corpo e nos permite consumir uma variedade maior de alimentos.	Energia térmica liberada na queima de algum combustível (madeira ou gás, por exemplo).

Ainda havia mais uma atividade idealizada para esse encontro, mas não foi possível realizá-la devido a duração da aula. Recolhi os textos e as atividades produzidas por eles e disse que na próxima aula eles fariam a que ficou faltando.

3ª aula – Fontes energéticas e suas transformações (produção de texto)

Nessa aula cada dupla deveria produzir dois textos de acordo com um critério pré-estabelecido e tendo um exemplo como referência.

Novas duplas foram formadas com alunos que haviam faltado na aula anterior e houve também modificação de algumas duplas, em função da falta de alguns alunos. As duas primeiras atividades já haviam sido feitas pela maioria, de tal forma que o foco era fazer a terceira atividade que consiste na produção de dois textos, de acordo com o exemplo apresentado. Devolvi as folhas às duplas, entreguei a folha específica na qual os textos deveriam ser produzidos, expliquei novamente para os que não lembravam e para os que haviam faltado o que deveria ser feito, e então eles começaram a fazer. (Diário de bordo do pesquisador, dia 16/03/2015)

Minhas duas aulas semanais com essa turma são no último horário e esse encontro ocorreu no segundo horário, o que provavelmente influenciou positivamente na realização da atividade.

Percebi uma mudança boa, significativamente boa, em trabalhar com essa turma no segundo horário, pois é o melhor horário para se trabalhar com alunos, no meu entendimento, uma vez que não há mais atrasos, os alunos estão tranquilos, ainda não passaram pelo recreio, e não estão com expectativa de ir para o recreio ou ir embora. Senti isso como um ganho. (Diário de bordo do pesquisador, dia 16/03/2015)

Atividade:

1) As palavras e os símbolos a seguir obedecem a sequências lógicas relacionadas a sucessivas transformações energéticas. Analise cuidadosamente essas sequências e, para cada uma delas, elabore um texto sintético em que todas as palavras estejam inseridas e em que fiquem bem descritas todas as transformações energéticas envolvidas, incluindo aquelas relacionadas ao funcionamento de cada aparelho.

Exemplo: Sol → atmosfera → ventos → turbinas → residências → TV, liquidificador, chuveiro.

A vida na Terra depende essencialmente da energia luminoso emitida pelo **Sol**. Absorvendo essa energia, a **atmosfera**, o solo, os rios e os mares se aquecem, originando os ciclos do ar e da água em nosso planeta. Assim, a energia luminosa do Sol é transformada em energia térmica, e esta energia de movimento ou mecânica, que, no caso dos **ventos**, pode também ser chamada de energia eólica. Essa movimentação do ar pode, então, ser utilizada para girar as pás das **turbinas** dos geradores elétricos que convertem a energia eólica em energia elétrica nas fazendas de vento. Transmitida às **residências** por meio de uma extensa malha elétrica, a energia elétrica pode, então, ser convertida em energia luminosa e sonora na **TV**, energia mecânica no **liquidificador** e energia térmica no **chuveiro**.

Escolha duas das opções abaixo e faça como no exemplo.

a) Bateria → reações químicas → corrente elétrica → carro → motor de arranque, buzina, faróis, aquecedor.

b) Núcleos atômicos → calor → vapor → velocidade → turbina → rede elétrica → ruas → ônibus elétricos (trólebus) → movimento, faróis, buzina.

c) Represa → velocidade → turbina → residências → rádio, batedeira, torradeira, lâmpada.

d) Sol → vida → petróleo → carro → velocidade.

e) Sol → células fotovoltaicas → forno elétrico, computador, aquecedor, furadeira.

[Essa atividade foi retirada da *Coleção Quanta Física – 1º ano – física* (PNLD 2015) – pg. 15]

[Um modelo pronto para a impressão está no apêndice 3]

No início alguns alunos apresentaram certa resistência, mas no geral todos os alunos produziram os textos. Não especifiquei, em momento algum, o número de linhas que eles deveriam escrever. Na folha fornecida aos estudantes (disponível no apêndice 3) havia um número de linhas para cada texto e alguns alunos perguntaram se deveriam ocupar todo o espaço. Disse que não era obrigatório, mas pedi que tentassem produzir um texto com uma sequência lógica, com coerência e coesão, de acordo com a proposta.

Na próxima vez em que for aplicar essa atividade vou utilizar um pouco mais de tempo pedindo aos alunos para produzir textos com o maior número possível de informações e para tentarem não copiar partes do texto principal ou do exemplo. Durante a elaboração da sequência didática e na preparação desse material eu pensei em transformar essa atividade em um “dever de casa”, mas acho que produzir os textos em sala é mais proveitoso para os alunos.

Achei uma experiência muito bacana, pois de uma maneira geral os alunos leram e produziram textos conforme o que foi solicitado, demonstraram interesse na atividade, alguns produziram textos de tamanho considerável. Alguns alunos inicialmente estavam dispersos, mas começavam a produzir após uma conversa amistosa. Teve o caso de um aluno que não se sentou ao lado da menina que era sua dupla, mas a frente dela e ficou virado para trás. Me pareceu que ele não estava interessado em fazer, mas depois com o tempo eu percebi que sim, que ele ajudou a menina a fazer, deu ideias, escreveu algumas partes. (Diário de bordo do pesquisador, dia 16/03/2015)

4ª aula – Energia ao longo da história

A proposta dessa aula era fazer uma leitura coletiva do texto “*Energia ao longo da história*” e três outras atividades relacionadas a ele, sendo que uma delas seria um “dever de casa”. Novamente eu estava com receio quanto ao desenvolvimento dessa leitura, pois esse texto é um pouco extenso, possui seis páginas, embora tenha umas figuras grandes. Ele discute a evolução da humanidade, atrelada ao domínio das formas de produção e utilização da energia.

Atividade 1: Leitura coletiva do texto “Energia ao longo da história”.

[Esse texto foi retirado da *Coleção Quanta Física – 1º ano – física* (PNLD 2015) – p.16-20]

[Uma versão desse texto pronta para a impressão está no apêndice 4]

A postura dos alunos no início da aula é algo que deve ser mencionado. Inicialmente eles elogiaram a qualidade de impressão dos textos utilizados, que foram impressos em cores para melhorar a visualização das figuras. E em seguida demonstraram uma postura autônoma, como está relatado no trecho a seguir.

Ao receberem os textos alguns alunos já foram olhando o verso para ver qual seria a atividade que teriam que fazer após a leitura. Ache isso bacana! Alguns devem ter deduzido, outros já haviam lido no verso que deveriam marcar no texto as passagens mais interessantes, assim como na outra atividade. Antes mesmo de iniciar a leitura coletiva alguns grupos já estavam lendo e marcando algumas coisas. (Diário de bordo do pesquisador, dia 17/03/2015)

A leitura coletiva foi tranquila e transcorreu de acordo com o idealizado na sequência didática. Novamente os alunos me deixaram feliz ao realizarem essa atividade, conforme foi relatado no trecho a seguir.

Vários alunos leram o texto por iniciativa própria. Houve uma aluna que, apesar de errar algumas palavras, leu mais de uma vez. A turma fazia silêncio enquanto um colega lia. Não consegui ler, os alunos não me deram oportunidade. Mais uma vez eu fiquei feliz em ver que deu briga entre alguns alunos para ler o texto. Mesmo após a aplicação da pesquisa isso é uma prática que pretendo manter, pois o resultado está sendo fantástico. (Diário de bordo do pesquisador, dia 17/03/2015)

Após a leitura nós voltamos para discutir as figuras que apareciam no material, assim como as legendas delas, correlacionando seus significados e contextos com o texto. Devo confessar que ainda não peguei o ritmo certo de trabalhar com textos dessa natureza,

utilizando as estratégias escolhidas e com os objetivos delineados nessa sequência didática, conforme ficou relatado no trecho a seguir.

Novamente eu tive dificuldade em conduzir uma discussão em torno dos assuntos do texto e atribuo isso aos seguintes motivos: agitação da turma e início das atividades propostas no final do texto, por parte de algumas duplas. (Diário de bordo do pesquisador, dia 17/03/2015)

Deveria ter separado o texto das questões. Na verdade, não tive tempo hábil para modificar esse material após minha experiência com o texto anterior, mas farei isso quando for aplicar essa atividade novamente.

Atividade 2: Marquem no texto as passagens que vocês acharam mais interessantes.

Os alunos marcaram bastante coisa. Vale até destacar a seguinte conversa:

– Você marcou quase todo o texto! – Disse eu.
– É que eu gostei muito desse texto. – Disse uma aluna.
(Diário de bordo do pesquisador, dia 17/03/2015)

Atividade 3: Os alunos tiveram que responder a seguinte questão:

O domínio da energia é importante para o homem? Justifique.

[Um modelo pronto para a impressão está no apêndice 4]

Fiz questão de apresentar uma pergunta extremamente genérica, que os fizessem discutir as ideias presentes no texto e exercitarem suas capacidades de expressão escrita. Pedi a eles que procurassem responder à questão o mais genericamente possível, dar uma resposta abrangente e que procurassem não responder com um exemplo.

Foi interessante vê-los pensando e procurando por no papel as suas ideias. Percebi que alguns deles, mesmo após a leitura e discussão do texto, não conseguiam responder satisfatoriamente à questão colocada. Entretanto foi uma boa experiência para eles, confrontar-se com uma questão desse tipo, sem uma resposta fechada, que não pode ser respondida com a transcrição de uma parte do texto. Alguns alunos me chamaram para ver suas respostas, eu os elogiava e os encorajava a melhorá-las quando necessário.

Atividade 4 (“dever de casa”): Os alunos deveriam procurar duas imagens que eles julgassem ter relação com o assunto exposto no texto e responder, para cada uma delas, as seguintes questões:

O que vocês acharam interessante na imagem escolhida?

Qual a relação entre ela e o texto?

[Um modelo pronto para a impressão está no apêndice 4]

Depois de ter recebido essa atividade dos alunos percebi que deveria ter utilizado algum tempo para pedir aos alunos que procurassem imagens bem diferentes entre si, em que a associação com o texto não fosse tão direta.

5ª aula – Energia e tecnologias desenvolvidas pelo homem

Essa aula não estava prevista na sequência de ensino, mas sua necessidade surgiu da análise da produção dos estudantes, na 2ª atividade do primeiro texto (2ª aula). Percebi que houve muita dificuldade em reconhecer os “sentidos/capacidades” ampliadas com os “aparelhos/tecnologias” citados, assim como em definir a forma de energia utilizadas por eles. Decidi fazer um levantamento dos exemplos apresentados e expor aos alunos, a fim de gerar discussões que permitissem esclarecer dúvidas, negociar o significado de alguns conceitos, e complementar as ideias do texto anterior. Foi a primeira aula dialogada da sequência de ensino, uma aula sem um “roteiro” estabelecido, que se desenvolveu de acordo com a participação da turma.

Procurei enfatizar que o objetivo da aula era discutir os “resultados” e os assuntos que fossem surgindo. Essa foi a primeira aula da sequência em que o material preparado serviria apenas para dar suporte e incentivar as discussões e participação da turma, não havia um “roteiro” ou um conjunto de atividades a serem realizadas. Curiosamente eu estava mais tranquilo em conduzir essa aula do que ao conduzir as discussões após a leituras dos textos anteriores. (Diário de bordo do professor, dia 19/03/2015)

Preparei uma apresentação de slides com as informações que queria discutir com a turma, desde as coletadas das atividades deles até algumas informações adicionais. Inicialmente eu coloquei na apresentação o levantamento de todos os exemplos da primeira coluna (aparelho/tecnologia), juntamente com a frequência.

Itens que apareceram na primeira coluna (aparelho/tecnologia):

Computador (7), celular (6), avião (2), comida (3), rádio (1), jornal (2), carro (3), televisão (5), calculadora (1), impressora (1), desenhar (1), ler livros (1), energia eólica (1), energia elétrica (1), som (1), lâmpada (3), energia solar (1), combustível (1), trem elétrico (3), cozinhar (2), fotossíntese (2), andar (2), ventilador (2), forno (2), ônibus (2), arma de fogo (1), cata-vento (4), alimentar (4), bicicleta (4), fogo (3), chuveiro (1), robô (1), caminhada (1), telefone (2), pintura (1), estátua (1), máquina de lavar (1), painel solar (1).

Pedi a eles que identificassem quais daqueles exemplos não estavam corretos e eles começaram a discutir entre si, criticaram e riram de alguns itens, como “comida” por exemplo. Para diminuir um pouco o tumulto, eu disse que eles poderiam ir marcando no quadro

(riscando sobre a projeção) os itens que eles julgassem incorretos. O slide seguinte era semelhante ao anterior, mas os itens que julguei incorretos estavam em vermelho.

Itens que apareceram na primeira coluna (aparelho/tecnologia):

Computador (7), celular (6), avião (2), **comida** (3), rádio (1), jornal (2), carro (3), televisão (5), calculadora (1), impressora (1), desenhar (1), ler livros (1), **energia eólica** (1), energia elétrica (1), **som** (1), lâmpada (3), **energia solar** (1), combustível (1), trem elétrico (3), cozinhar (2), **fotossíntese** (2), **andar** (2), ventilador (2), forno (2), ônibus (2), arma de fogo (1), cata-vento (4), **alimentar** (4), bicicleta (4), fogo (3), chuveiro (1), robô (1), **caminhada** (1), telefone (2), pintura (1), estátua (1), máquina de lavar (1), painel solar (1).

Foi uma boa experiência fazer isso, os itens marcados coincidiram com todas as marcações dos alunos, apenas a “energia solar”, que estava de vermelho, não havia sido marcada por eles. Esse fato gerou uma discussão muito boa.

Nos slides seguintes eu procurei agrupar os exemplos semelhantes para discutirmos. Os “sentidos/capacidade” ampliadas e as formas de energia utilizadas só eram mostrados após uma breve discussão entre nós. Percebi que os alunos ficavam muito satisfeitos quando suas ideias apareciam nos slides.

Meios eletrônicos de comunicação: celular, televisão, computador, telefone, rádio, som.

Internet???

Sentidos/capacidades: visão, audição, memória, comunicação, processar informação.

Energia: elétrica, luminosa/radiante.

Foi um momento muito rico, pois alguns alunos perceberam que haviam colocado exemplos muito parecidos, e se manifestaram quanto a isso. As discussões a respeito das formas de energia utilizadas também foram muito proveitosas e os alunos apresentaram muitas dúvidas em relação a elas.

Também discutimos alguns itens que eles julgaram como incorretos, comparados com outros semelhantes e corretos.



Por último discutimos exemplos extremamente importantes para a humanidade que não foram citados por eles.



Os estudantes gostaram bastante da aula. Percebi neles um sentimento de pertencimento, que eles realmente fizeram parte dessa aula, uma vez que ela foi desenvolvida a partir do material produzido por eles. Foi um bom momento também para sensibilizar os estudantes a respeito de aparelhos/tecnologias “simples”, mas extremamente importantes para o desenvolvimento da humanidade. As discussões contribuíram para exercitar a capacidade de generalização, uma vez que os alunos citam, por exemplo, avião, carro, moto, ônibus, mas não citam motor ou roda. Na próxima vez que der essa aula vou propor que a turma eleja as cinco invenções mais importantes para a humanidade, como estratégia para estimular um pouco mais as discussões.

6ª aula - Produção de energia: um assunto que necessita de bastante atenção

O objetivo dessa aula foi discutir a complexidade associada a produção de energia, a partir de dados visuais (imagens, gráficos e tabelas), que foram escolhidos e dispostos de modo a proporcionar a reflexão e a discussão com a turma. A necessidade dessa aula surgiu a partir da análise das repostas dos alunos para a 5ª pergunta do questionário da primeira aula (***Você acredita que a produção de energia é um assunto complicado? Justifique***). Foi uma aula interativa em que não havia um “roteiro” estabelecido, que se desenvolveu de acordo com a participação da turma, assim como a aula anterior.

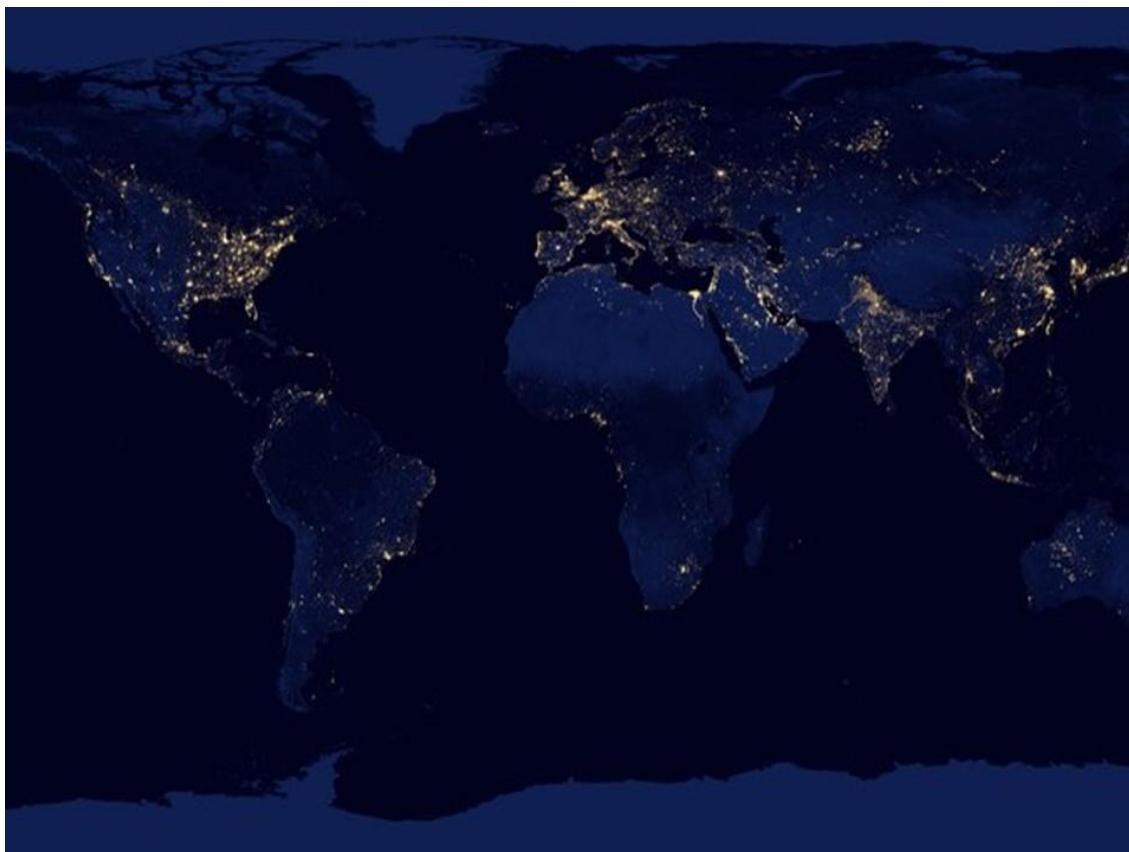
Essa foi a primeira atividade gravada em vídeo da unidade de ensino e aconteceu na sala da professora de sociologia, que teve a bondade de gravar a aula. Apesar de ser o primeiro contato com a câmera a maioria dos alunos ficou bastante à vontade, dando mais atenção ao fato de haver dois professores em sala. Expliquei a eles o que iríamos fazer ali, disse que gostaria que eles participassem das discussões, que falassem quanto tivessem vontade. Disse que seria a participação deles que daria valor a aula. E o mais importante: disse de onde surgiu a necessidade dessa aula.

Preparei uma apresentação de slides com o tema “***Produção de energia: um assunto que necessita de bastante atenção***” com o intuito de fomentar as discussões e aguçar a curiosidade dos estudantes. Procurei conduzir a apresentação das informações, fazendo comentários e perguntas, mas sempre tentando envolver os alunos, os encorajando a participar, sem me prender a uma sequência de “exposição”, discutindo os assuntos levantados pela turma.

