

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

unesp 
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"


SOCIIDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

Gabriel Scoparo do Espírito Santo

REPENSANDO AS SITUAÇÕES DE APRENDIZAGEM EM FÍSICA: proposta de duas
sequências didáticas com abordagem CTSA para formação ética do cidadão

Presidente Prudente
2015

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

unesp 
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"



Gabriel Scoparo do Espírito Santo

REPENSANDO AS SITUAÇÕES DE APRENDIZAGEM EM FÍSICA: proposta de duas
sequências didáticas com abordagem CTSA para formação ética do cidadão

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

Orientador: Prof. Dr. Moacir Pereira de
Souza Filho

Presidente Prudente
2015

FICHA CATALOGRÁFICA

E78r Espirito Santo, Gabriel Scoparo do.
Repensando as situações de aprendizagem em física : proposta de duas sequências didáticas com abordagem CTSA para formação ética do cidadão / Gabriel Scoparo do Espirito Santo. - Presidente Prudente : [s.n], ano 2015
76 f.

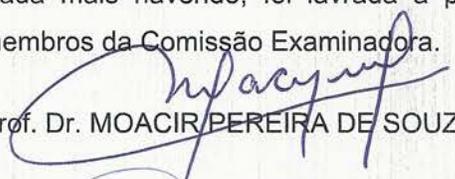
Orientador: Moacir Pereira de Souza Filho
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia
Inclui bibliografia

1. Ética. 2. CTSA. 3. Sequência Didática. I. Espirito Santo, Gabriel Scoparo do. II. Souza Filho, Moacir Pereira de. III. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia. IV. Repensando as situações de aprendizagem em física : proposta de duas sequências didáticas com abordagem CTSA para formação ética do cidadão

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE GABRIEL SCOPARO DO ESPIRITO SANTO, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA, DO(A) FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DE PRESIDENTE PRUDENTE.

Aos 03 dias do mês de dezembro do ano de 2015, às 15:00 horas, no(a) Anfiteatro, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. MOACIR PEREIRA DE SOUZA FILHO do(a) Departamento de Física, Química e Biologia / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente, Prof. Dr. RODRIGO BARBOSA LOPES do(a) Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente, Prof. Dr. DEUBER LINCON DA SILVA AGOSTINI do(a) Departamento de Física, Química e Biologia / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente, Prof. Dr. LUCIANO CARVALHAIS GOMES do(a) UEM - Universidade Estadual de Maringá, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de GABRIEL SCOPARO DO ESPIRITO SANTO, intitulado "REPENSANDO AS SITUAÇÕES DE APRENDIZAGEM EM FÍSICA". Após a exposição, o discente foi arguido oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: APROVADO .

Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.



Prof. Dr. MOACIR PEREIRA DE SOUZA FILHO



Prof. Dr. RODRIGO BARBOSA LOPES



Prof. Dr. DEUBER LINCON DA SILVA AGOSTINI



Prof. Dr. LUCIANO CARVALHAIS GOMES

*À memória de Luiz e Luiza Scoparo
que plantaram a semente
e regaram o pomar...*

AGRADECIMENTOS

Gratidão aos meus pais, por toda minha formação, pela paciência, dedicação e abnegação que me permitiram chegar a este ponto. Aos meus familiares: irmãos, tios, primos, etc. pela companhia e apoio.

Ao meu orientador, Prof. Moacir, por me direcionar e acreditar nessa caminhada, mesmo sabendo que seria um desafio novo esteve sempre disposto e pronto para contribuir com sua experiência.

Aos professores membros da banca de avaliação, Profs. Drs. Deuber Agostini, Rodrigo Lopes e Luciano Gomes, pelo tempo e dedicação com o texto, mas principalmente pela contribuição em nossa formação humana.

Aos meus colegas da primeira turma do MNPEF, o companheirismo e a atenção de todos ajudaram a passar por tantas novidades e incertezas. A lição de humildade de professores com anos de experiência tendo a paciência de alunos não será esquecida.