O ambiente mais descontraído, a presença de uma câmera, dois professores na sala, e um pedido de “participação” foram mal interpretados por alguns alunos que tumultuaram o início das discussões com comentários absurdos e com péssimas intenções práticas. Tive que chamar a atenção deles de forma bastante rígida, como foi relatado no trecho a seguir.

Os alunos estavam bastante dispersos e brincando muito. Confundiram participação com bagunça. Tentei levar numa boa durante certo tempo e conduzi-los ao caminho certo, mas não deu. Interrompi a aula e dei uma bronca na turma, explicando o objetivo de estar ali, algo além da pesquisa de mestrado, deixei claro que nós estávamos em aula. Após esse evento os comportamentos melhoraram bastante e aula foi bastante produtiva. (Diário de bordo do professor, dia 24/03/2015)

Começamos a discussão visualizando um mapa noturno da Terra. A claridade da sala quase inviabilizou esse mapa, mas acabou gerando um bom efeito, destacando as áreas mais brilhantes em meio a escuridão.



Fonte: <http://www.ultimosegundo.ig.com.br/ciência/2012-12-05/satélite-da-nasa-mostra-fotos-noturnas-da-terra.html>

As falas dos alunos nos conduziram a seguinte lógica: quanto mais brilhante a área, mais povoado é o lugar, maior é o consumo de energia elétrica e maior é o desenvolvimento. Houve uma discussão muito boa em torno do conceito de desenvolvimento.

Professor: [...] podemos ver, por exemplo, em que regiões do planeta se tem um desenvolvimento tecnológico maior ou menor. Ou seja, mais uso de energia elétrica ou menos. Que foi o que vocês falaram!

Rita: Então nós estamos na linha vermelha. Que pelo amor de Deus!

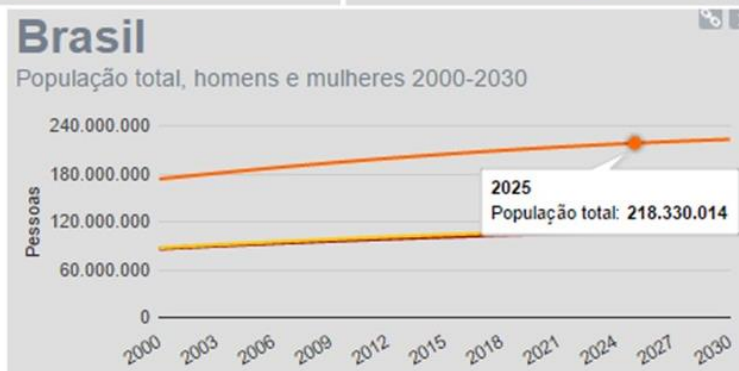
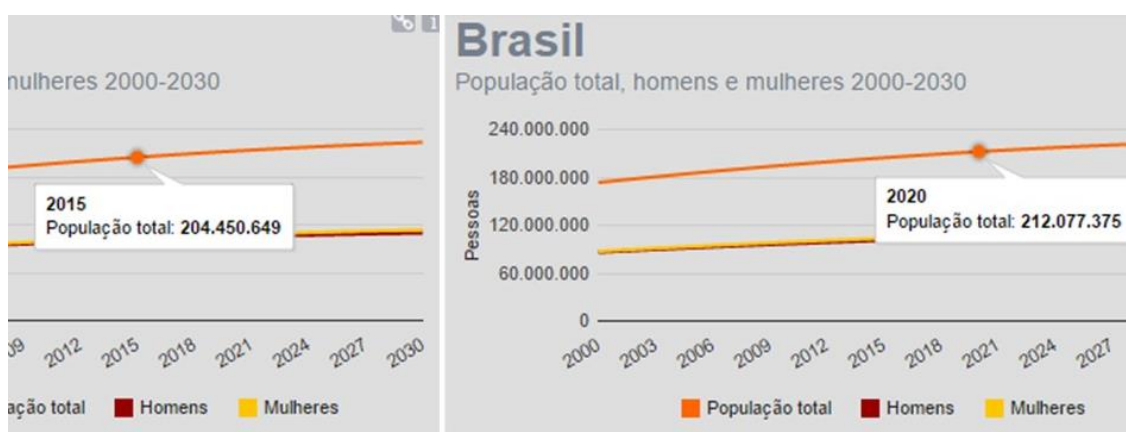
Professor: Bom, agora se isso é bom ou ruim? O que vocês acham?

Rita: Eu acho que é ruim. Não, é ruim por um lado e bom pelo outro.

Professor: Vai, dá um exemplo aí.

Rita: Ah! O bom é porque, tipo, vai tá em cima a economia do país, tão desenvolvido. E outro que vai tá agredindo a natureza. Eu acho que vai tá poluindo mais também. Que nem no Japão, o ar é poluído por causa dessas coisas. (Transcrição de um trecho da gravação da aula, dia 24/03/15)

Depois nós discutimos alguns dados do IBGE: população brasileira e as projeções de crescimento. Houve muita discussão a respeito do que seria esse “tempo médio para o aumento da população”, e de como se chega a esse valor. Com isso discutimos taxas de natalidade e mortalidade, registro de nascimentos e óbitos e previsões estatísticas.

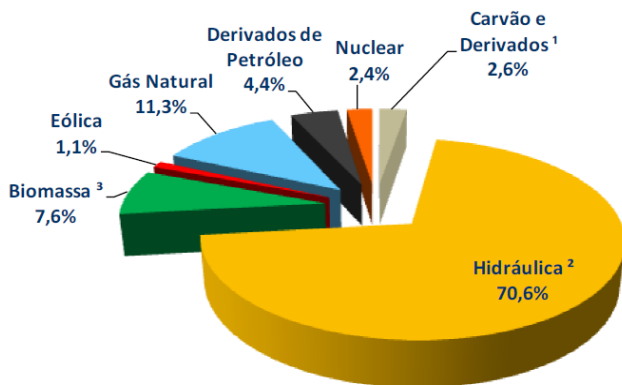


Fonte: IBGE

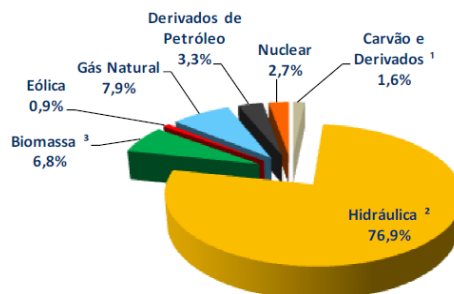
Em seguida nós discutimos sobre a participação das diversas fontes energéticas no Brasil e no mundo. A grande maioria dos alunos não sabiam o significado de “matriz energética” e alguns não tinham familiaridade com o tipo de gráfico utilizado. As comparações entre as matrizes gerais e as elétricas também foi difícil para alguns, mas gerou boas discussões.

Matriz Elétrica Brasileira

BRASIL (2013)



BRASIL (2012)

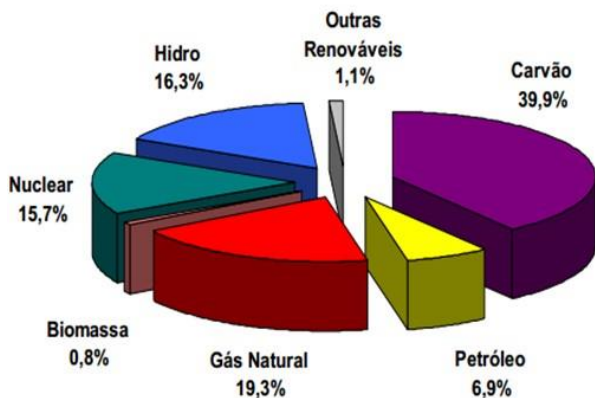


Fonte: MME/BEN 2014

MATRIZ DE ENERGIA ELÉTRICA

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Mundo: 2003

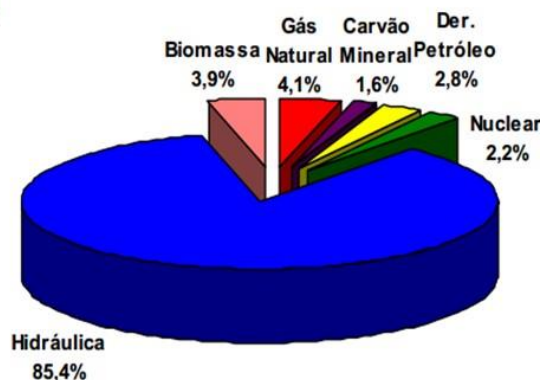


Fontes renováveis:

Brasil 2005 – 89,3%

Mundo 2003 – 17,8%

Brasil: 2005



Fonte: MME/BEM 2006

Houve bastante participação dos alunos, inclusive entre eles. Demonstram bastante curiosidade em relação aos dados do IBGE sobre a população brasileira e aos gráficos com as projeções de crescimento. Demonstraram bastante dúvida, inicialmente, ao compararem as matrizes energéticas

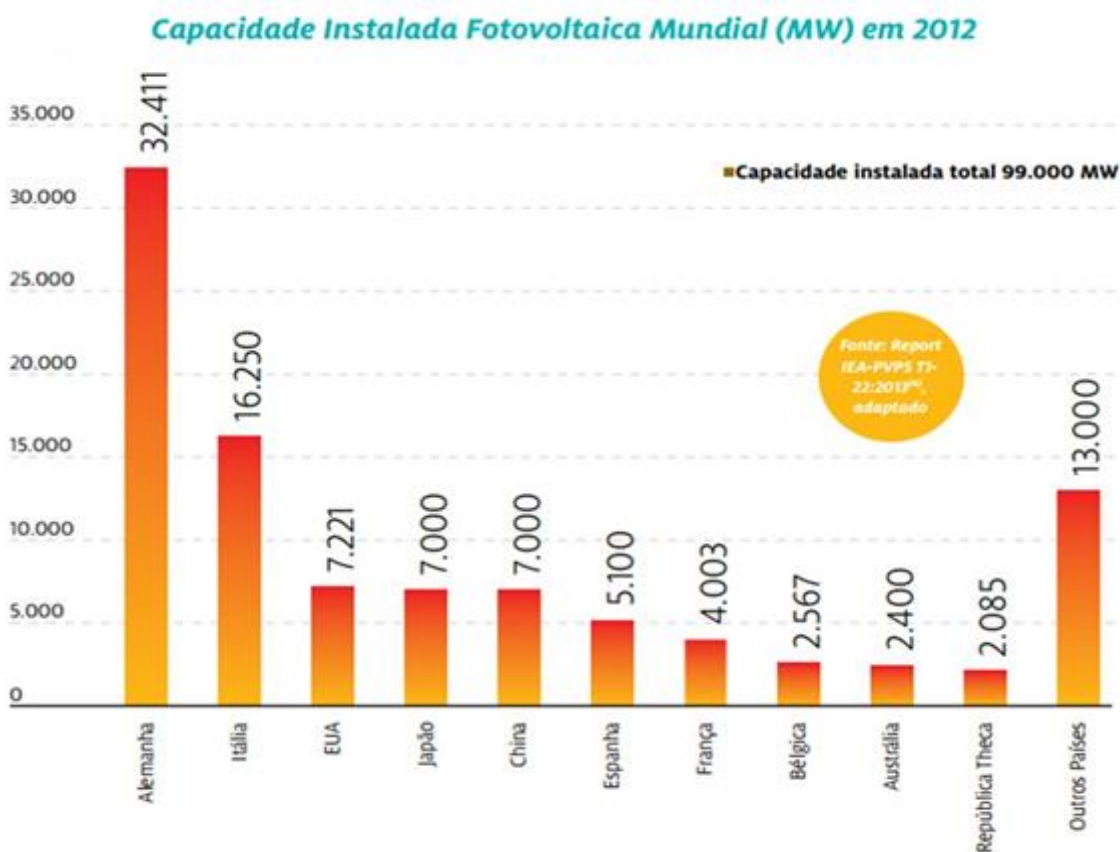
gerais com matrizes energéticas elétricas, tanto mundiais quanto as relativas ao Brasil. (Diário de bordo do professor, dia 24/03/2015)

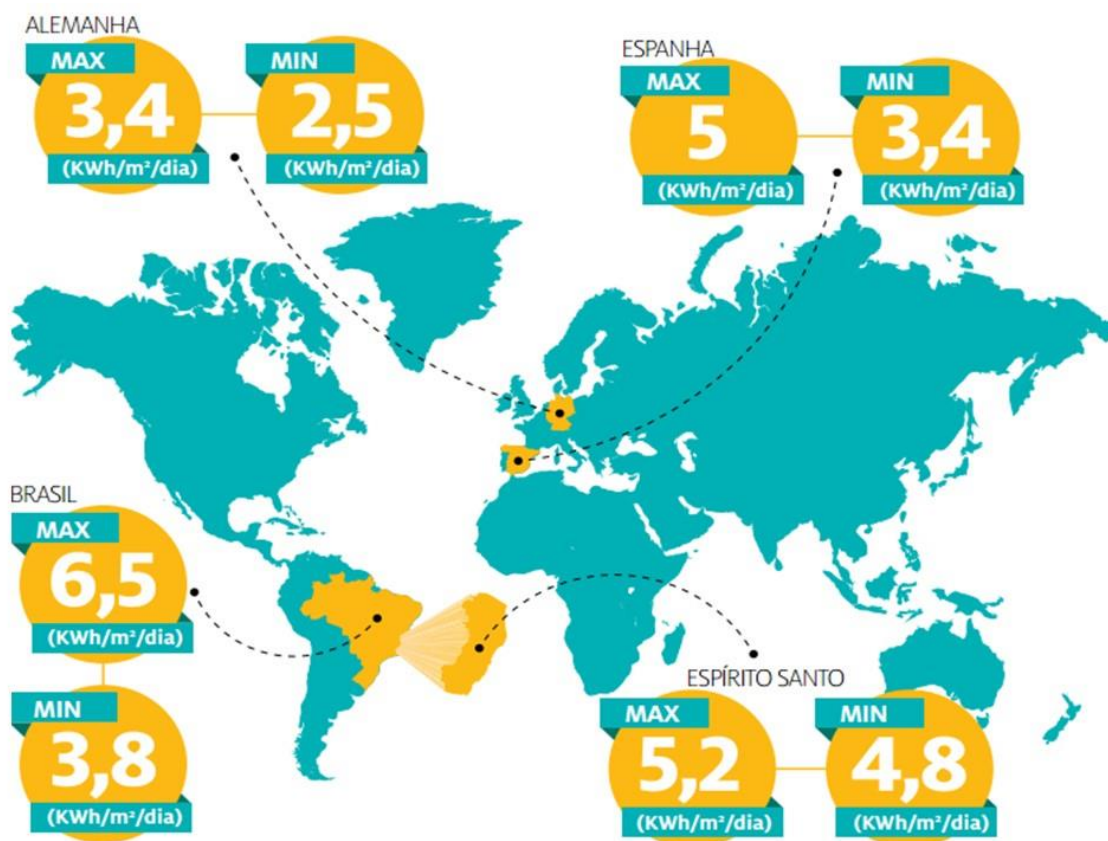
Discutimos também a projeção para a demanda de combustíveis líquidos no Brasil, o atual aproveitamento da energia solar e o potencial de produção de alguns países. Conversamos sobre o significado da palavra “demanda”, pois muitos alunos desconheciam.

Evolução da demanda de combustíveis líquidos por setor (mil tep) entre 2015 e 2030

Setor da Economia	2015	2020	2025	2030
Setor industrial	6.756	8.004	9.863	11.196
Setor comercial	624	737	1021	1.225
Setor público	759	901	1277	1.556
Setor de transportes	62.984	77.340	1081.18	132.636
Setor agropecuário	6.521	8.652	12.251	15.000
Setor residencial	6.270	8.268	10.508	11.406
Total	83.914	103.902	143.038	173.019

Tabela presente em (SCHUTZ; MASSUQUETTI; ALVES, 2013, p. 3181)





Foi uma aula bastante produtiva, os alunos participaram bastante, houve muita discussão entre eles. Houve momentos em que eu parava para observar uns explicando coisas aos outros. Os alunos demonstram bastante curiosidade em relação aos dados do IBGE sobre a população brasileira e aos gráficos com as projeções de crescimento. Demonstraram estar atentos quando perguntaram o motivo de o Espírito Santo estar em destaque no último gráfico.

7ª aula – Produção de energia: um assunto que necessita de bastante atenção (discussões em grupos e síntese)

Nessa aula os alunos se dividiram em cinco grupos, formados de acordo com os critérios deles, que tinham como tarefa discutir a aula anterior e depois fazer um relato para o restante da turma. O objetivo dessa aula era promover um momento de interação entre os estudantes, em que eles pudessem discutir as informações da aula anterior, o que eles entenderam, aprenderam, não entenderam, o que acharam curioso, ponto de vista, dúvidas, ou seja, as experiências que lhes foram proporcionadas. A ideia da atividade era buscar indícios do quão proveitosa foi a discussão da aula anterior. Disse aos alunos que iria gravar em vídeo a fala deles, a fim de fazer uma avaliação mais cuidadosa e coleta de dados para a pesquisa.

O início da aula foi um pouco tumultuado, como foi relatado no seguinte trecho:

Os alunos chegaram na sala e já havia escrito no quadro a proposta de atividade para hoje, mas mesmo assim tive que pedir silêncio, acalmar o ânimo deles e explicar o que deve ser feito. [...] Houve certo trabalho para modificar a arrumação da sala, pois tinha uma turma antes tendo aula aqui e as carteiras estavam em fila, minha sala também é pequena. Some-se a isso a agitação que normalmente eles têm. Apesar dos problemas os cinco grupos foram formados e eu expliquei o que eles deveriam fazer. (Diário de bordo do professor, dia 26/03/2015)

A previsão inicial era de 15 minutos para as discussões nos grupos, depois cada grupo teria 5 minutos para se expressar e eu utilizaria o tempo restante, cerca de 10 minutos, para fazer um fechamento das duas aulas. Mas infelizmente as coisas não aconteceram da maneira que foram pensadas.

Logo de início surgiram problemas com alguns alunos que não estiveram na aula anterior, não viram os slides, não viram os gráficos, não debateram, não discutiram não deram ideias. Havia alunos interessados e com boa participação na aula anterior que não estavam presentes e isso também foi um problema, afetando a qualidade desse encontro. Aproveitei o momento oportuno para chamar atenção quanto ao fato de “matar aula”, apesar de saber que nem todos fizeram isso. Vários grupos demonstraram problemas, apenas um grupo estava preparado para a segunda parte ao final do tempo estipulado. (Diário de bordo do professor, dia 26/03/2015)

Esses problemas geraram uma agitação acima do normal na sala, cheguei a chamar um grupo para vir a frente da turma e falar das discussões que tiveram, mas decidi abortar todo o planejamento e propus um novo modelo de ação.

Passei uma lista de chamada, pois devido a agitação adicional da turma eu julguei que não seria interessante fazer a chamada oral, como é feita habitualmente. Ao chamar o primeiro grupo senti uma certa resistência, que eles praticamente não teriam como contribuir. Percebi que não seria viável fazer da maneira como havia sido planejado inicialmente, não só com esse grupo, mas com quatro deles. Seria perda de tempo e geraria um desgaste excessivo para algo que não seria proveitoso. Decidi mudar de estratégia. Disse a eles que disponibilizaria os slides usados na aula anterior para que eles olhassem e produzissem um vídeo, semelhante ao que iriam fazer nessa aula. Fiz a proposta para minimizar os problemas, mas não sei se os alunos que haviam faltado a aula anterior vão conseguir

entender o “espírito” do debate, imagino que alguns tentarão fazer um resumo das informações contidas no material. (Diário de bordo do professor, dia 26/03/2015)

Fiquei chateado, frustrado com o andamento dessa aula, pois não foi muito proveitosa. Esperava que a discussão fluísse um pouco melhor, promover um momento de socialização dos assuntos debatidos, fechando com uma síntese das discussões. Infelizmente isso não ocorreu. Fiquei na expectativa de ver os vídeos que eles iriam produzir.