À toda equipe da E.E. Maria Luiza Formozinho Ribeiro, pelo empenho no trabalho, por sempre incentivarem a formação continuada, pela alegria com que encaram a profissão e pelo companheirismo que transcende os muros da escola.

À CAPES pelo apoio financeiro, que o gasto com a formação seja cada vez mais visto como um investimento para mudança real na sociedade.

Por fim, um agradecimento especial a minha companheira de lutas e risadas, pelo carinho e dedicação que tornaram a caminhada muito mais calma, organizada e produtiva. À Ana Paula Jorge do Espírito Santo, toda gratidão e honra por este trabalho.

RESUMO

REPENSANDO AS SITUAÇÕES DE APRENDIZAGEM EM FÍSICA: proposta de duas sequências didáticas com abordagem CTSA para formação ética do cidadão

Gabriel Scoparo do Espírito Santo

Orientador:

Prof. Dr. Moacir Pereira de Souza Filho

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física 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 buscamos contribuir para a formação ética dos estudantes durante as aulas de física do ensino regular da escola pública do Estado de São Paulo. O objetivo é desenvolver a reflexão ética como parte permanente da formação cidadã, para isso são repensadas algumas situações de aprendizagem contidas nos cadernos de física do governo do Estado de São Paulo (São Paulo Faz Escola). Os temas escolhidos foram a produção e consumo de energia elétrica no país, tema 4 do volume 1 do caderno da 3ª série do ensino médio, e a origem do universo, tema 4 do volume 2 do caderno da 1ª série do ensino médio a fim de empregar a concepção do movimento Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) no ensino de física. O movimento CTSA defende uma visão integrada da ciência com suas raízes sociais e consequências ambientais. Nessa abordagem o foco não é a aprendizagem de um conteúdo abstraído de contexto, mas a utilização de um conhecimento científico em determinada tecnologia ou situação que possibilite uma melhoria ou resolução de um problema, assim como a identificação histórica da ciência com os interesses da sociedade e com as tecnologias disponíveis, lutando contra a visão de uma ciência linear e isenta dos interesses econômicos vigentes na sociedade. Através dessa abordagem pretendemos possibilitar o debate das questões éticas sem que o conteúdo escolar tenha que ser interrompido, tornando a ética efetivamente um tema transversal, como solicitado pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs).

Palavras-chave: Ética; CTSA; Ensino de Física; Sequência Didática.

ABSTRACT

RETHINKING LEARNING SITUATIONS IN PHYSICS: proposal of two didactic sequences with STSE approach for ethical formation of the citizen

Gabriel Scoparo do Espírito Santo

Supervisor:

Prof. Dr. Moacir Pereira de Souza Filho

Abstract of master's thesis submitted to Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física no Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF), in partial fulfillment of the requirements for the degree Mestre em Ensino de Física.

In this paper, we seek to contribute to the ethical education of students in physics classes of regular public schools of São Paulo state. The goal is to develop ethical reflection as a permanent part of civic education, for this, some learning situations contained in the physics notebooks of São Paulo state government (São Paulo Faz Escola) are rethought. The themes chosen were the production and consumption of electricity in the country, theme 4 of volume 1 notebook of the 3rd year of high school, and the origin of the universe, theme 4 of volume 2 notebook of the 1st year of high school to employ the concept of Science-Technology-Society-Environment (STSE) movement in physics teaching. The STSE movement advocates an integrated view of science with its social roots and environmental consequences. In this approach the focus is not on context less content learning, but the use of scientific knowledge in a particular technology or situation that allows an improvement or solving a problem, as well as the historical identification of science with the interests of society and with the available technologies, fighting the vision of a linear science and free of economic interests existing in society. Through this approach we intend to allow the discussion of ethical issues without the school content has to be stopped, making ethics effectively a cross-cutting issue, as requested by the Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs).

Keywords: Ethics; STSE; Physics education; Teaching Sequence.