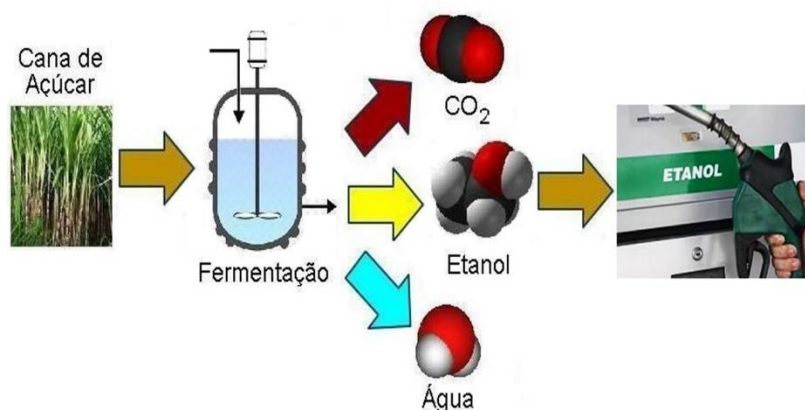
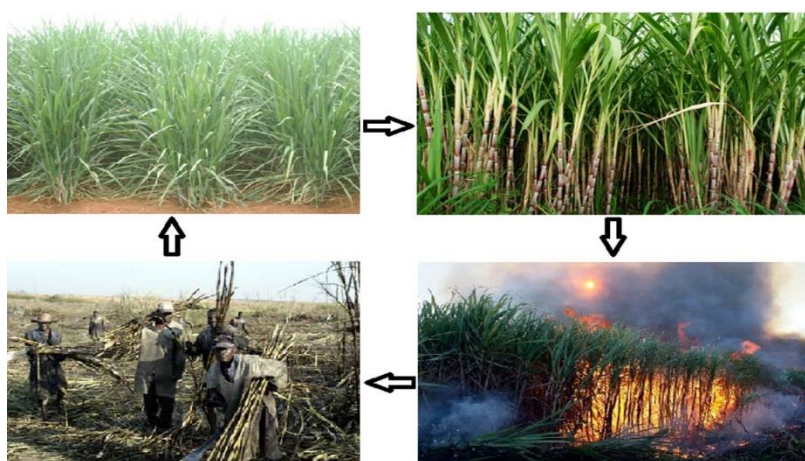
Penso que, se na aula retrasada eu tivesse dito algo do tipo “*Não falem a próxima aula e prestem bastante atenção nela, pois na aula seguinte nós faremos uma atividade avaliativa baseada nessas discussões*”, o andamento dessa aula teria sido melhor, que o planejamento teria sido cumprido. Mas não acredito que agir assim contribua para o desenvolvimento da criticidade dos estudantes, eles devem entender que todas as aulas são importantes e que são avaliados durante todo o processo. Muito embora eu pense que apresentar aos alunos a programação das duas, ou três, aulas seguintes, sem citar “*avaliações*”, seja algo interessante e pretendo desenvolver esse hábito.

8ª aula – Fontes energéticas renováveis e não renováveis

Essa aula já estava prevista na sequência didática inicial, mas sua necessidade se tornou mais intensa a partir da análise das respostas dos estudantes para as duas primeiras questões da primeira aula. O objetivo geral foi discutir os seguintes conceitos: fontes renováveis e não renováveis de energia, biocombustíveis e combustíveis fósseis. A fim de discutir esses conceitos foi preparada uma apresentação de slides com o título “Desenvolvendo conceitos”, que utilizou exemplos visuais (fotos e esquemas), material produzido pelos alunos e resumos organizados de informação. Um resumo escrito foi preparado para ser entregue aos alunos no final da aula, e tem como objetivo dar mais tranquilidade aos estudantes, uma vez que eles não precisaram copiar do quadro ou confiar apenas na memória.

Comecei a aula conversando com os alunos sobre o objetivo da aula e de onde surgir sua necessidade. Disse a eles que a interação entre nós era necessária para o sucesso da aula e então iniciamos a discussão dos conceitos.

Comecei mostrando o ciclo da cana-de-açúcar e a produção de etanol a partir dessa planta.



Após alguns comentários e discussões lancei a seguinte questão para a turma:

O etanol é uma fonte renovável de energia?

A pergunta foi feita para gerar argumentação e nas respostas dos alunos apareceu as ideias de “ciclo” e “renovação”, apesar de que a ideia de “período” não ter aparecido explicitamente. E foi a partir da ideia de duração do ciclo e do exemplo da formação do petróleo, que a discussão foi conduzida para um entendimento do que é fonte renovável e do que não é.

Inicialmente foi trabalhado o exemplo da cana-de-açúcar, a partir de imagens. Houve bastante diálogo, discutimos sobre o ciclo da cana, sobre o etanol, e os alunos chegaram à conclusão, expressando-se verbalmente, de que a cana é uma fonte energética renovável. Discutimos também sobre os combustíveis fósseis, suas origens e chegamos ao conceito de não renovável. (Diário de bordo do professor, dia 07/04/2015)

Foram apresentadas as principais fontes energéticas. Os alunos assumiram não saber como o petróleo havia sido formado e demonstraram bastante interesse em relação ao assunto.

Os alunos demonstraram bastante interesse sobre o petróleo. Uma menina relatou não saber que ele havia sido formado daquela maneira. Diante do interesse da turma eu disse que na próxima aula eu traria vídeos que falassem sobre petróleo. (Diário de bordo do professor, dia 07/04/2015)

A próxima parte da aula foi a mais interessante. Peguei as respostas de alguns alunos, referentes as duas primeiras questões do primeiro questionário que eles fizeram, e fui apresentando a turma, sem citar quem eram os autores. Nós discutimos as respostas apresentadas, a luz das discussões anteriores. Na montagem do material segui uma ordem crescente de acerto (aproximação com o cientificamente correto), deixando as melhores respostas para o final.

Algumas repostas dos alunos:

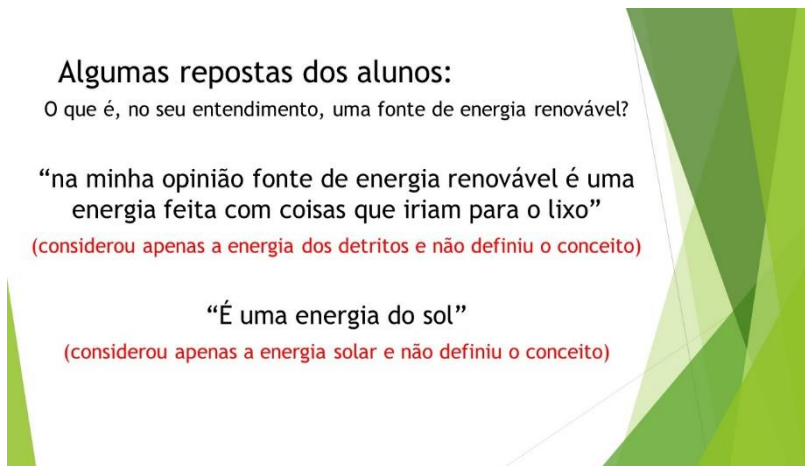
O que é, no seu entendimento, uma fonte de energia renovável?

“na minha opinião fonte de energia renovável é uma energia feita com coisas que iriam para o lixo”

(considerou apenas a energia dos detritos e não definiu o conceito)

“É uma energia do sol”

(considerou apenas a energia solar e não definiu o conceito)



Foi uma experiência nova para mim e que me deixou muito satisfeito com os resultados. Percebi que os alunos se sentiram mais inseridos na aula, uma aula feita para eles, especialmente para eles, com material produzido por eles.

Rita: Essa resposta foi minha!

Professor: Pois é! Eu não ia falar de quem era, mas já que você se identificou, você quer comentar sua resposta? Agora que nós já discutimos esses conceitos.

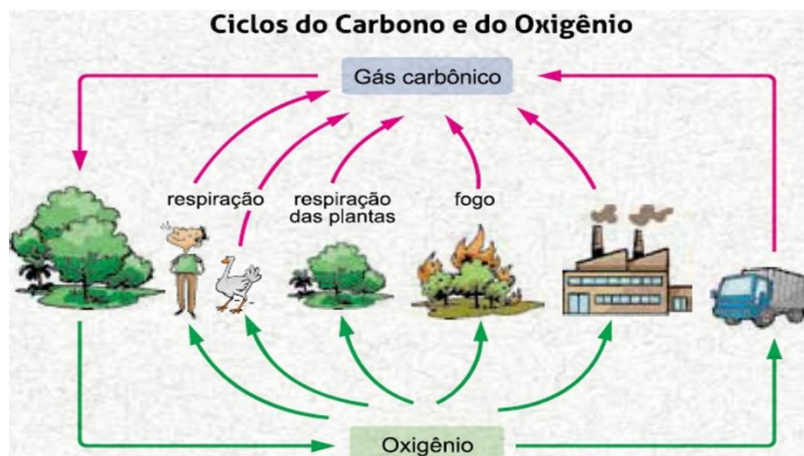
Rita: Pô, to até com vergonha!

Professor: Não precisa sentir vergonha! Na sua resposta dá para ver que houve um raciocínio, que você tinha uma ideia. E agora?

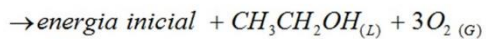
Rita: Não, agora eu já não penso mais assim. Agora eu já entendo que eu respondi errado e que não deveria ter dito isso aqui.

Apesar de a resposta dela estar parcialmente correta. (Diário de bordo do professor, dia 07/04/2015)

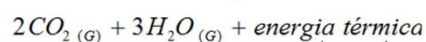
Nos diálogos que tivemos pudemos discutir uma série de outros conceitos, tais como: fotossíntese, biocombustíveis, combustíveis fósseis e nucleares, principais fontes energéticas, combustão e os ciclos do carbono e do oxigênio.



Combustão do etanol:



↓
combustão



↓
excesso de energia

Foi uma aula muito produtiva, acredito que os alunos gostaram da aula e compreenderam a ideia de ser ou não renovável. Essa foi a segunda aula em que utilizei as respostas dos alunos como exemplo e já considero essa prática como uma boa estratégia para promover a participação dos alunos, desenvolvendo assim aulas dialógicas e interativas. Após a aula os alunos receberam um resumo impresso das principais informações presentes nos slides (disponível no apêndice 5).

9ª aula – O sol e o petróleo: duas importantes fontes energéticas

Nesse encontro nós trabalhamos com quatro vídeos, sendo que dois deles já estavam idealizados desde o início da intervenção e os outros dois foram escolhidos após as discussões da aula anterior.

O objetivo da aula é contribuir para melhorar a capacidade dos estudantes de reconhecer a energia nas situações cotidianas, ou seja, desenvolver a sensibilidade dos estudantes para que eles percebam a presença da energia em um número maior de fenômenos. Os primeiros vídeos exibidos estão em consonância com os objetivos, pois evidenciam a energia solar em outras formas de energia e dão uma série de exemplos de transformações de energia. Os outros dois falam especificamente sobre o petróleo, e são uma resposta a demanda dos alunos.

Vídeo 1: Novo Telecurso 2000 – aula de ciências nº 34 (duração 12' 57'')



Disponível em: <http://educacao.globo.com/telecurso/videos/ensino-fundamental-2/t/ciencias/v/telecurso-ensino-fundamental-ciencias-aula-34/1260781/>

Esse vídeo apresenta o Sol como a principal fonte de energia da Terra e foi escolhido pela dinâmica dos materiais produzidos pelo Telecurso, que contém bastante diálogo e encenações de situações cotidianas.

O comportamento dos alunos foi bastante interessante. No início achei que haveria uma rejeição ou resistência ao vídeo em função de algumas falas dos alunos na abertura da tele aula. Mas eles assistiram tranquilamente e a maioria prestou atenção nas informações. Ao final a impressão foi que eles gostaram. Isso me deixou mais tranquilo, uma vez que havia imaginado que eles gostariam e, de certa forma, acertei em minha previsão. Alguns alunos elogiaram o vídeo e a forma como as informações são organizadas e apresentadas e alguns relataram que assistem algumas aulas em casa. (Diário de bordo do professor, dia 09/04/2015)

Vídeo 2: Matrix (filme - apenas um fragmento com duração de 4' 29')



Vídeo 3: O que é petróleo? (duração 8' 12'')



Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=oOKPUBk1SUQ>

Esse vídeo não estava nos meus planos iniciais, mas gostei de ter trabalhado com ele, enriqueceu a sequência didática. Nele uma série de informações históricas, técnicas e econômicas são apresentadas, sem muito aprofundamento, mas adequado ao público e aos nossos objetivos.

A postura de alguns alunos ao final desse vídeo também foi bastante interessante. Alguns deles acharam exagero, ou supervalorização das capacidades da Petrobras, quando foi citado que a empresa possui a melhor tecnologia de extração de petróleo em águas profundas. Senti na fala deles a ideia de que o Brasil não possa ser referência positiva em algumas coisas. Isso gerou uma discussão boa a respeito de mercado, demanda de tecnologia, corrupção (assunto levantado por eles). (Diário de bordo do professor, dia 09/04/2015)

Vídeo 4: Akatu Mírim - De onde vem para onde vai? O Petróleo (duração 4' 16'')



Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=8Ft4vYSAx4M>

Vídeo simples e um pouco infantil, mas com potencial para estimular uma discussão importante.

Eles assistiram o vídeo e fizeram críticas, falaram que o vídeo era simples, infantil. Achei que eles iriam gostar do vídeo por ser mais animado e com desenhos, mas não foi o que ocorreu, eles demonstraram mais maturidade do que eu havia pensado. Esse vídeo teve uma certa rejeição. (Diário de bordo do professor, dia 09/04/2015)

Ao final ele mostra como podemos ajudar a reduzir o consumo de petróleo utilizando melhor e por mais tempo os produtos que consumimos, trocando objetos, reciclando, dando carona aos amigos, ou seja, fala sobre “consumo consciente”. A minha ideia era ver se os alunos percebiam no vídeo essa tendência de transferir a responsabilidade de um problema que é governamental, um problema político, para a população, assim como fazem e estão fazendo com o problema da água.

Não houve muitos comentários espontâneos, talvez por de ser o último vídeo, de estarmos na última aula, da expectativa de ir para casa. Então eu dei uma forçada, algo do tipo “E aí? O que vocês acharam desse vídeo? Mesmo ele sendo simples, mesmo sendo bobinho”. Como os alunos falaram muito pouco eu abri o jogo e disse qual foi minha intenção ao escolhe-lo e aí os alunos entenderam e fizeram comentários. Houve relações espontâneas com o problema da falta de água, falou-se sobre problemas de abastecimento. (Diário de bordo do professor, dia 09/04/2015)

Foi uma aula muito proveitosa, pois os alunos demonstraram criticidade, participaram das discussões, argumentaram entre si. Foi possível sanar dúvidas apresentadas na aula anterior e responder a curiosidade manifestada por eles. Observo que trabalhar com vídeos curtos e diversificados é uma boa estratégia, pois os alunos demonstram mais interesse e parecem gostar mais, sem perder o foco dos objetivos principais que são ensinar física e aprender com o diálogo.

10ª aula – Energia cinética e energia potencial gravitacional

O objetivo da aula foi trabalhar os conceitos de energia cinética e energia potencial gravitacional. Minha intenção é que os alunos sejam capazes de associar “movimento” a “energia cinética” e, associar “altura” a “energia potencial gravitacional”. Seguindo a proposta da intervenção procurei fazer a apresentação dos conceitos de maneira contextualizada e numa aula bastante dialogada. Utilizei uma apresentação de slides com pouco texto, dois vídeos curtos e muitas imagens, para não cansar os alunos, favorecendo o diálogo e as discussões.

Expliquei aos alunos que iríamos discutir duas formas específicas de energia e que a participação deles seria fundamental. Logo no primeiro slide havia a seguinte pergunta:

Você sabe o que é energia cinética?

Eles deram algumas respostas vagas até que um aluno deu uma boa definição, o que pode ser fruto da intervenção pedagógica, pois esse conceito já havia sido comentado anteriormente. O slide seguinte apresentava uma definição e solicitava que eles dessem exemplos.

Depois os alunos foram convidados a dar exemplos e eu fui anotando no quadro (pessoa em movimento, um animal em movimento, um veículo em movimento, alguém praticando esporte, etc.). Achei bacana pois eles deram bastante exemplos e foram me ajudando a agrupá-los em categorias semelhantes. (Diário de bordo do professor, dia 10/04/2015)

Dando sequência a apresentação haviam várias imagens e o legal foi que a maioria dos exemplos que eles deram estava ali representado. Eles gostaram bastante disso, de acertarem nos exemplos. Nós discutimos imagem por imagem e eles gostaram bastante disso. Uma em especial era de dois carros batidos (em repouso) e um aluno disse “A energia cinética foi quem amassou os carros”.



Foi muito bom! Coloquei também imagens de situações que imaginei que eles não falariam e, eles não falaram mesmo. Essas imagens não citadas serviram para uma série de discussões, tais como: energia elétrica, energia eólica, energia térmica. Uma aluna chegou a perguntar algo muito interessante, perguntou se todas as energias são cinéticas.



Houve um breve momento da aula em que aconteceu uma discussão a respeito do modelo de aula utilizada na sequência didática e as aulas “tradicionais”, que se iniciou quando um aluno alegou estar sentindo falta de “conteúdo”.

Um momento interessante da aula foi quando um aluno disse que estava “sentindo falta de conteúdo” e, então outros alunos responderam: “Mas isso é conteúdo! Isso tudo que a gente está discutindo faz parte do conteúdo, é conteúdo de física”. Depois o aluno se explicou melhor, disse que queria algo escrito no quadro, algo para ele copiar no caderno. Diante disso eu disse a turma que o objetivo da aula era discutir alguns conceitos, mas que depois eu forneceria um resumo impresso das informações mais importantes. Fiquei muito feliz com essa defesa dos alunos, um indício de amadurecimento e pertencimento ao processo de aprendizagem. (Diário de bordo do pesquisador, dia 10/04/2015)

Depois nós discutimos os fatores que influenciam no valor da energia cinética. Houve muita argumentação até chegarmos a velocidade e massa, sendo que alguns alunos sustentaram durante muito tempo a posição de que a velocidade é inversamente proporcional à massa do corpo. Dois alunos, um magrinho e baixinho e outro gordinho e alto se voluntariaram em algumas de nossas discussões, como “exemplos” em situações de “tombadas”. Mostrei depois a equação a turma e a discutimos. Mostrei um vídeo do Usain Bolt quebrando o

recorde dos 100 m livres e calculamos a energia cinética dele na ocasião. Os alunos gostaram de assistir à corrida, que gerou algumas discussões.

Vídeo 1: Bolt: nuevo récord del mundo 9,58!!! (duração 2' 57'')



Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=5Dd3MpyUvOA>

- Quanta energia cinética Usain Bolt (86 kg) possui, correndo com uma velocidade de 10 m/s?

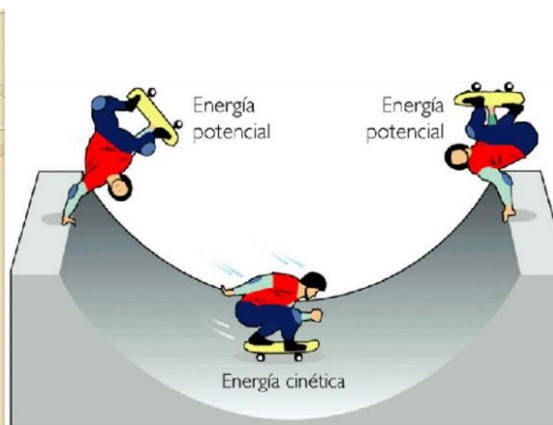
$$E_c = \frac{(86 \text{ kg}) \cdot (10 \text{ m/s})^2}{2}$$

$$E_c = \frac{86 \cdot 100}{2}$$

$$E_c = 43 \cdot 100 = 4300 \text{ J}$$

J = Joule (unidade padrão de medida para energia)

Depois falamos sobre energia potencial gravitacional, seguindo o mesmo roteiro feito na discussão da energia cinética: definição, exemplos dos alunos, apresentação e discussão de imagens, fatores que influenciam, análise dos termos da equação e um exemplo. Uma jaqueira carregada de jacas, que fica no pátio da escola, e minha sala, que fica no terceiro andar foram utilizadas como exemplos durante nossas conversas.