Presidente Prudente
2015

SUMÁRIO

1	Introdução.....	7
2	Ética.....	11
2.1	Definição de Ética.....	11
2.2	Educação e ética.....	12
2.3	Ética nos documentos oficiais.....	14
3	Sociedade e educação.....	16
3.1	Marxismo e a educação	16
3.2	A neutralidade da ciência e o movimento CTSA.....	19
4	Sequências Didáticas (SD).....	23
4.1	Conceitualização de uma Sequência Didática	23
4.2	Organização curricular	23
4.3	Situações de aprendizagem.....	25
4.3.1	Universo, Terra e vida	25
4.3.2	Produção e consumo de energia elétrica.....	26
5	Produção e consumo de energia elétrica	27
5.1	Metodologia.....	27
5.2	Resultados.....	29
5.2.1	Avaliação	31
6	Origem do Universo.....	33
6.1	Metodologia.....	33
6.2	Resultados.....	34
6.2.1	Avaliação	35
7	Considerações Finais.....	38
	Referências:	40
	Apêndice A - Produção e consumo de energia elétrica	43
	Apêndice B - Universo, Terra e vida: origem do Universo e compreensão humana	45

1 Introdução

A inquietação que se reflete neste trabalho, partiu do cotidiano da docência no Ensino Médio de uma escola pública regular. Ministrando aulas de Física, percebemos que o conteúdo, como apresentado nos livros, não produz nos alunos nenhuma transformação do ponto de vista crítico. As aulas focadas na preparação para o vestibular e/ou cumprimento do currículo não parecem contribuir para a formação pessoal dos adolescentes.

Notamos também que a criticidade não acompanha o interesse nos estudos, como seria o desejo dos que veem na escola a salvação da sociedade. Alunos desinteressados por vezes demonstram uma alta capacidade de julgamento e discernimento, escolhendo não aprender como forma de rebeldia, talvez por perceberem que a contribuição desses conhecimentos para os ideais de sucesso da sociedade atual seja pequena. Usando a divisão do trabalho por áreas como a fronteira do conhecimento e a lógica utilitarista como guia, os alunos só querem aprender o que será utilizado para lhes render retorno financeiro.

Outra observação relevante foi a de que a escola ficou tão abarrotada de conhecimentos técnicos que precisam ser transmitidos aos alunos, que não tem tempo dedicado às reflexões pertinentes a todas as áreas, como: por que as decisões políticas não levam em conta (apenas) a ciência? Ou ainda, por que as pessoas seguem certos padrões de estilo de vida e decisões insustentáveis em uma sociedade que se diz tão plural?

O ensino de física da rede pública de ensino básico do estado de São Paulo vive atualmente uma dicotomia: de um lado os cadernos que compõem o currículo oficial trazem uma abordagem “cotidianizada”, menos calculista e organizada em situações de aprendizagem, por outro, os vestibulares e cursos de formação de professores continuam objetivando a reprodução de conhecimentos profundamente detalhados, baseados na transmissão de resultados consolidados e exercícios repetidos à exaustão. Para aumentar esse cenário de fragmentação, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) defendem que a educação deva ser voltada para a formação cidadã crítica (BRASIL, 1997), e para isso pretendem que todos os currículos contemplem a ética como tema transversal.

Não obstante uma proposta curricular diferente e um objetivo nobre descrito nos documentos oficiais, a realidade escolar se repete nas escolas públicas: alunos cujas famílias conseguem transmitir a importância dos estudos para uma vida profissional e pessoal melhor tentam aprender sob o ruído daqueles que não veem na escola potencial para transformação em suas vidas, menos ainda na sociedade. Para estes, a escola serve apenas de prisão e, muitas vezes, a resposta do aluno é a apatia ou a violência. Nesse cenário, é possível perceber que a

escola não tem dado conta de cumprir o papel de formação ética, apesar do que consta nas propostas e documentos oficiais.

Mesmo com esse desencontro, o número de publicações e ofertas de produtos educacionais que prometem resolver as dificuldades de aprendizagem só tem crescido (NASCIMENTO, 2004). Nesse sentido, percebemos que a lógica liberal de oferecer sempre um produto como solução de um problema não condiz com a necessária reflexão sobre o processo educativo, pois em uma sociedade com excesso de informações como a que estamos vivendo, aumentar a quantidade de objetos educacionais indiscriminadamente, não oferece nenhuma possibilidade de modificação real à estrutura posta.