Discutimos bastante as transformações entre energia cinética e gravitacional. Mostrei um vídeo da Yelena Isinbayeva quebrando o recorde de salto com vara e calculamos a energia potencial gravitacional dela no ponto mais alto do salto.

Vídeo 2: Isinbayeva with new world record (duração 1' 57'')



Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=PwJsmDowiYU>

Quanta energia potencial gravitacional Yelena Isinbayeva (65 kg) possui no ponto mais alto (5,06 m) do seu recorde de salto com vara?

$$E_G = (65 \text{ kg}) \cdot (10 \text{ m/s}^2) \cdot (5,06 \text{ m})$$

$$E_G = 3289 \text{ J}$$

Os alunos gostaram bastante da aula, disseram isso. Falaram que foi bacana, que foi divertida. Fiquei muito feliz com essa aula, foi a melhor aula que tivemos em termos de participação. Eles gostaram e eu gostei muito também.

11ª aula – Avaliação escrita

Essa aula foi idealizada para ajudar a desenvolver a capacidade dos estudantes de sintetizar seus conhecimentos, através de argumentação escrita, em situações problema contextualizadas, relacionadas a assuntos discutidos em sala de aula e na mídia. Também foi uma forma de buscar indícios do quanto os alunos se apropriaram das discussões das aulas anteriores. Utilizei questões abertas que demandam pensamento crítico, revisão de conceitos, argumentação e escrita.

Arrumei a sala com as carteiras em dupla antes da turma chegar. Pedi aos alunos que formassem duplas, disse que poderiam formar novas duplas, diferentes das atividades anteriores. Após eles terem se organizado entreguei o questionário e expliquei que as questões eram diferentes das anteriores, mas que abordam os assuntos discutidos.

1) Qual a sua opinião, ecologicamente, a respeito da utilização dos biocombustíveis?

2) Comente a seguinte frase: “O sol é a nossa principal fonte de energia”.

3) Analise a seguinte tabela:

Matriz de energia elétrica - Brasil 2012	
Fonte	Participação
Hidrelétrica	66%
Combustíveis fósseis	18%
Biomassa	7%
Importação	6%
Nuclear	2%
Eólica	1%

fonte: ANEEL, 2012.

Você é capaz de estabelecer relações entre a recente crise da água e o aumento do custo da energia elétrica?

4) Analise o seguinte gráfico:



* carvão mineral

- a) A matriz energética mundial é composta, predominantemente, de fontes renováveis ou de não renováveis? Justifique.
- b) Quais consequências uma matriz energética desse tipo trará para as futuras gerações (50, 100, 150 anos, por exemplo)?
- c) Descreva como seria uma matriz energética melhor do que a apresentada.
- 5) Existe relação entre as energias **cinética** e **potencial gravitacional** com o funcionamento de uma usina hidrelétrica?

[Um modelo pronto para a impressão está no apêndice 6]

Acredito que o fato de haver um “*valor*” escrito na avaliação contribui para um maior cuidado dos alunos na resolução das questões. Eles demonstraram certa dificuldade, mesmo as questões terem sido redigidas com bastante cuidado para facilitar a compreensão, sem induzir a uma determinada resposta. Inicialmente isso me deixou chateado no momento, mas sei que os alunos sabem muito mais do que colocaram no papel, pois é mais difícil se expressar com a escrita.

Ainda não fiz uma avaliação cuidadosa das respostas, mas me senti um pouco frustrado ao ver a desenvoltura deles respondendo as questões. Esperava mais deles, ou talvez eu esperasse mais de mim, das minhas aulas, da sequência de ensino. Posso mudar de opinião posteriormente, mas no momento estou um pouco chateado, por estar esperando ver mais maturidade e desenvolvimento de alguns conceitos. (Diário de bordo do professor, dia 14/04/2015)

Devo comentar algo sobre a aula anterior e a de hoje: talvez o “*rendimento*” não apareça claramente nos questionários escritos, mas esses questionários não são a única forma de se avaliar o aluno. Acredito que as discussões que estamos fazendo evidenciam o quanto eles sabem e o quanto a sequência didática está contribuindo para uma melhoria da compreensão deles a respeito dos conceitos e implicações sociais que estamos trabalhando. (Diário de bordo do professor, dia 16/04/2015)

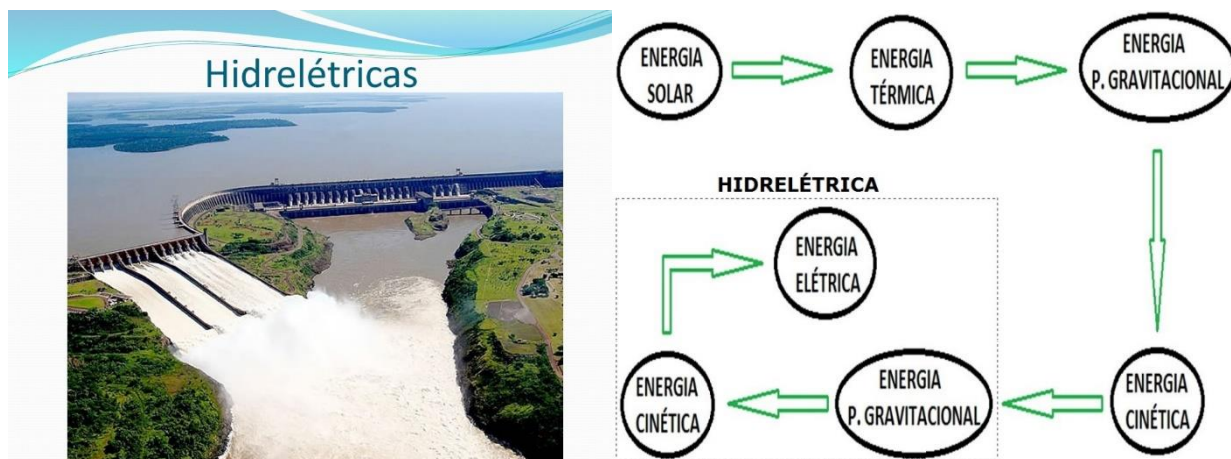
As duplas responderam às questões propostas, algumas escreveram mais, outras menos. Um comportamento apresentado em outras aulas se repetiu em alguns grupos: a “*divisão de tarefas*”, enquanto um respondia uma questão o colega respondia outra. Nesses grupos não houveram muitas discussões, uma vez que cada um tinha uma “*missão individual*”. Não gosto dessa maneira de trabalhar e acredito que ela vai contra a proposta de trabalho em grupo, mas não interfi no processo, embora tenha questionado suavemente essa postura em alguns grupos. Alguns grupos me deixaram bastante alegres, ao vê-los trabalhar, discutiam

bastante os assuntos, procuravam chegar num consenso para depois registrar no papel. Houveram conversas entre grupos, o que achei bastante interessante. Houve um caso de duas alunas, de grupos diferentes, que discutiam sobre a “*amplitude*” de uma determinada questão.

Fui controlando a aula, tomando conta da disciplina da turma e auxiliando no que podia. Procurei estimular os grupos a escreverem mais do que haviam escrito inicialmente, a reverem suas respostas no tempo que ainda faltava, tudo com conversas amistosas. Alguns grupos modificaram suas respostas, mas alguns se mostraram inflexíveis.

12ª aula – Hidrelétricas, usinas nucleares e biomassa

Essa aula foi idealizada para ajudar a consolidar um pouco mais os conceitos de energia cinética e energia potencial gravitacional, assim como discutir mais detalhadamente as transformações de energia envolvidas no funcionamento de uma hidrelétrica, as usinas nucleares e a biomassa. Busquei discutir apenas as vantagens dessas formas de produção de energia, pois pretendia discutir as desvantagens nas próximas aulas.



Utilizei uma apresentação de slides com muitas imagens e pouco texto, com o objetivo de estimular a participação da turma e o debate entre eles. Tenho percebido que essa estratégia é boa para discutir conceitos de forma contextualizada e incentivar a participação da turma, assim como projetar os slides no quadro e riscar sobre as figuras.

Iniciei a aula conversando com a turma, ressaltando que a participação deles seria muito importante para o sucesso daquele momento. Começamos discutindo as hidrelétricas e as transformações de energia envolvidas em seu processo de funcionamento. Também apresentei aos alunos uma tabela com o custo, por fonte, da produção de energia elétrica no Brasil.

Houve bastante participação da turma, sendo que os alunos citaram três vantagens das hidrelétricas, antes mesmo de aparecer o slide em que elas eram citadas. Isso me deixou feliz e sentindo que estamos no caminho certo, uma vez que esses assuntos já haviam sido discutidos em aulas anteriores. (Diário de bordo do professor, dia 16/04/2015)

Discutimos novamente sobre o conceito de biomassa e suas vantagens aqui no Brasil. Para essa discussão foi utilizado o exemplo da cana-de-açúcar.

Os alunos também participaram bastante, levantando questionamentos sobre poluição, efeito estufa, qualidade do solo, biodiversidade, agrotóxico. A intensão da aula não era discutir desvantagens, mas o assunto surgiu e foi discutido com a turma normalmente, o que foi muito bom. (Diário de bordo do professor, dia 16/04/2015)

Depois discutimos sobre fissão nuclear, reação em cadeia, reações controladas e bomba atômica. Os alunos demonstraram muita curiosidade e interesse sobre a bomba atômica.

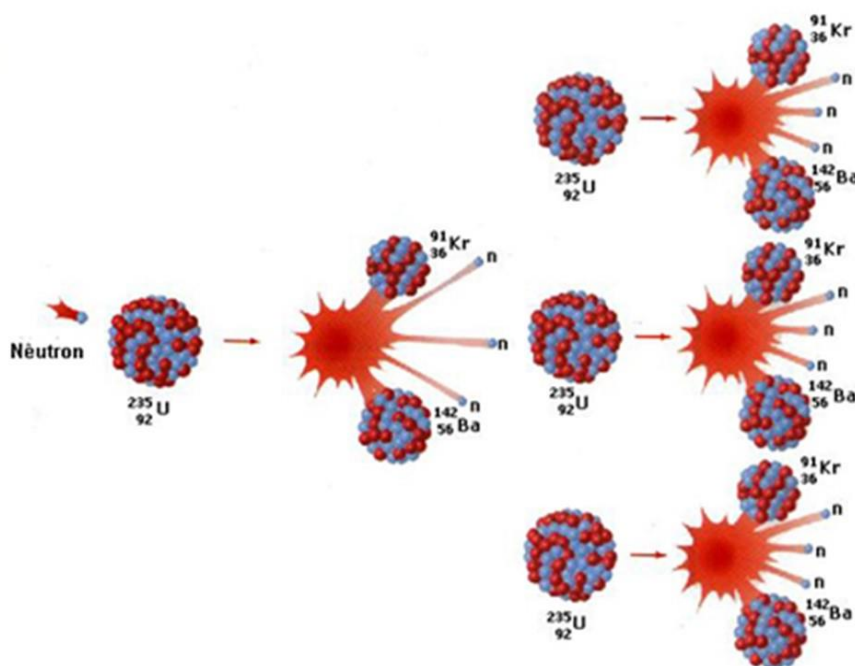
Alguns alunos que estavam com “*cara de tédio*” se acertaram cadeira para observar melhor. Perguntaram sobre Hiroshima e Nagasaki, comentaram sobre a radiação liberada e sobre problemas de saúde. Foi possível discutir superficialmente os motivos que levaram a detonação daquelas bombas.

Aluno: “Por que fazer uma bomba dessas?”

Professor: “Se você pensar bem vai descobrir o motivo.” – Falei brincando e a turma toda riu.

Aluno: “É, já sei professor!”

(Diário de bordo do professor, dia 16/04/2015)



Depois falamos sobre as usinas nucleares, enfatizando o caráter benéfico da energia nuclear e fazendo conexão com a energia cinética. Ao verem uma imagem de uma usina nuclear todos os alunos disseram acreditar que a fumaça que sai das torres era alguma substância prejudicial à saúde. Eles ficaram espantados em saber que era vapor de água e que essas usinas não prejudicam o meio ambiente, o que proporcionou muita discussão.

Questionaram bastante essas minhas afirmações e pudemos discutir o funcionamento delas (com um esquema simplificado), os riscos de acidente e os cuidados com os materiais radioativos. Um aluno citou um documentário que ele assistiu sobre Chernobyl. (Diário de bordo do professor, dia 16/04/2015)



Na sequência pedi aos alunos que pensassem e fossem me dando exemplos dos benefícios das usinas nucleares. Eles disseram que não polui o meio ambiente, mas não conseguiram chegar a mais nenhum outro, o que não é estranho uma vez que foi um assunto novo. Depois de um tempo apresentei e comentei quatro benefícios dessa forma de produção de energia. Por fim falamos sobre a fusão nuclear e sua utilização, e das perspectivas para o futuro.

Avalio a aula como muito produtiva e acredito ter contribuído muito para o desenvolvimento dos alunos. Acredito que eles acharam a aula interessante. (Diário de bordo do professor, dia 16/04/2015)

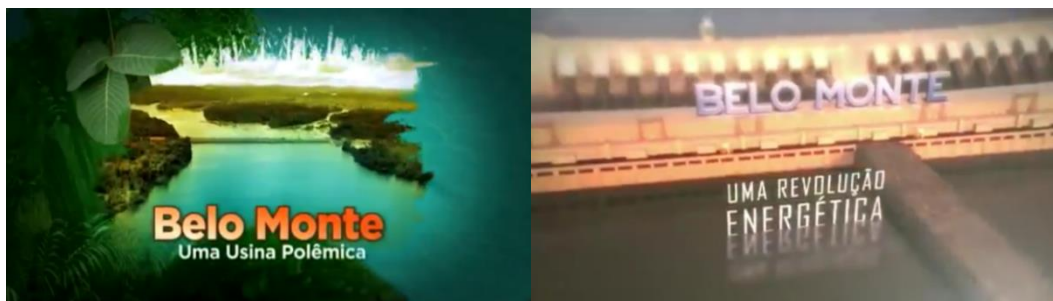
Após a aula os alunos receberam um resumo impresso das principais informações presentes nos slides dessa aula e da aula 10 (disponível no apêndice 7).

13ª aula – Belo Monte: uma usina polêmica

A proposta inicial era passar quatro vídeos sobre a construção da usina hidrelétrica de Belo Monte e dois vídeos sobre o acidente nuclear de Chernobyl. Optei, antes mesmo da aula começar por passar apenas os quatro primeiros, pois a aula foi de 45 min e dessa forma haveria tempo para discussão. Essa aula e as duas próximas, foram idealizadas para sensibilizar os estudantes quanto as desvantagens das usinas hidrelétricas, da monocultura e das usinas nucleares.

Comecei a aula explicando aos alunos que a proposta da aula era conhecer um pouco mais sobre hidrelétricas, especificamente a usina de Belo Monte, mas não disse que os vídeos mostrariam as desvantagens dessa forma de produção de energia. Pedi a colaboração da turma e resaltei que a participação deles seria o ponto principal da aula.

Vídeo 1: Belo Monte, uma usina polêmica - Parte 1 - A obra (duração 7' 24'')

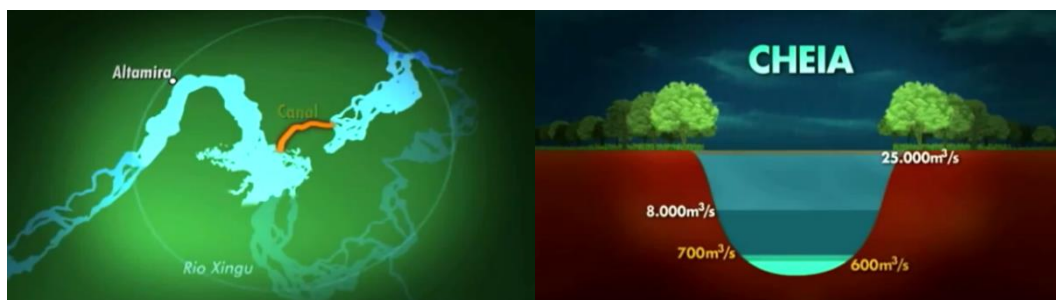


Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=YGL9k5Zpp1w&list=PL4B5DD15C89409F27&index=5>

Assistimos ao primeiro vídeo, que fala sobre o projeto inicial da usina de Belo Monte e as modificações que este sofreu ao longo do tempo. Ele também apresenta a obra e o como está seu andamento.

Os alunos prestaram atenção, mas não fizeram perguntas a respeito. Abri espaço para discussões, mas ela não ocorreu, então passei para a próxima parte.

Belo Monte, uma usina polêmica - Parte 2 - Os impactos (duração 6' 43'')



Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=qwKp1dENOX0&list=PL4B5DD15C89409F27&index=6>

O segundo vídeo mostra alguns problemas ambientais que a construção da usina está gerando e vai gerar. Impactos na fauna, flora e no fluxo de água do rio. Comenta as medidas ambientais que a consórcio responsável pela construção deveria estar fazendo, fala na modificação do projeto e da redução da capacidade de “*aproveitamento*” do rio. O vídeo termina com Carlos Novaes expondo seu ponto de vista sobre aproveitar um potencial do rio Xingu que está sendo “*desperdiçado*”.

Instiguei os alunos a comentarem o vídeo, tomando como ponte de partida o último comentário. Houve muita discussão, principalmente entre os alunos, que em vários momentos chegaram a me surpreender.

Uma aluna, por exemplo, disse que o comentário final era “egoísta”, que a usina vai beneficiar muita gente e que até os índios serão beneficiados, que poderão utilizar essa energia para “desenvolvimento” próprio. Fiz alguns questionamentos a respeito do comentário dela e procurei deixar claro para a turma que eu iria acrescentar alguns elementos a discussão, mas que não queria me colocar na condição de “certo” ou “errado”. Houve muita discussão entre os alunos e, em alguns grupos ela chegou a “esquentar”, pois alguns alunos defendiam o direito dos índios de preservar sua cultura enquanto outros defendiam o progresso tecnológico/econômico. (Diário de bordo do professor, dia 23/04/2015)

Pelo fato dos estudantes terem apresentado pontos de vista muito diferentes, eu avalio esse momento de discussão como extremamente educativo, pois houve muita argumentação, debate de opiniões e exposição de ideias. Em alguns momentos tive que abandonar minha postura de mediador e fomentador das discussões e ser muito direto e firme ao me posicionar a respeito de alguns comentários.

Uma aluna fez uma brincadeira comigo que achei interessante, ela disse: “As suas aulas estão gerando discórdia na turma!” (Diário de bordo do pesquisador, dia 23/04/2015)

Entendo que não perceber que o índio tem direito a preservar sua cultura e direito a vida é um indicio de graves falhas na formação desses estudantes, fruto de um ensino descontextualizado.

Percebi com essas discussões que muitos alunos analisam essas questões segundo o “*nosso*” ponto de vista, como se os índios pensassem como nós e tivessem o mesmo padrão de desenvolvimento. Também surgiram comentários preconceituosos em relação ao índio, como se eles fossem vagabundos, um povo inútil e desnecessário, que atrapalha o desenvolvimento do país. (Diário de bordo do professor, dia 23/04/2015)

Um sentimento apareceu com bastante intensidade na opinião de alguns alunos, uma “entrega”, uma falta de vontade de lutar, falta de crença de que a mudança é possível, de

que o dinheiro já “dominou” tudo e que não há o que possa ser feito. Discutimos a respeito disso e acho que alguns entenderam que a mudança pode começar pelo que fizemos: conhecer o problema.

Michele: Tá professor, eu sei que isso tá errado! Eu sei que que eles estão brigando para não construir a represa, mas o que que a gente pode fazer? Eles dominam a força, ou dominam com a mídia e, por isso, nada pode ser feito. (Diário de bordo do professor, dia 23/04/2015)

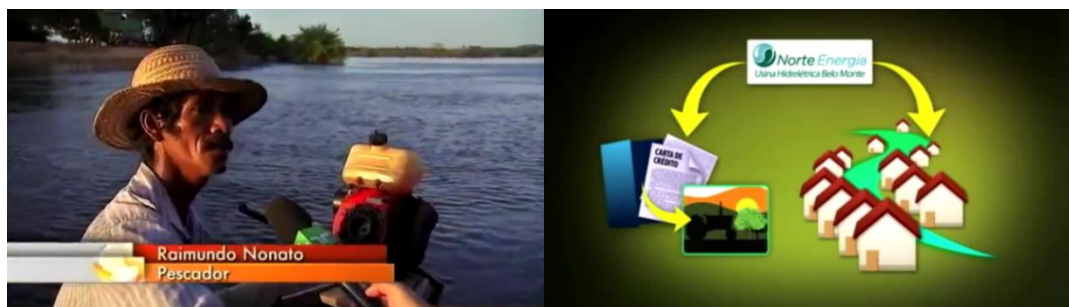
Vídeo 3: Belo Monte, uma usina polêmica - Parte 3 - Os indígenas (duração 6' 40'')



Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=g5QW6ph_ZPM&index=7&list=PL4B5DD15C89409F27

O terceiro vídeo que mostra a visão dos índios a respeito da construção da usina. As discussões foram semelhantes as já citadas e elas também foram muito intensas nesse segundo momento. Desde o início houve um grupo de alunos que defenderam os índios, brigaram por eles, reconheceram seus direitos e ficaram nervosos com os comentários desrespeitosos dos colegas.

Vídeo 4: Belo Monte, uma usina polêmica - Parte 6 - Os ribeirinhos (duração 6' 18'')



Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=MzJbVZiA6q8&list=PL4B5DD15C89409F27&index=2>

Por último passei o vídeo que mostra a visão dos ribeirinhos. Ele fala da indenização paga a eles pelas terras e chama atenção para o fato de que as famílias indenizadas ficam logo sem dinheiro, pois não sabem viver de outra forma ou em outro lugar e acabam se tornando mais uma família miserável na cidade grande. Não houve muita discussão após esse vídeo, pois a aula estava acabando e a situação dos ribeirinhos era parecida com a dos índios.

A aula foi muito boa e os vídeos estimularam o debate e a participação da turma. Pudemos discutir muitas coisas importantes. Não acredito ter mudado a concepção equivocada de alguns alunos, mas um passo importante foi dado hoje.

14ª aula – A monocultura da cana no Mato Grosso do Sul

Nesse encontro a programação era discutir as desvantagens do sistema de monocultura e para isso escolhi o documentário “A sombra de um delírio verde”, que apresenta um panorama da monocultura da cana no Mato Grosso do Sul, mostra as mazelas geradas por ela e como é a vida dos índios na região. Também havia um segundo vídeo sobre agricultura familiar, mas ele não foi exibido devido por uma questão de tempo, que poderia inviabilizar o debate com a turma.

À Sombra de um Delírio Verde (duração 29’ 36’’)



Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=2NB61WU1WfM>

No caso de Belo Monte a floresta e o rio ainda estão lá, mas os índios do Mato Grosso do Sul não têm florestas, nem rios, nem plantação. A situação dos índios nesse documentário é muito mais precária do que a dos afetados pela construção de Belo monte, por esse motivo os estudantes ficaram mais sensibilizados. Pelo menos foi isso que percebi os observando.

Os alunos ficaram revoltados quando, por exemplo, fez-se uma comparação entre a vida dos altos executivos que investem nesse mercado e a vida dos índios e, também como exemplo, com a taxa de mortalidade infantil entre os indígenas. (Diário de bordo do professor, dia 27/04/2015)

Aconteceu algo durante a exibição do vídeo que achei fantástico. A aluna Rita, sentada perto de mim, estava com os olhos cheios de lágrimas. Quando ela viu que eu a observava ela disse: “Professor, dá muita tristeza ver essas coisas.” Ela continuou assistindo e depois, quando abrimos para a discussão ela manifestou para a turma toda a sua indignação. (Diário de bordo do professor, dia 27/04/2015)

Após o vídeo iniciou-se naturalmente uma rodada de discussão. Discutimos assuntos como o papel da mídia, posse das terras, monocultura, biocombustíveis, problemas ambientais e direitos dos índios. Os alunos participaram bastante, interagiram e argumentaram bastante.

Os alunos ficaram muito sensibilizados com esse documentário, viram o horror que está sendo feito com aquele povo, e ao contrário da aula anterior não surgiram comentários negativos em relação aos índios. Foi uma aula muito proveitosa.

15ª aula – Prova escrita

Nessa aula os alunos fizeram uma avaliação escrita formal, uma prova que faz parte da semana de provas da escola. Inicialmente não estava nos meus planos aplicar uma prova, mas não vi problema em realizar esse tipo de atividade nesse momento, muito embora a parte principal da avaliação seja o debate do júri simulado que iremos realizar em breve. Preparei questões abertas relacionadas aos assuntos discutidos nas últimas aulas, questões que envolveram posicionamento crítico, raciocínio e articulação de alguns conceitos.

Prova escrita

1) Comente cada uma das seguintes fontes de energia:

a) Petróleo.

b) Cana-de-açúcar.

c) Fissão Nuclear.

2) Existem vantagens em se produzir energia elétrica em hidrelétricas? Justifique.

3) Existem vantagens em se produzir energia elétrica em usinas nucleares? Justifique.

4) Segundo o Relatório Brundtland apresentado pela ONU em 1987, a expressão sustentabilidade no desenvolvimento pode ser explicada como “o desenvolvimento que satisfaz às necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades”. Vamos definir o termo “fonte de energia limpa” como sendo uma fonte energética que permita um desenvolvimento sustentável.

Cite uma fonte de energia que você considera limpa. Justifique sua resposta.

5) O que é necessário para que um corpo tenha energia cinética?

6) O que é necessário para que um corpo tenha energia potencial gravitacional?

7) Cite duas transformações de energia que ocorrem numa hidrelétrica. Explique em que situação cada uma delas ocorre.

8) Uma massa qualquer, ao ser abandonada de uma altura de 100 m, chega ao chão com velocidade de aproximadamente 44 m/s, desconsiderando as forças de atrito. Considere que 20 litros de água (20 kg) são abandonados de uma represa, a partir de 100 m acima do chão. Determine:

a) Quanta energia potencial gravitacional essa massa de água tem no alto da represa?

b) Quanta energia cinética essa massa de água terá chegando ao chão?

[Um modelo pronto para a impressão está no apêndice 8]

No início a maioria comentava algo do tipo: “caramba a prova é toda de escrever”, pois as questões eram todas abertas, inclusive a única que necessitava de cálculo. Ultimamente os alunos estão viciados em questões de múltipla escolha e alguns professores também, talvez por falta de tempo ou preguiça de corrigir questões abertas, ou, no caso de física, alguns alunos acham mais cômodas questões do tipo “arme e efetue”. (Diário de bordo do professor, dia 30/04/2015)

Entreguei aos alunos, juntamente com a folha de prova, um resumo da atividade (júri simulado) que faremos nas próximas aulas. Nesse resumo havia algumas regras, critérios de avaliação, datas previstas e um “dever de casa”.

Alguns alunos perguntaram, em determinados momentos, coisas do tipo: “*Essas respostas são pessoais?*” ou “*Isso aqui é só a minha opinião?*”, provavelmente associando com o primeiro questionário da sequência didática. Expliquei a eles que não existem respostas padronizadas, mas que em função de tudo que nós já havíamos estudado que eles procurassem pensar e escrever coisas coerentes. Obviamente que, em função das perguntas, as respostas seriam personalizadas, que carregariam parte da visão deles, o que tornou a prova uma atividade interessante. Algumas questões vieram em branco, algumas não foram respondidas com muito empenho, mas no geral os alunos responderam a maioria das questões.

Eliane: Poxa! Eu achei que teria muito mais questões de fazer conta na prova.

Professor: Mas nas aulas que tivemos, e nas outras atividades, nós não fizemos muitas contas. Nós discutimos mais os conceitos e debatemos os assuntos relacionados.

Eliane: Mas pra mim física é mais conta. Quando penso em física eu penso em continhas.

Professor: Mas não teria sido coerente com as aulas que tivemos, se eu tivesse dado uma prova com muitas contas.

Eliane: É verdade.

(Diário de bordo do professor, dia 30/04/2015)

Foi um momento muito importante para os alunos, confrontar-se com questões abertas que envolvessem raciocínio e argumentação escrita. Também foi um importante para mim poder proporcionar um momento desses aos meus alunos.

16ª aula – Acidente nuclear de Chernobyl: causas e consequências

Nesse encontro a programação era discutir os riscos da energia nuclear, especificamente das usinas nucleares, e para isso escolhi dois vídeos curtos para estimular a participação dos alunos. Havia um terceiro vídeo selecionado, que poderia ser exibido dependendo das circunstâncias, mas não foi.

O primeiro vídeo explica as causas da explosão da usina nuclear de Chernobyl, o segundo é um documentário, que faz parte da comemoração dos 50 anos da Rede Globo, em que alguns jornalistas relembram matérias que fizeram a respeito do acidente de Chernobyl.

Conversei com os alunos e expliquei o que nós iríamos fazer, salientando que a participação deles é o elemento mais importante para as nossas aulas. Essa foi a terceira aula seguida, desconsiderando a prova, que trabalhamos com vídeos, o que pode ter sido um pouco repetitivo, mesmo sendo de assuntos diferentes e havendo discussões após eles.

Nesse momento uma aluna, do grupo dos “mais comprometidos” demonstrou desânimo ao saber iríamos fazer, pois segundo ela “dá um pouco de sono assistir vídeos”. Disse a ela que os vídeos seriam bem curtos e que depois faríamos uma discussão.

Vídeo 1: Chernobil o erro (duração 10' 29'')



Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=9-uDPiNVBIA>

Exibi o primeiro vídeo e os alunos começaram a prestar atenção quase que imediatamente. Radiação, usinas nucleares, explosões, bombas, etc, são temas que despertam o interesse dos estudantes. Esse vídeo explica, usando uma representação simplificada da usina, a sequência de erros humanos cometidos, associados às questões técnicas, que levaram a catástrofe em Chernobyl. Todos prestaram bastante atenção, aparentemente tentando

entender as explicações. Ao final da exibição eles disseram que não conseguiram entender tudo o que foi mostrado, e que não conseguiam lembrar de tudo que aconteceu.

Professor: Vocês não precisam entender e lembrar de todos os eventos. O que causou o acidente?

Turma: Falha humana.

Professor: Uma falha?

Turma: Não, muitas falhas.

Professor: Mais tinha um conjunto rígido de normas de segurança, não tinha?

Turma: É, mas eles passaram por cima delas.

Professor: O que eles queriam com isso?

Turma: Fazer o teste da refrigeração.

Professor: Entenderam agora o sentido de termos visto esse vídeo?

(Diário de bordo do professor, dia 05/05/2015)

Essa conversa serviu para tranquiliza-los. Quando se está dando aula, para qualquer turma de ensino médio, os alunos parecem se preocupar mais com “*memorizar*” fatos e sequências do que desenvolver um entendimento geral da coisa, pelo menos essa é a minha visão e foi o que aconteceu após o primeiro vídeo. Isso me fez refletir sobre o tipo de “*avaliação*” predominante no processo educativo desses estudantes e o quando nós professores induzimos esses comportamentos.

Vídeo 2: Memória Globo: Acidente Nuclear de Chernobyl (duração 6' 45'')



Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=tvpqgZb9UE8>

Depois eu exibi o segundo vídeo, que mostra uma cidade abandonada próxima a Chernobyl, fala sobre a postura adotada pelas autoridades após o acidente, fala também sobre o medo que se espalhou pela Europa, e sobre as pessoas afetadas pela radiação. Por ser curto e impactante os alunos prestaram bastante atenção, disseram que gostaram e fizeram um monte de perguntas, tais como: Algum dia as pessoas poderão voltar a morar naquela

cidade? Como a radiação afeta o nosso corpo? A usina ainda está lá? Como a gente sente a radiação? Tem usinas nucleares no Brasil? Na usina de Fukushima foi parecido?

Todo o restante da aula foi usado para responder as questões levantadas pelos alunos e nas discussões que iam surgindo. Não houve centralização da conversa, a maioria participou, embora eu tenha desempenhado o papel central ao responder as questões. Foi uma aula extremamente proveitosa. Sinto que os alunos gostaram e puderam aprender bastante e somar essas novas informações as anteriores.

No final da aula voltei a tocar no assunto do júri simulado, última atividade que nós iríamos realizar. Expliquei como seria a atividade e deixei claro que a próxima aula seria de preparação e, possivelmente, a seguinte também. Disse que eu dividiria a turma em três grupos. Nesse momento gerou-se um tumulto na aula, pois alguns alunos não queriam estar no grupo junto de determinados colegas. Os “mais aplicados” não queriam estar com os “menos aplicados”. Alguns dos “menos aplicados” se sentiram ofendidos com a insinuação e se sentiram mais motivados a fazer um bom trabalho, sem os “mais aplicados”. Diante das discussões eu conversei com a turma e disse que eles deveriam aprender a trabalhar em grupos e que a minha divisão os forçaria a isso. Alguns aceitaram numa boa, mas outros não.

17ª aula – Preparação para o júri simulado

Essa foi uma aula muito importante dentro da sequência didática, pois foi idealizada para ser um dos momentos de preparação para o júri simulado, atividade de fechamento da sequência didática. Pensei na discussão que ocorreu no final da aula anterior e decidi que deixar os estudantes dividirem os grupos, tomando o cuidado de tentar equilibrar o número de membros, poderia ser um bom exercício.

Júri Simulado:

De acordo com (VIEIRA; MELO; BERNARDO, 2014) as atividades de júri simulado são aquelas nas quais as pessoas engajadas devem ser separadas em grupos a favor, contra e juízes, em uma discussão a respeito de determinada questão. Os estudantes devem exercer uma determinada função ou papel e suas contribuições para a atividade em desenvolvimento devem ser feitas a partir da perspectiva desse papel ou função. "Além disso os estudantes podem permutar os seus papéis, experimentando posições com as quais eles necessariamente não concordam" (VIEIRA; MELO; BERNARDO, 2014, pg.205). O uso de questões sociocientíficas controversas estimulam a participação ativa dos estudantes, gerando a necessidade de se desenvolver argumentos lógicos, ou seja, contribuindo para a negociação de significados e favorecendo o desenvolvimento de aspectos da alfabetização científica.

Os alunos chegaram na expectativa de saber como ficou a divisão dos grupos, de saber com quem teriam que trabalhar. Esperei a turma chegar para comunicar a minha decisão. Ao receberem a informação eles ficaram animados e formaram os grupos. Depois dividi os “temas” entre os grupos para as duas rodadas do júri simulado.

	1ª Rodada		
	Defender	Atacar	
Grupo 1	Hidrelétricas	Biocombustíveis	Usinas nucleares
Grupo 2	Biocombustíveis	Usinas nucleares	Hidrelétricas
Grupo 3	Usinas nucleares	Hidrelétricas	Biocombustíveis
	2ª Rodada		
	Defender	Atacar	
Grupo 1	Usinas nucleares	Hidrelétricas	Biocombustíveis
Grupo 2	Hidrelétricas	Biocombustíveis	Usinas nucleares
Grupo 3	Biocombustíveis	Usinas nucleares	Hidrelétricas

Solicitei que os grupos se juntassem na sala para começar a preparação do júri. Pela segunda vez, ou terceira para alguns, tive que explicar como seria essa atividade. Explique

que a programação era ler e discutir o conjunto de textos que eu forneci (disponíveis no apêndice 9), a fim de elaborar argumentos de defesa e de ataque.

Fui passando entre os grupos e conversando com eles. Poucos foram os alunos que haviam entendido plenamente a atividade. Tive que explicar individualmente, ou em grupos de dois, três ou quatro, como será o júri simulado e que eles deviam fazer nessa aula, mas na medida em que eles tomavam consciência da atividade eles foram ficando animados. Ouvi comentários do tipo:

“Muito massa esse trabalho!”

“Ah, vai ser bem legal fazer isso”.

“Eu vou ter que defender isso na primeira rodada e atacar na segunda? Vai ser bacana!”

Depois que eles finalmente entenderam e começaram a trabalhar eu fiquei os observando e tirando dúvidas, percebi coisas interessantes, tais como:

Um grupo se subdividiu em dois, uma parte para atacar e outra para defender.

Alguns alunos haviam trazido textos para essa aula (dever de casa recebido no dia da prova).

Alguns alunos já estavam elaborando perguntas de ataque e argumentos para se defender.

Vários alunos tiraram fotos dos textos para “poder ler depois”.

(Diário de bordo do professor, dia 07/05/2015)

Achei tudo isso fantástico. Eles demoraram um pouco a entender o espírito da coisa, mas se engajaram bastante na preparação. Foi uma aula muito proveitosa. Os alunos leram os textos e se prepararam mesmo para o debate. Alguns alunos chegaram a dar ideias de como a sala poderia estar arrumada no dia e na forma de condução do júri. Também houve alunos que aproveitaram para tentar bagunçar um pouco. Chamei a atenção desses alunos e alertei para o fato de que essa faz parte da avaliação. Encerrei o encontro comunicando a eles que a próxima aula também será de preparação.

18ª aula – Preparação para o júri simulado

A professora de português me cedeu essa aula e a sala dela para eu poder adiantar a preparação do júri simulado. Conversei com os alunos e pedi que continuassem a discutir os textos, se preparando para o júri. Marquei a primeira rodada do júri para a próxima aula e a segunda rodada para dia seguinte, mas houve um problema e tive que mudar meus planos.

Estava pensando em fazer uma rodada do júri amanhã e a outra na quarta-feira, mas dois alunos da turma me confidenciaram de que amanhã haverá um protesto dos estudantes e provavelmente não teremos aula. Diante dessa informação eu deixei os alunos na sala e fui conversar com alguns colegas, professores e coordenadores, para tentar realizar as duas rodadas do simulado na quarta-feira. Na tarde da quarta-feira estarei indo para Brasília participar de um workshop do mestrado e só volto após o encerramento do trimestre, de tal forma que se o júri não acontecer na quarta-feira terei problemas em realiza-lo, devido a lacuna de tempo entre a preparação e a execução da atividade. Por sorte consegui negociar a 2ª e a 4ª aulas da quarta-feira. (Diário de bordo do professor, dia 11/05/2015)

Retornei à sala e comuniquei aos alunos que faríamos as duas rodadas do debate na quarta-feira, nos horários que eu havia conseguido negociar com a escola. Fiquei feliz pelos alunos não terem reclamado das duas aulas extra de física na quarta-feira, na verdade eles me deram a impressão de estarem ansiosos para o debate.

Infelizmente não foi uma aula muito produtiva, pois eles teriam provas naquela semana e vários alunos utilizaram essa aula para estudar para essas provas e colocar alguns conteúdos em dia. Procurei estimulá-los a se preparem melhor para o debate, mas a atenção deles estava concentrada em outras coisas. Alguns alunos chagaram a discutir partes dos textos, me fizeram algumas perguntas e conversaram entre si. Não quis “forçar a barra”, pois não senti neles uma postura de indisciplina, mas sim uma necessidade de tempo para lidar com outras disciplinas e também não havia comunicado a eles com antecedência que teriam uma aula comigo hoje. Eles também haviam sido muito solícitos na aula anterior e, espero eu, já devem estar preparados para o júri.

19ª aula – Júri simulado

Os grupos já estavam divididos e os alunos sabiam o que aconteceria nessas duas aulas e o que eles deveriam fazer. Sabiam que era uma atividade avaliativa e que seriam filmados, para a avaliação e para a pesquisa. As carteiras foram divididas em três regiões (direita, esquerda e a frente do quadro). Pedi a uma aluna de outra turma para filmar o debate e ela me disse, posteriormente, que gostou muito de ter estado presente.

Na primeira roda de debate, que ocupou uma aula (2º horário), cada grupo defendeu uma fonte energética (hidrelétricas, biocombustíveis e usinas nucleares) e atacou as demais, dentro das instruções que receberam. Deixei claro que os alunos deveriam respeitar os colegas e falar apenas quando lhes fosse dada a palavra. Esse era meu objetivo inicial: conduzir o debate em ordem, mas na maioria das vezes isso não foi possível, mas por um bom motivo, os alunos estavam muito ativos nas discussões. Utilizamos a seguinte dinâmica:

1º turno	2º turno	3º turno	4º turno	...
G1: argumento a favor.	G2: argumento a favor.	G3: argumento a favor.	G1: argumento a favor.	...
G2: crítica ao argumento do G1	G3: crítica ao argumento do G2	G1: crítica ao argumento do G3	G2: crítica ao argumento do G1	...
G1: reestruturação do seu argumento	G2: reestruturação do seu argumento	G3: reestruturação do seu argumento	G1: reestruturação do seu argumento	...
G3: crítica ao argumento do G1	G1: crítica ao argumento do G2	G2: crítica ao argumento do G3	G3: crítica ao argumento do G1	...
G1: reestruturação do seu argumento	G2: reestruturação do seu argumento	G3: reestruturação do seu argumento	G1: reestruturação do seu argumento	...

O debate se iniciou dentro do planejado. Algumas estratégias preparadas pelos estudantes foram colocadas em prática. Num dos grupos, que explorou bastante os textos fornecidos e procurou informações em outros textos e documentários, houve uma divisão entre “ataque” e “defesa”. O segundo grupo, composto só de meninos, demonstrou pouca habilidade em defender os biocombustíveis, mas bastante desenvoltura em atacar os demais grupos. O terceiro grupo também utilizou bem os textos e trouxe perguntas escritas, previamente formuladas, para seus adversários. A maioria dos alunos se preparou para o debate. Na maioria do tempo a ordem pensada não foi mantida.

Todos queriam falar, expor seus argumentos e rebater os argumentos dos oponentes. Em vários momentos tive que intervir para reestabelecer a ordem. Quando um grupo era atacado vários integrantes dele queriam ter a palavra para se defender. Inicialmente eu era quem concedia a palavra

aos estudantes e passava a palavra aos outros grupos, mas em vários momentos havia na sala uma discussão acalorada entre eles, seguida de um reestabelecimento da ordem. (Diário de bordo do professor, dia 13/05/2015)

Os argumentos foram do básico até os mais sofisticados. A maioria dos alunos participou nessa primeira rodada. Foi possível concluir o terceiro turno, mas não conseguimos iniciar o quarto. A aula acabou e eles foram dispensados, sabendo que ainda haveria uma segunda rodada.

A segunda rodada (4^o horário) foi parecida com a primeira, mas os grupos tiveram que defender outra fonte energética e, atacar a fonte que eles haviam defendido na primeira rodada.

1 ^o turno	2 ^o turno	3 ^o turno	4 ^o turno	...
G3: argumento a favor.	G2: argumento a favor.	G1: argumento a favor.	G3: argumento a favor.	...
G1: crítica ao argumento do G3	G3: crítica ao argumento do G2	G2: crítica ao argumento do G1	G1: crítica ao argumento do G3	...
G3: reestruturação do seu argumento	G2: reestruturação do seu argumento	G1: reestruturação do seu argumento	G3: reestruturação do seu argumento	...
G2: crítica ao argumento do G3	G1: crítica ao argumento do G2	G3: crítica ao argumento do G1	G2: crítica ao argumento do G3	...
G3: reestruturação do seu argumento	G2: reestruturação do seu argumento	G1: reestruturação do seu argumento	G3: reestruturação do seu argumento	...

Dessa maneira os alunos puderam exercitar suas capacidades de produzir argumentos diversificados e de qualidade, ao alternarem seus papéis tendo que assumir pontos de vista que talvez não concordem.

Um aluno, no início dessa rodada, disse; “Eles vão usar os mesmos argumentos que eu usei”. Respondi que algumas perguntas poderiam ser iguais, mas as respostas provavelmente seriam diferentes. E isso realmente aconteceu, o que foi muito bom. Também surgiram questionamentos novos e a segunda rodada conseguiu ser mais acalorada que a primeira. Um momento engraçado foi quando o grupo 2 se defendeu com um argumento que foi aceito por um membro do grupo 1, que foi censurado pelos seus colegas. (Diário de bordo do professor, dia 13/05/2015)

Em todo o debate, nas duas aulas, houve muita participação dos alunos, todos falaram, sem exceção. Alunos que quase não falavam durante as aulas participaram; alunos que não demonstravam interesse nas aulas estavam engajados nas discussões. Não houve

reclamações do tipo “*poxa, duas aulas de física?*”, “*mas nem tem física hoje!*” ou “*essa aula está demorando*”.

A aula acabou e vários alunos queriam falar; eles estavam agitados, exaltados com o embate de ideias e com o calor da discussão. Dez minutos se passaram e eles permaneceram sentados nas carteiras, ou levantados para se expressar melhor, mas não para ir embora. Tive que encerrar o debate, pois eles teriam aula com outro professor e eu receberia outra turma, que já estava na porta esperando. Os ânimos foram voltando ao normal na medida em que eu os parabenizava pela participação e agradecia pelo momento que eles me proporcionaram. Não existe uma maneira de medir o brilho nos olhos dos alunos, mas ele estava lá. Os alunos foram saindo e comentando o debate, alguns me agradeceram e disseram ter gostado. A aluna que havia filmado pediu que fizesse um debate com a turma dela também. (Diário de bordo do professor, dia 13/05/2015)

Essa foi a melhor aula que já dei. Nunca havia feito algo assim e nunca tinha presenciado um comportamento semelhante em meus alunos. Isso encheu-me de ânimo e alegria e serviu de indício de que o trabalho foi bem feito.

Apêndice 1 – Questionário para levantamento dos conhecimentos prévios

Aluno:

Turma: ____

1) O que é, no seu entendimento, uma **fonte renovável de energia**?

2) Você consegue estabelecer diferenças entre **biocombustíveis** e **combustíveis derivados do petróleo**?

3) O que você conhece sobre **energia nuclear**?

4) Quais características uma fonte de energia deve ter, de acordo com sua visão de mundo, para ser classificada como fonte de **energia limpa**?

5) Você acredita que a produção de energia é um assunto complexo? Justifique.

Apêndice 2 – Energia: uma presença universal (texto 1)

Energia: uma presença universal

Processos naturais – tais como a fotossíntese, a respiração, os ciclos da água e do ar –, bem como aqueles que ocorrem por meio de tecnologia como uma televisão em funcionamento, um carro em movimento, o chuveiro elétrico ou o fogão a gás – não seriam possíveis sem **energia**. Em todos esses exemplos, e em incontáveis outros, os processos podem ser compreendidos como transformações de energia.



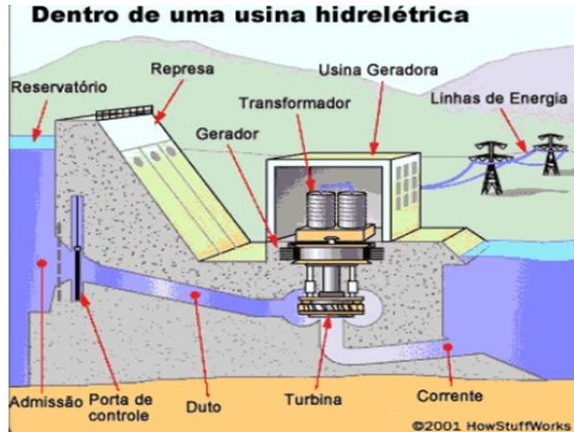
A energia está em tudo

Para que você possa ler esta página é preciso que alguma luz, que é energia luminosa, ilumine o papel e em seguida atinja seus olhos. Se a iluminação for natural, essa energia partiu do Sol, cerca de oito minutos antes. Se for artificial, a energia elétrica, que produz a luz emitida por uma lâmpada, veio de uma usina em que um gerador transformou energia mecânica em energia elétrica. Essa energia chegou até você em frações de segundo, por meio de oscilações de cargas elétricas em fios de cobre.

Em uma usina hidrelétrica, a energia mecânica é provida pela queda da água represada de rios, fazendo uso do ciclo natural da água, que é mantido com a energia proveniente do Sol. Se a usina for uma termelétrica, suas turbinas são movidas por vapor d'água a alta pressão, obtido pela queima de combustíveis.

No caso de combustíveis derivados de petróleo ou carvão mineral, a energia liberada pela queima originou-se de alguma síntese primária, como a fotossíntese, há centenas de milhões de anos.

A luz que atinge sua retina provoca um pulso eletroquímico, que percorre seus nervos para que a informação que você está lendo chegue ao cérebro, onde é interpretada e registrada em células nervosas. Isso significa também que, em algum momento do passado, você foi alfabetizado, tendo sido formadas em seu cérebro configurações que reconhecem palavras e frases nos conjuntos de símbolos da página e lhes atribuem significado. Para isso, seu cérebro precisa utilizar energia, como está utilizando agora para a leitura.



A lâmpada, cuja energia necessária para seu funcionamento pode vir de uma usina hidrelétrica, ilumina o livro e permite sua leitura.

Onde e quando houver transporte ou processamento de matéria ou de informação, haverá energia. Não é possível imaginar uma situação em que não haja energia.

Energia, sempre mudando de forma

Energia de movimento, chamada de **energia cinética**, pode transformar-se em energia de configuração, chamada de **energia potencial**, e vice-versa; **energia mecânica** – que envolve as duas formas anteriores – pode transformar-se em **energia elétrica**, e vice-versa; **energia luminosa** pode transformar-se em **energia química**, e vice-versa; todas as formas de energia podem transformar-se em **energia térmica**, mas essa transformação não é totalmente reversível. Em todo processo de transformação de energia, parte dela se degrada, ou seja, perde potencial de utilização, na forma de energia térmica. Essa degradação também pode ser denominada de **dissipação de energia**.

Todo processo da vida é uma complexa cadeia de trocas de energia. O crescimento de um vegetal ou o processamento de alimentos em um animal são processos bioquímicos de transformação energética. A vida é a mais elaborada forma que se conhece de processamento de matéria e de informação, necessitando de energia, portanto, para a sustentação de seus processos. Uma simples folha de qualquer vegetal não poderia se formar, não fosse a energia luminosa recebida do Sol, que permite a realização da fotossíntese; um animal herbívoro não se sustentaria, se não comesse as folhas; um carnívoro não viveria se não comesse o herbívoro, em uma sequência de apropriação de energias. Essa cadeia sempre parte de seres, como as plantas, capazes de formar-se a partir de matéria não viva e energia solar, ou seja, na base da cadeia alimentar sempre há quem faça a síntese primária.

Em nosso sistema digestório, o alimento, cuja fonte primária de energia é sempre solar, recebe um tratamento inicial para poder ser transportado ao restante do organismo. Nossos órgãos e cada uma das bilhões de células que temos estão continuamente recebendo e transformando a energia que ele contém. As células têm usinas próprias, que preparam essa energia para o uso final.



A energia solar transfere-se para o alimento; deste, transfere-se para o corpo humano e, deste último, para o skate e o skatista em movimento.

O sistema muscular-esquelético transforma a energia química em energia mecânica. O sistema nervoso, nossos sentidos e nosso cérebro processam informações, realizando diferentes transformações. Na visão, a informação original é luminosa; na audição a informação processada é sonora, produzida pela ação mecânica do ar; no tato as informações são produzidas por estímulos de caráter mecânico ou térmico; no olfato e no paladar, processam-se informações químicas. É como se cada um desses sistemas corporais fosse um aparelho de que dispomos e ao qual é preciso fornecer energia. É por meio desses aparelhos que a energia é transformada.

Um animal inventor e consumidor de energia

Uma das principais diferenças entre nós e os outros animais é a forma pela qual alteramos o meio onde vivemos. Nós o **adequamos** a nossos interesses, por exemplo, apropriando-nos de fontes naturais de energia e manipulando-as para a nossa conveniência. Uma lâmpada, por exemplo, é movida a energia elétrica que foi produzida em uma hidrelétrica; a hidrelétrica, por sua vez, utiliza a energia de movimento da água, um recurso natural, para a geração da energia elétrica que chega às nossas casas. Fazemos isso para ampliar nossa força muscular, nossos sentidos e até mesmo a capacidade de guardar e processar informações de nosso cérebro. Assim, a história da vida humana em sociedade também pode ser vista como sob a perspectiva do domínio e da elaboração da energia disponível na natureza.

Este texto, como qualquer outro, pode ser pensado como uma ampliação da memória, habilidade que a espécie humana tem desenvolvido há milhares de anos. A escrita, essa “memória exterior”, é apenas uma das muitas formas de ampliar nossas capacidades naturais. Adaptar o ambiente natural às nossas necessidades consome grande quantidade de matérias e de energia.



Os animais são corporalmente adaptados ao ambiente em que vivem.



O ser humano inventou maneiras de sobreviver nos mais diversos ambientes terrestres.

Apêndice 3 – Atividade de produção de texto

As palavras e os símbolos a seguir obedecem a sequências lógicas relacionadas a sucessivas transformações energéticas. Analise cuidadosamente essas sequências e, para cada uma delas, elabore um texto sintético em que todas as palavras estejam inseridas e em que fiquem bem descritas todas as transformações energéticas envolvidas, incluindo aquelas relacionadas ao funcionamento de cada aparelho.

Exemplo:

Sol → atmosfera → ventos → turbinas → residências → TV, liquidificador, chuveiro.

A vida na Terra depende essencialmente da energia luminoso emitida pelo **Sol**. Absorvendo essa energia, a **atmosfera**, o solo, os rios e os mares se aquecem, originando os ciclos do ar e da água em nosso planeta. Assim, a energia luminosa do Sol é transformada em energia térmica, e esta em energia de movimento ou mecânica, que, no caso dos **ventos**, pode também ser chamada de energia eólica. Essa movimentação do ar pode, então, ser utilizada para girar as pás das **turbinas** dos geradores elétricos que convertem a energia eólica em energia elétrica nas fazendas de vento. Transmitida às **residências** por meio de uma extensa malha elétrica, a energia elétrica pode, então, ser convertida em energia luminosa e sonora na **TV**, energia mecânica no **liquidificador** e energia térmica no **chuveiro**.

Escolham duas das opções abaixo e façam como no exemplo.

- a) Bateria → reações químicas → corrente elétrica → carro → motor de arranque, buzina, faróis, aquecedor.
- b) Núcleos atômicos → calor → vapor → velocidade → turbina → rede elétrica → ruas → ônibus elétricos (trólebus) → movimento, faróis, buzina.
- c) Represa → velocidade → turbina → residências → rádio, batedeira, torradeira, lâmpada.
- d) Sol → vida → petróleo → carro → velocidade.
- e) Sol → células fotovoltaicas → forno elétrico, computador, aquecedor, furadeira.

[A questão nº 3 foi retirada da *Coleção Quanta Física – 1º ano – física* (PNLD 2015) – pg. 15]

Apêndice 4 – Energia ao longo da história (texto 2)

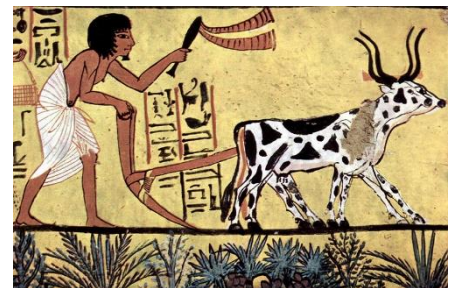
Energia ao longo da história

As invenções humanas dependem do controle de processos energéticos naturais, redirecionados para o uso humano. O fogo, por exemplo, é um desses processos naturais que já existia na superfície do planeta Terra como processo espontâneo, iniciado por raios e outras centelhas naturais, muito antes do surgimento da espécie humana.

No processo da combustão, a energia solar armazenada pela madeira durante a fotossíntese, na forma de compostos de carbono, é liberada na forma de calor na chama. A combustão é uma reação exotérmica; nesse caso, entre o carbono da madeira e as moléculas de oxigênio (O_2) presentes no ar.

Há mais de 20.000 anos, alguns seres humanos já tinham aprendido a fazer fogo, levando o calor e a luz para dentro da noite e das cavernas, o que também deu origem ao hábito de assar e cozinhar, assim como, mais tarde, à produção da cerâmica e à metalurgia. A panela de barro ou de metal, em que o alimento é cozido, pode ser vista como um estômago exterior, que realiza parte da digestão fora de nosso corpo. A combustão do petróleo e o aquecimento elétrico, para incontáveis usos, constituem uma continuidade recente do velho domínio do fogo.

Mais de 15.000 anos atrás, a humanidade aprendeu a plantar, passando assim a produção concentrada, sobretudo em beiras de rios, do alimento que antes era coletado por grupos nômades, o que permitiu a fixação territorial de nossa espécie. A agricultura, que é uma apropriação sistemática da energia solar, marcou o início da civilização: já que não precisava mais migrar o tempo todo em busca de alimento, o ser humano começou a produzir ferramentas, panelas e outros equipamentos, construir



Arado representado em pintura egípcia.

Há mais de 5.000 anos, ao aprender a extrair o ferro existente em alguns minérios, com o qual fazia machados e arados, o ser humano levou a agricultura para outras regiões não ribeirinhas, já contando com a extração sistemática de lenha. Começava o crescente controle das forças da natureza, pois a agricultura permitiu a civilização, o fogo permitiu a cerâmica e a metalurgia, o ferro ampliou a agricultura...

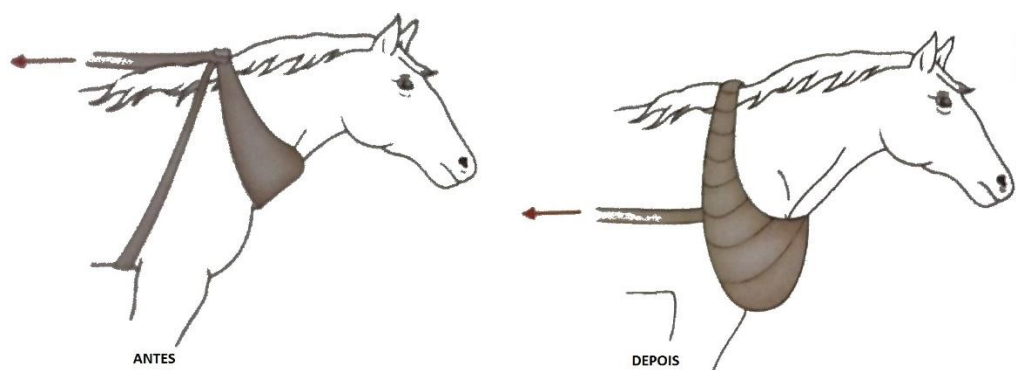
Ao inventar a escrita, alguns povos já tinham pleno domínio do fogo, da agricultura, da pecuária e da criação de animais de tração. Já haviam até mesmo desenvolvido atividades complexas, como o cultivo de terras com arado de ferro, puxado por bois ou cavalos, ou a navegação com barcos a vela, movidos, portanto, pela energia dos ventos. O ferro e a navegação não significaram somente agricultura e comércio, mas também armas e guerras de conquista, que deram origem, no Oriente e no Ocidente, aos grandes impérios da Antiguidade.

As construções do espírito humano, no mundo das ideias, na literatura e das artes, são inseparáveis das vitórias sobre o mundo material, para as quais o domínio do uso da energia é absolutamente essencial.



A apropriação da energia solar, por meio do domínio do fogo e da agricultura, marcou a história da humanidade, desde o início das civilizações.

No longo período entre a Antiguidade e a Renascença, denominado Idade Média, foram muito aperfeiçoados alguns meios de utilização dos recursos energéticos naturais, com grande impacto no aumento da produção. O arreo de peito nos animais de tração produziu carroças e arados muito mais eficientes, assim como a roda-d'água e o moinho de vento permitiram ampliar em muito o trabalho da moagem de grãos e das serrarias.



A invenção do arreo de peito aumentou a capacidade de aproveitamento da energia do animal (representação esquemática).

Tanto cresceu a produtividade do trabalho e, com ela, o comércio do excedente da produção, que os mercados dessa troca, inicialmente um ajuntamento de tendas ao lado dos portões dos feudos fortificados, deram lugar

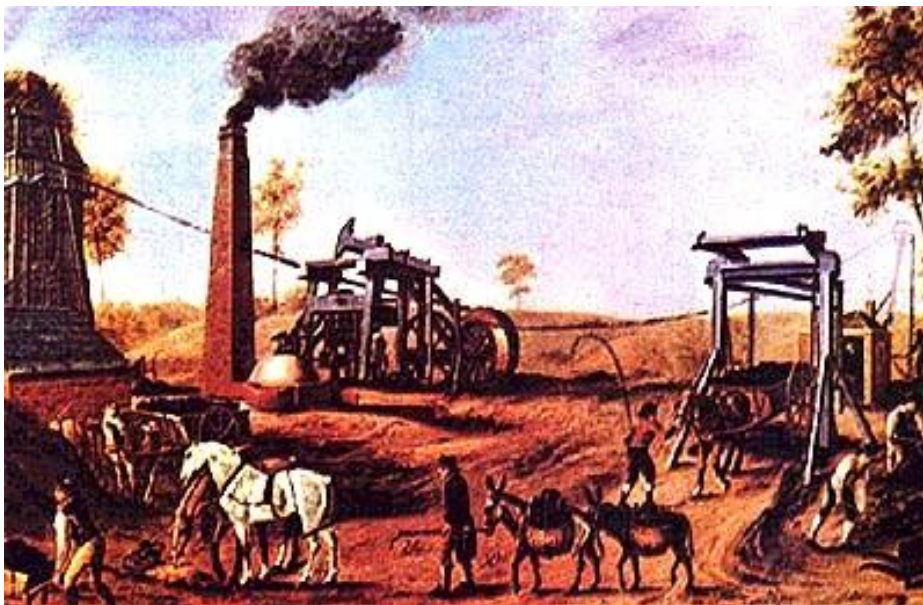
aos burgos ou cidades, em seu sentido mais moderno, os quais acabaram por se tornar mais importantes que os próprios domínios feudais e deram origem ao capitalismo mercantil.



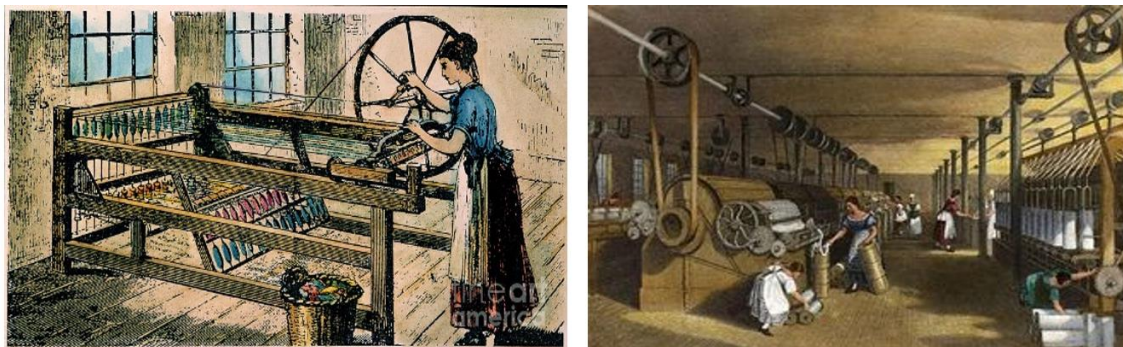
Na Idade Média, o homem aperfeiçoou seus meios de utilização dos recursos energéticos naturais. Em muitas regiões do mundo, os moinhos movidos pela energia de movimento do ar e da água foram utilizados durante séculos para transformar os grãos de cereais em farinha.

A ampliação do mundo sob domínio europeu, com as grandes navegações, a valorização das artes, filosofia e ciências naturais na Renascença, foi reflexo do acúmulo de riquezas possibilitado pelo crescente conhecimento dos processos naturais. Especialmente a partir dessa época, conhecimento científico e desenvolvimento econômico passaram a caminhar em cooperação cada vez mais estreita.

A modernidade, que então se inaugurou, prolonga-se até nossos dias, consolidando-se com novas formas de uso energético de recursos naturais. No século XVIII, a primeira Revolução Industrial, ocorrida na Inglaterra, foi movida a carvão mineral, com a máquina a vapor impulsionando a indústria têxtil e a metalúrgica; mais tarde, locomotivas e barcos a vapor também impeliram o transporte de longa distância.

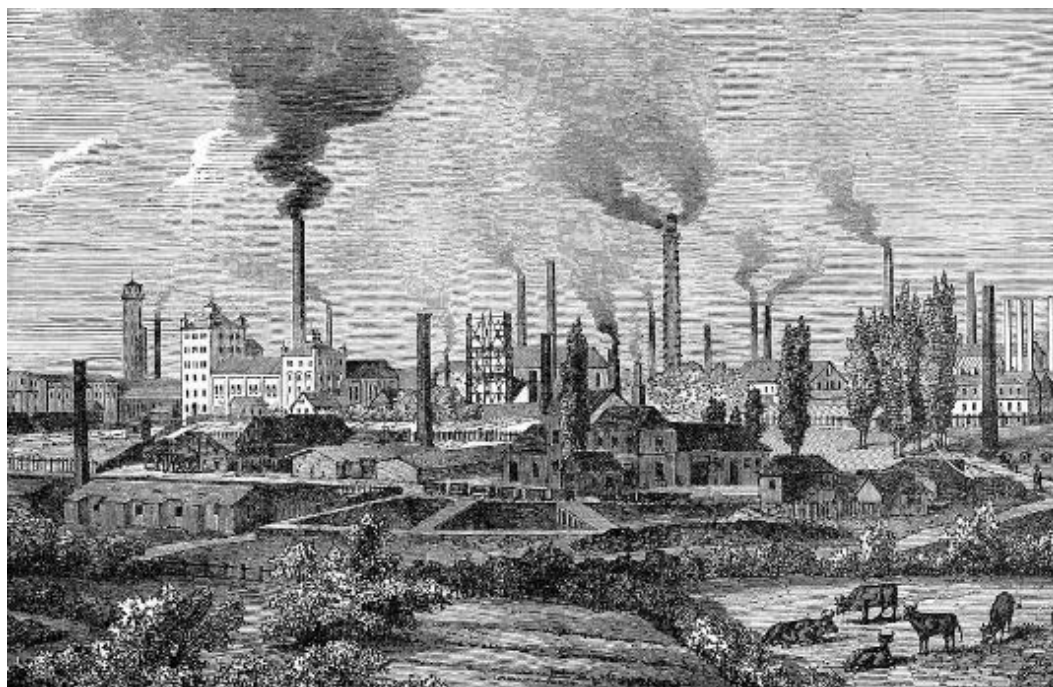


Representação da máquina a vapor de Newcomen utilizada na Inglaterra, no início do século XVIII, em minas de carvão mineral para bombear a água que inundava os poços de extração. Para extrair o carvão mineral, aproveitava-se a energia dos cavalos.



A máquina a vapor passou a ser usada para mover teares nas primeiras indústrias têxteis. O início da modernidade e seu desenvolvimento foram marcados pelo advento de máquinas e utensílios com novas formas de apropriação de energia.

No século XIX, a segunda a segunda Revolução Industrial, com centro na Alemanha, foi movida a eletricidade e a petróleo, e já se chamava *Siemens* o primeiro motor elétrico. Thomas Edison (cientista e inventor norte-americano, 1847-1931) e a iluminação elétrica, Graham Bell (inventor escocês, 1847-1922) e o telégrafo, Guglielmo Marconi (inventor italiano, 1874-1937) e o rádio, Henry Ford (empresário norte-americano, 1836-1947) e o automóvel, são alguns dos símbolos das mudanças culturais, ancoradas na energia elétrica e no petróleo, que vieram a dominar o século XX.



Gravura: Fábricas Krupp, Alemanha, 1912. As revoluções industriais alteraram rapidamente as paisagens urbanas, concentrando formas de usar energia, principalmente a partir do carvão mineral e, posteriormente, de derivados do petróleo.

Na vida Moderna

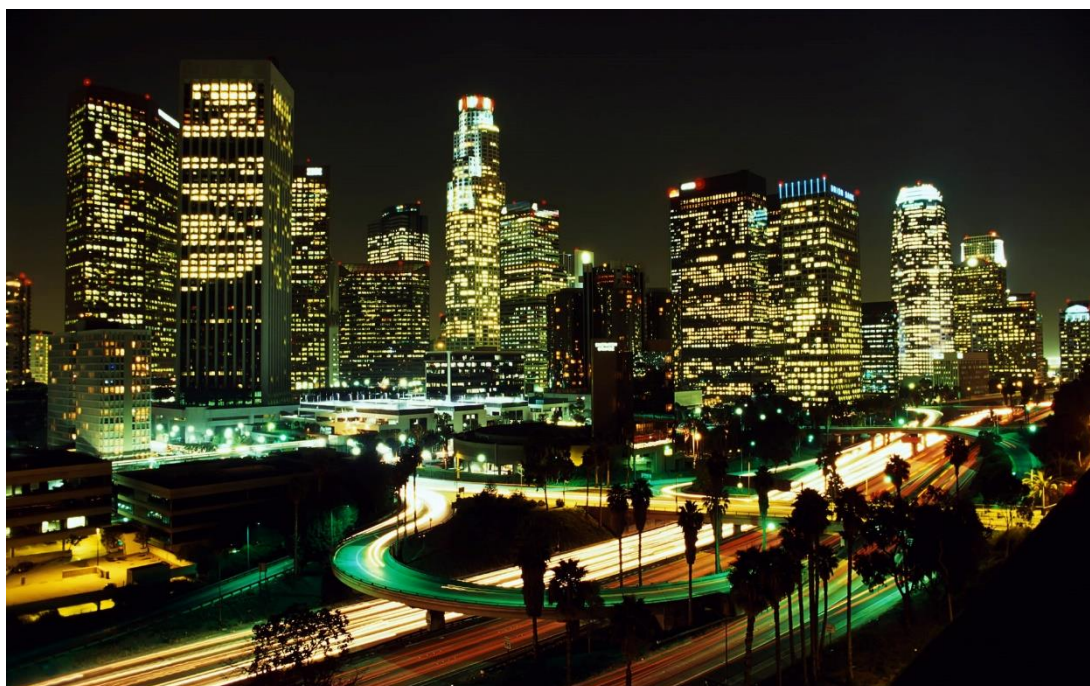
O petróleo e a energia elétrica só passaram a ter uso social mais difundido durante o século XX, substituindo boa parte da queima de madeira, do óleo de origem animal e vegetal e de outras formas de biomassa.

O uso de energia elétrica possibilitou a substituição de lampiões e lamparinas por lâmpadas elétricas na iluminação doméstica e pública, no comércio e na indústria; nas atividades industriais, permitiu substituir

máquinas a vapor por máquinas elétricas; o uso de derivados de petróleo possibilitou o desenvolvimento de máquinas movidas por motores de combustão interna.

Os transportes urbanos, bem como os rurais – movidos por tração animal, puxados por cavalos ou bois -, foram trocados por automóveis a gasolina ou álcool, caminhões e trens a diesel, trens e metrô elétricos. Nos transportes interurbanos e internacionais, os trens e navios a vapor foram substituídos por trens elétricos, trens e navios movidos a óleo diesel e aviões movidos a gasolina ou querosene.

Nas comunicações interpessoais, ou ponto a ponto, as transformações de energia também permitiram que o correio terrestre se tornasse mais ágil, seguido pelo correio aéreo, telégrafo com fio, telefone, telégrafo sem fio, telex, fax e, finalmente, telefonia celular e outras formas de comunicação associadas à internet, como o correio eletrônico. A comunicação de massa, até o século XIX restrita a jornais, tornou-se mais ampla com o rádio e a televisão. A comunicação por meio de cabos de fibra óptica e por satélite possibilitou a combinação de comunicação de massa com interação ponto a ponto.



Os centros urbanos continuam a ser o foco de consumo de energia; principalmente da energia elétrica e da energia extraída do petróleo e de outros combustíveis.

A energia nuclear, que surgiu associada à bomba A (de fissão e de fusão), em meados do século XX, passou a ser utilizada na produção de energia elétrica em usinas nucleares, que são termelétricas em que a caldeira é substituída por um reator de fissão nuclear. Hoje, instalações nucleares com potência para produzir energia em grande escala promovem tanto preocupações quanto esperanças. Se, por um lado, há riscos de acidentes e dificuldades no descarte dos rejeitos radioativos, de outro, esse tipo de usina não produz gases poluentes decorrentes da combustão, uma vez que não há queima de combustíveis. Além disso, outros usos industriais e clínicos das radiações nucleares têm sido extremamente úteis e bastante desenvolvidos.

Buscando a sustentabilidade

O império da potência deu lugar ao império da informação, em que os novos materiais, a nanotecnologia, a biotecnologia e as tecnologias da informação e comunicação (TICs) são as novas estrelas. Essas tendências chegam com uma crescente preocupação ambiental, e, no século XXI, busca-se a possibilidade de progresso econômico e social com equilíbrio ambiental, o que se costuma denominar desenvolvimento socioambiental sustentável.

Isso significa fazer chegar a energia e os muitos serviços que ela propicia a bilhões de pessoas, hoje marginalizadas em sua participação na vida econômica, política e cultural, e envolve a adoção de novas práticas de proteção do ambiente, contra a dilapidação acelerada que foi a marca do século XX. Para isso, tem-se desenvolvido novos processos produtivos, veículos de transporte e equipamentos domésticos que racionalizem o uso da energia ou utilizem fontes de energia renováveis. Além disso, reciclar mais matérias, reaproveitar restos industriais e fazer uso energético e produtivo dos rejeitos agrícolas e do lixo urbano, utilizar de forma mais consciente a água potável e recuperar e revitalizar rios e lagos contaminados constituem práticas em pauta deste século.

ATIVIDADE PARA CASA:

Procure em jornais e revistas por **duas imagens** que tenham relação com o texto lido. Comente sobre os motivos que os levaram a escolher essas imagens e sobre a relação entre elas e o texto.





Apêndice 5 – Resumo 1

* O **ciclo do carbono** envolve a retenção da energia solar no processo da **fotossíntese**.

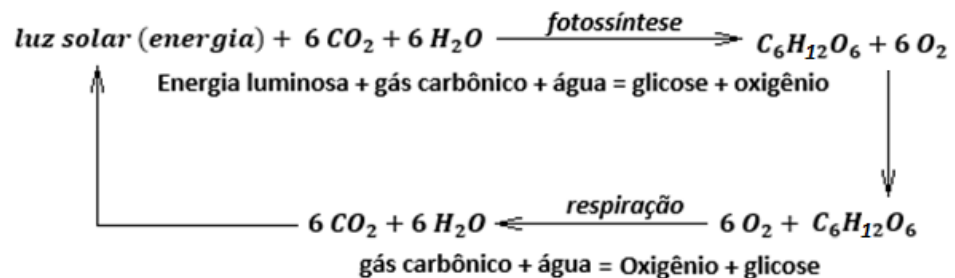
* Uma **fonte renovável** apresenta ciclo mais curto que a vida humana. O álcool da cana-de-açúcar, por exemplo, tem ciclo de cerca de 2 anos, e a lenha, ciclo da ordem de 10 anos.

* **Principais fontes energéticas renováveis:** [energia solar, energia da biomassa (biomassa renovável = culturas que podem ser replantadas ou que se reconstituem de forma natural), energia hidráulica (movimento da água), energia eólica (ventos = movimento do ar), energia do hidrogênio, energia das marés, energia térmica dos oceanos, energia geotérmica e energia dos detritos orgânicos (biogás produzido a partir de esterco, rejeitos sanitários, lixo urbano, etc)].

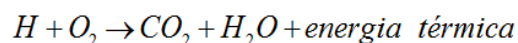
* Uma **fonte energética não renovável** apresenta ciclo muito longo, comparado com a vida humana. Os combustíveis não renováveis, também chamados de **combustíveis fósseis** (formados há mais de 300 milhões de anos), também tem origem no processo de fotossíntese (plantas = “da natureza”)

* **Principais fontes energéticas não renováveis:** [Combustíveis fósseis (gás natural, petróleo, carvão mineral, turfa, areias betuminosas e o xisto) e combustíveis nucleares (não são combustíveis e possuem reservas finitas)].

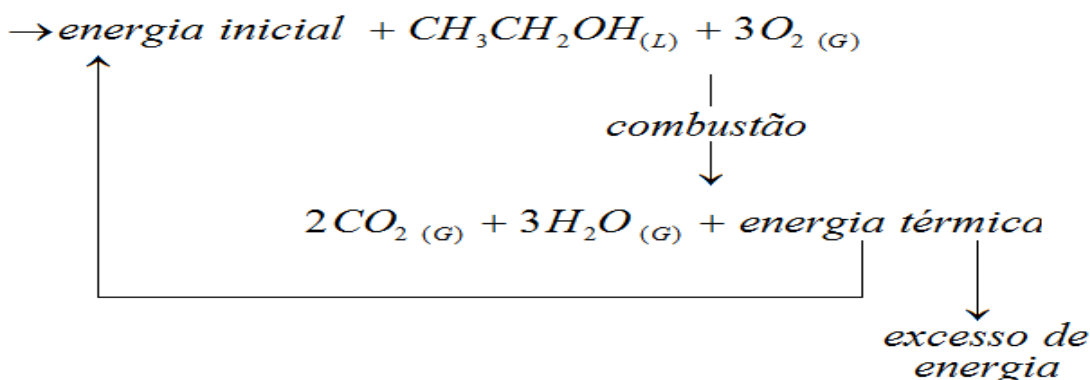
* **Ciclo do carbono:**



* **Combustão** ou queima é uma reação química exotérmica (libera calor para o ambiente). Na combustão dos hidrocarbonetos ocorre a formação de gás carbônico.



* **Combustão do etanol:**



Apêndice 6 – Lista de exercícios avaliativos

Atividade avaliativa

Aluno: _____ Turma: _____

Aluno: _____ Data: ____ / ____ / ____

1) Qual a sua opinião, ecologicamente, a respeito da utilização dos biocombustíveis?

2) Comente a seguinte frase: “O sol é a nossa principal fonte de energia.”

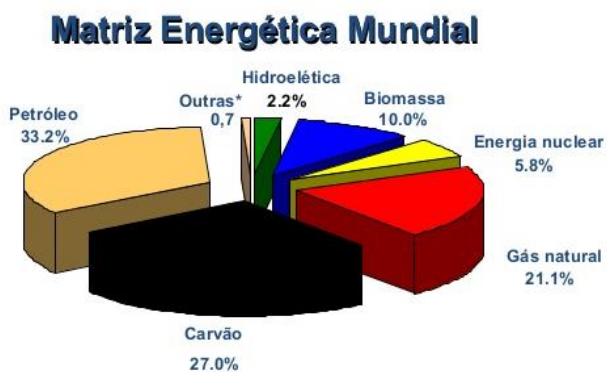
3) Analise a seguinte tabela:

Matriz de energia elétrica - Brasil 2013	
Fonte	Participação
Hidrelétrica	70,6%
Combustíveis fósseis	18,3%
Biomassa	7,6%
Nuclear	2,4%
Eólica	1,1%

fonte: MMN/BEN 2014.

Você é capaz de estabelecer relações entre a recente crise da água e o aumento do custo da energia elétrica?

4) Analise o seguinte gráfico:



obs.: carvão mineral

a) A matriz energética mundial é composta, predominantemente, de fontes renováveis ou de não renováveis? Justifique.

b) Quais consequências uma matriz energética desse tipo trará para as futuras gerações (50, 100, 150 anos, por exemplo)?

c) Descreva como seria uma matriz energética melhor do que a apresentada.

5) Existe relação entre as energias **cinética** e **potencial gravitacional** com o funcionamento de uma usina hidrelétrica?

Apêndice 7 – Resumo 2

- **Energia cinética** (E_c): forma de energia associada ao movimento.

$$E_c = \frac{m \cdot v^2}{2}, \text{ onde } m = \text{massa e } v = \text{velocidade}$$

- **Energia potencial gravitacional** (E_G): forma de energia associada à altura dos corpos.

$$E_G = m \cdot g \cdot h, \text{ onde } h = \text{altura e } g = \text{aceleração da gravidade (} g = 10 \text{ m/s}^2, \text{ na Terra)}$$

obs.: a unidade padrão (SI) de medida para energia é o **Joule** (J).

- As **hidrelétricas** fazem parte da seguinte sequência de transformações de energia:

E. solar → **E. térmica** → **E. pot. gravitacional** → **E. cinética** → **E. pot. gravitacional** →
E. cinética → **E. elétrica**

- **Vantagens das hidrelétricas:** O preço da energia elétrica gerada a partir de fonte hídrica foi e segue sendo menor. A geração hidrelétrica é renovável e praticamente não gera **GEE (gases de efeito estufa)**.
- **Vantagens da Biomassa (no Brasil):** O bagaço e a palha de cana, permite produzir simultaneamente calor e energia elétrica, com grande economia de combustível (**cascata energética**). A safra ocorre nas épocas de baixa dos reservatórios, o que ajuda a compensar a menor geração hidrelétrica. A queima de biomassa não é considerada produtora de GEE, pois durante o crescimento do canavial houve retirada de CO₂ da atmosfera.
- **Fissão nuclear:** é a quebra ou divisão de um núcleo atômico, instável e pesado, em dois núcleos menores, alguns nêutrons e energia, através do bombardeamento com nêutrons a uma velocidade moderada.
- **Usinas térmicas nucleares:** utilizam a fissão para aquecer água, produzindo vapor a alta pressão, que move os geradores de energia elétrica.
- **Vantagens das usinas térmicas nucleares:** Utilizam combustível mais barato. Não causa nenhum efeito estufa ou chuvas ácidas. São independentes de condições ambientais/climáticas e não ocupam grandes áreas. O custo é mais caro que a energia das hidrelétricas, mas mais barato que a energia das termelétricas, usinas solares, eólica, etc.
- **Fusão nuclear:** É a união de dois ou mais núcleos pequenos, para a formação de um núcleo maior e mais estável. A energia liberada nesse tipo de reação é muito mais elevada que em fissões nucleares.

Apêndice 8 – Prova

Avaliação de física

Aluno: _____ Turma: _____ Data: ____/____/____

1) Comente cada uma das seguintes fontes de energia:

a) Petróleo:

b) Cana-de-açúcar:

c) Fissão nuclear:

2) Existem vantagens em se produzir energia elétrica em hidrelétricas? Justifique.

3) Existem vantagens em se produzir energia elétrica em usinas nucleares? Justifique.

4) Segundo o Relatório Brundtland apresentado pela ONU em 1987, a expressão **sustentabilidade no desenvolvimento** pode ser explicada como “**o desenvolvimento que satisfaz às necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades**”. Vamos definir o termo “**fonte de energia limpa**” como sendo uma fonte energética que permita um **desenvolvimento sustentável**.

Cite uma fonte de energia que você considera limpa. Justifique sua resposta.

5) O que é necessário para que um corpo tenha energia cinética?

6) O que é necessário para que um corpo tenha energia potencial gravitacional?

7) Cite duas transformações de energia que ocorrem numa hidrelétrica. Explique em que situação cada uma delas ocorre.

8) Uma massa qualquer, ao ser abandonada de uma altura de 100 m, chega ao chão com velocidade de aproximadamente 44 m/s, desconsiderando as forças de atrito. Considere que 20 litros de água (20 kg) são abandonados de uma represa, a partir de 100 m acima do chão. Determine:

a) **Quanta energia potencial gravitacional** essa massa de água tem no alto da represa?

b) **Quanta energia cinética** essa massa de água terá chegando ao chão?

Apêndice 9 – Textos fornecidos para a preparação do júri simulado

O AGRONEGÓCIO SÓ PRODUZ COM VENENO (João P. Stedile)

Todos os dias a grande imprensa faz apologia ao agronegócio. Seriam eles que abastecem nossa população de alimentos, salvam a balança comercial, dão emprego aos pobres do campo e até sustentam a economia brasileira nas costas. Quanta mentira junta!

Os grandes proprietários de terra são também capitalistas na cidade, e muitos deles têm ações e vínculos com as empresas da mídia. A associação brasileira de agronegócio tem apenas 50 sócios, transnacionais, grandes cooperativas capitalistas e, pasmem, também a Rede Globo e o grupo O Estado de S. Paulo!

Mas, infelizmente, a realidade do agronegócio é outra.

O agronegócio se baseia na produção em grande escala, em lavouras de monocultivo – de uma só planta. Usam muita máquina e, portanto, desempregam, além de muito veneno, para matar todos os outros seres vivos que existam naquele espaço, sejam vegetais ou animais. Somente sobrevive o produto que eles plantam.

Cerca de 80% das terras utilizadas pelo agronegócio se destinam a apenas quatro produtos: soja, milho, cana e pecuária bovina. E grande parte dessa produção vai para exportação. No entanto, quem controla as exportações são transnacionais. Por exemplo, o Brasil é o maior exportador mundial de soja. Exportamos 40 milhões de toneladas em grãos, ainda como matéria-prima. E quem ganha com essas exportações? Cinco transnacionais: Bunge, Cargill, ADM, Dreyfuss, Monsanto.

O Brasil se transformou no maior consumidor mundial de venenos agrícolas. São 720 milhões de litros de venenos. Matam os demais seres vivos, afetam a fertilidade do solo, contaminam as águas do lençol freático e ficam resíduos nos alimentos que você consome.

E quem produz? Bayer, Basf, Syngenta, Monsanto, Shell Química. Nenhuma empresa brasileira. Pior, a Anvisa já confiscou e incinerou milhares de litros adulterados pelas empresas Bayer, Basf e Syngenta. Uma delas chegou a adicionar um perfume para deixar o veneno mais aceitável.

Já foram registrados pelas universidades casos de chuva com veneno agrícola, em cidades do Mato Grosso. Na região de Ribeirão Preto (SP), a água potável já aparece com incidência dos venenos da cana.

Dos 17 milhões de trabalhadores da agricultura brasileira, apenas 1,6 milhão estão no agronegócio; os demais, na agricultura familiar.

Todos os anos, os bancos públicos disponibilizam 90 bilhões de reais, da poupança nacional, para que o agronegócio plante. Para a agricultura familiar são menos de 8 bilhões. Pior, o Tesouro Nacional, o dinheiro de nossos impostos, precisa repor aos bancos a diferença entre o juro pago pelos fazendeiros e o juro de mercado. E isso custa por ano um bilhão de reais. Muito mais do que os recursos para reforma agrária.

A Polícia Federal tem encontrado trabalho escravo, em média em uma fazenda por mês. Mas dorme na Câmara um projeto que determina a desapropriação das fazendas com trabalho escravo. Os parlamentares ruralistas não aceitam.

Artigo transcrito da revista **Caros Amigos**, edição de maio de 2010.

EMILIO LISBOA, DILMA, TEMER E MST (Gilberto F. Vasconcellos)

Emílio Lisboa foi prefeito de Angatuba quatro vezes, implantou a micro-destilaria a álcool, depois de tomar conhecimento dessa tecnologia concebida por Marcelo Guimarães, que infelizmente não foi chamado pelo governo Lula.

Emílio Lisboa é o político (fundador do PMDB, amigo de Michel Temer) que tem condições de dirigir um programa de álcool combustível em pequenas propriedades tendo o apoio do Movimento Sem Terra.

Stedile sabe o que significa socialmente a deseconomia de escala embutida nas microdestilarias a álcool. Esse programa agrário, antípoda do latifúndio “for export”, é a única estratégia para a criação de milhares de empregos. Trata-se de uma iniciativa descentralizada de produção energética, democratizante, ecológica e igualitária.

Se Emílio Lisboa a implantou na esfera municipal, poderia implantá-la em âmbito nacional, induzindo o processo de reforma agrária que será bem-vindo pelo proletariado urbano.

A microdestilaria a álcool é a via brasileira do socialismo para erradicar a miséria no campo e desinibir as cidades, portanto é uma medida eficaz de reduzir a criminalidade.

Emílio Lisboa assimilou e realizou o projeto de autodesenvolvimento de Marcelo Guimarães e Bautista Vidal.

O autodesenvolvimento consiste em produzir simultaneamente, nas pequenas propriedades, energia vegetal (biomassa renovável e limpa), comida (leite, rapadura, queijo, carne) e adubo orgânico com o bagaço de cana. Livrando-se com isso do agrotóxico cancerígeno produzido pelas toxinas das multinacionais.

Onde se faz cachaça pode ser produzido álcool-combustível, portanto, qualquer alambique converte-se em uma microusina de energia limpa e renovável, espalhada por todo o Brasil.

Dilma não pode ser seduzida pelo fetichismo imediatista do petróleo. É um equívoco concentrar-se no Pré-Sal e relegar a plano secundário a fonte de energia vegetal, que é a verdadeira vocação da natureza dos trópicos.

Evidentemente a energia vegetal perderá seu potencial democrático, igualitário e descentralizado (afinal, o sol não é paulista), se for explorada por latifúndios multinacionais. Por outro lado, com reforma agrária direcionada aos Sem-Terra, a produção de álcool e comida cria milhares de empregos (ao contrário do Pré-Sal), e resolve a questão da segurança, pois desincha as cidades. É também uma oportunidade de mostrar que a ecologia do PV de dona Marina é antiecológico, porque não altera o regime de propriedade e não substitui a matriz fóssil.

O petróleo é uma armadilha, o principal fator do aquecimento do planeta. Vamos continuar fazendo uso dessa energia suja? Desde Kioto o desastre climático tem mostrado o seguinte: se não forem abandonados os combustíveis fósseis, a natureza poderá ser destruída.

Ademais, o petróleo é finito. Eis a arapuca: tem pouco e o pouco que tem faz mal.

Artigo transcrito da revista **Caros Amigos**, edição de dezembro de 2010.

AS POLÊMICAS HIDRELÉTRICAS (Ivana Jatobá)

O anúncio da construção de uma usina hidrelétrica em nosso país vem sempre acompanhado de polêmicas. De um lado, os chamados ambientalistas, preocupados com os impactos dessas grandes obras no ambiente inseridas, quase sempre florestas nativas e de riquíssima biodiversidade. Tais manifestantes também são taxados como “eco-chatos”, xiitas ambientalistas, etc. E do outro lado, os conhecidos progressistas, aqueles que veem nessas obras, grandes oportunidades de crescimento econômico para a localidade e para o país de modo geral, justificando que o momento de crescimento e visibilidade atuais do Brasil requer a produção de mais energia elétrica, e só as hidrelétricas tem potencial para suprir a demanda. Mas, afinal, quem está com a razão?

Antes de tudo, é preciso analisar se o empreendimento está nascendo numa concepção sustentável ou não. É uma obra sustentável significa que preza pelos aspectos sociais, econômicos e ambientais que vem a trazer para a sociedade. Uma hidrelétrica consegue satisfazer a estes três aspectos? Tudo vai depender de como a obra é administrada, desde o nascimento do projeto até a sua operacionalização.

O princípio de funcionamento de uma usina hidrelétrica baseia-se na transformação da energia mecânica vinda da força da água, em energia elétrica. E para que essa água adquira a força necessária para tal processo, é preciso que esta seja proveniente de rios volumosos e com relevo acidental, formando quedas d'água. Através de uma barragem, a água fica represada, alagando a área ao redor, e liberada pelas comportas de acordo com o volume necessário para movimentar as turbinas e assim gerar a energia requisitada.

A construção de uma hidrelétrica oferece como vantagens: é fonte de energia renovável; quase não emite gases poluentes na geração de energia; uso da água represada para irrigação; regulação da vazão do rio através da represa; Custo operacional baixo, apesar do alto custo de construção; preço da energia elétrica gerada não oscila de acordo com o preço do barril do petróleo, pois não há uso de combustível fóssil no processo.

As desvantagens são: em época de seca, como o volume dos rios diminui, há pouca geração de energia elétrica; alto impacto ambiental ocasionado pelo alagamento da área. Além da fauna e flora locais serem prejudicados, a população ribeirinha, quando existe, é obrigada a mudar de local e procurar outro meio de subsistência. É importante salientar, porém, que já existem técnicas construtivas menos agressivas, que inundam menor área. São as chamadas hidrelétricas de fio de água. O problema é que, na seca, por terem reservatórios reduzidos, elas não funcionam; já na fase operacional, o aumento e redução do fluxo de água nas comportas afetam o ecossistema local.

Analisados os prós e contras de uma hidrelétrica, surgem outros questionamentos quanto à viabilidade econômica da obra, se outras fontes de energia menos agressivas ao meio ambiente, como a eólica ou a solar seriam mais viáveis, se o interesse financeiro (o custo de construção de uma usina hidrelétrica fica na casa dos bilhões de reais) é o que fala mais alto, etc. Ta aí a construção da Usina de Belo Monte para comprovar.

Vale destacar também que uma obra dessas, de porte tão grande, situada geralmente em florestas, deve ter um Plano Básico Ambiental (PBA), que prevê ações de compensações para minimizar o impacto ambiental a ser gerado. Como exemplo, temos a transferência de espécies de animais e árvores da área a ser alagada para outro local, construção de casas, rede de esgoto e água, postos de saúde, escolas, etc. para a população ribeirinha, geração de empregos e programa de educação ambiental são ações desse tipo.

Conclui-se assim que, uma usina hidrelétrica, se construída de modo a minimizar os impactos ambientais (e isso é perfeitamente possível) é viável sim. E juntamente com outras fontes limpas de energia, podem fazer da nossa matriz energética um exemplo a ser seguido em todo o mundo. (Disponível em: <http://www.universojatoba.com.br/sustentabilidade/consumo-consciente/as-polemicas-hidreletricas>)

A POLÊMICA DAS USINAS NUCLEARES NO BRASIL (Ana P. Bemfeito)

Muitas decisões a respeito do uso da ciência e da tecnologia causam polêmica na sociedade, pois envolvem questões que podem gerar grandes consequências sociais, positivas ou negativas.

No Brasil, uma dessas discussões envolve a terceira usina de energia nuclear em solo nacional, a Angra III, que está em construção na cidade de Angra dos Reis, estado do Rio de Janeiro, mesma cidade onde foram construídas as outras duas usinas nucleares existentes no Brasil.

Depois do acidente na usina nuclear de Fukushima, no Japão, em março de 2011, o mundo inteiro está rediscutindo a utilização dessa fonte de energia.

A usina de Angra III também terá como objetivo principal a geração de energia elétrica. Já funcionam no país duas usinas nucleares: a Angra I, construída no período de 1971 a 1985, e a Angra II, que levou outros 25 anos para ficar pronta. Ainda hoje, ambas não operam com capacidade total.

O tempo e principalmente o dinheiro investido em sua construção levantam uma discussão que permanece sem consenso: é acertada a decisão do governo brasileiro em ativar Angra III, prevista para começar a operar em 2014? A decisão já foi tomada e a usina está em plena construção, mas a polêmica continua.

A discussão baseia-se na comparação entre os efeitos positivos e negativos dessa tecnologia. Seus defensores lembram que as usinas nucleares geram energia sem nenhuma poluição imediata significativa ao ambiente e causam menos impacto ambiental que as hidrelétricas, que expulsam populações de sua região de origem e inundam matas e terras agriculturáveis.

Por outro lado, há especialistas contrários à construção de Angra III, afirmando ser ela inadequada para uma nação com tanto potencial hidrelétrico ainda não explorado. Mas o grande problema são os rejeitos radioativos, pois nenhum país do mundo sabe o que fazer com eles.

Quando mal depositados, podem contaminar o solo e os lençóis freáticos, além do risco permanente de vazamento de radiação, o que pode, inclusive, causar a morte das populações atingidas. Até hoje, cientistas e engenheiros do mundo todo lutam para construir usinas nucleares completamente seguras.

Enquanto os especialistas e profissionais do setor debatem prós e contras da construção de Angra III, países como os Estados Unidos investem bilhões de dólares na desativação de suas usinas, num processo muito caro e lento. Para desativar uma usina nuclear se gasta mais do que para construí-la. Por exemplo, foram despendidos US\$ 231 milhões para construir a usina norte-americana de Maine Yankee Plant, que funcionou entre 1972 e 1996, e mais US\$ 635 milhões em sua desativação.

Essa polêmica está longe de ser resolvida: a utilização do petróleo como fonte de geração de energia não durará para sempre, e os ambientalistas defendem o uso de fontes de energia alternativas – como o vento, a luz solar e a biomassa –, as quais, além de renováveis, são mais seguras.

Disponível em:

http://editoradobrasil.com.br/portal_educacional/fundamental2/projeto_apoema/pdf/textos_complementares/ciencias/9_ano/pac9_texto_complementar_polemica_das_usinas.pdf

BIOCOMBUSTÍVEIS VOLTAM A ALIMENTAR POLÊMICA (Andrea Ornelas)

Usar alimentos para produzir combustível "verde" quando uma em cada sete pessoas no mundo passa fome já gerava certa polêmica. A controvérsia aumentou com a confirmação que esse tipo de combustível polui tanto quanto os fósseis. Um estudo suíço relança o debate.

Em julho de 2008, o jornal britânico The Guardian abriu a caixa de Pandora ao publicar um estudo interno do Banco Mundial, segundo o qual 75% do aumento internacional dos preços dos alimentos durante os últimos seis anos deveu-se aos chamados combustíveis verdes.

A Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) reforçou o impacto desta notícia, ao confirmar que a população mundial que sofre de desnutrição cresceu de forma inusitada, passando de 840 milhões em 2002 para 925 milhões em 2008.

Por sua vez, a Aliança Global para Combustíveis Renováveis (GRFA, na sigla em inglês) diz que, entre 2000 e 2010, a produção mundial de biodiesel se multiplicou por 22, enquanto que a de etanol triplicou.

Distorção do mercado

Na Suíça, menos de 5% do consumo total de combustível é derivado de biocombustíveis, de acordo com a Administração Federal de Aduana.

Em setembro, o instituto de pesquisas EMPA apresentou um balanço ecológico abrangente sobre a indústria de energia verde confirmando que "poucos biocombustíveis são mais ecológicos do que a gasolina".

Rainer Zah, responsável pelo estudo, disse que "se os biocombustíveis forem produzidos em terras adequadas ao cultivo, eles causarão um impacto ambiental maior do que o gerado pelos combustíveis fósseis".

Um sinal de alarme contra o rápido crescimento desta indústria. Segundo a GRFA, o setor contribuiu em 374,43 bilhões de dólares no PIB mundial em 2010 e sua participação irá aumentar para 679,75 bilhões em 2020.

Um desenvolvimento que seria impossível sem o estímulo financeiro dos governos.

"Se os biocombustíveis competissem com os combustíveis fósseis sem os subsídios públicos, a interação das forças do mercado permitiria distribuir de forma ideal os estoques de alimentos entre alimentação e produção de bioenergia", diz Ivetta Gerasimchuk, especialista do Instituto Internacional para o Desenvolvimento Sustentável (IISD), em Genebra.

"Mas há uma profunda distorção no mercado causada pelos incentivos fiscais e outras facilidades dos governos", acrescenta.

Parte do texto, com pequenas modificações, disponível em:

http://www.swissinfo.ch/por/economia/crise-dos-alimentos_biocombust%C3%ADveis-voltam-a-alimentar-pol%C3%AAmica/33729050