Críticas à lógica do Capital, que é hegemônica¹ na educação formal, foram realizadas por vários pensadores. Mészáros (2005), filósofo marxista húngaro, aponta a inevitabilidade de uma revolução para que se tenha uma mudança real na sociedade, incluindo as esferas educativas. Compreendemos então, que o papel da educação escolar, mesmo que limitado à estrutura atual, deve ser preparar os indivíduos para contestar as práticas vigentes, não apenas as governamentais como querem os liberais², mas fornecendo-lhes autonomia moral para já realizar a vivência em comunidade que se espera hegemônica no futuro.

Em uma sociedade organizada por tecnologias e baseada no conhecimento científico, tendo-o como legitimador final de práticas políticas e sociais, os valores que orientam a prática científica devem ser conhecidos e debatidos pelas futuras gerações, como condição mínima para o desenvolvimento da criticidade, tão sonhada pela educação que se espera revolucionária. Por isso, entendemos que o ensino de ciências não deve ser tido como neutro e afastado de sua prática social.

Para tentar combater essa alienação, buscamos incluir na proposta pedagógica a reflexão filosófica sobre os valores atualmente usados como critérios nas decisões. Assim, chegamos à discussão ética nas aulas de Física, onde o objetivo não é ensinar os conceitos filosóficos desse ramo do conhecimento humano, o que caracterizaria o ensino de ética, mas, permitir que os alunos notem as contradições inerentes a gama de valores utilizados como critério nas decisões sociais.

A Lei de Diretrizes e Bases (LDB) aponta como finalidade para o Ensino Médio a formação cidadã, incluindo a dimensão Ética. No artigo 35 é possível perceber que essa preocupação não deve ser menor que a dedicada à aquisição de conhecimentos técnicos.

¹ Conceito estruturado por Antonio Gramsci se refere à dominação ideológica da classe social dominante, particularmente a burguesia sobre o proletariado.

² A filosofia política Liberal defende um Estado limitado e toda liberdade dada aos indivíduos, mas não às coletividades.

“O Ensino Médio, etapa final da Educação Básica, com duração mínima de três anos, terá como finalidade:

I - a consolidação e aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos;

II - a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;

III - a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina.” (BRASIL. Lei nº 9.394/96, de 20/12/96, art. 35.)

A *ética* é requisito, portanto, para a educação crítica, pois uma de suas definições é a de reflexão sobre os valores adotados por um determinado grupo (LA TAILLE, 2004). No âmbito geral, essa proposta já é parcialmente contemplada pela legislação, que exige uma educação cidadã crítica, mas deixa em aberto para que cada grupo escolar trabalhe de acordo com seu contexto (BRASIL, 1997). Mesmo sendo considerada de fundamental importância pelos PCNs, a ética no ensino de ciências ainda é um tema de pesquisa pouco explorado (RAZERA, 2006). Além disso, as concepções de ética se misturam nessas pesquisas, sendo várias vezes confundida com *moral*, como demonstra La Taille (2004).

Em síntese, a educação que pretendemos para as futuras gerações é uma educação formativa e não apenas instrutiva, que as prepare para atuarem de maneira autônoma, esclarecida, mas não individualista. Desenvolvendo uma moral raciocinada, empática, que busque sempre um convívio melhor entre as comunidades. Esse ideal ressoa com a proposta de emancipação kantiana (KANT, 2011), assim como com a educação socialista de Meszáros (2007). Na primeira, temos os aspectos mais individuais do processo, na última, temos as premissas e implicações sociais desta educação.

Nosso objetivo central é conciliar esta formação, que entendemos por formação ética, com a assimilação dos conteúdos da disciplina de física definidos no currículo oficial do estado de São Paulo. Surge então a indagação: a formação ética já não está contemplada nesta proposta curricular? Para responder a essa pergunta, buscamos determinar se o sentido de ética utilizado pelos PCNs é o mesmo que almejamos; por isso, o *capítulo segundo* traz uma breve síntese dos conceitos de ética utilizados por este trabalho e pelos documentos oficiais.

A ideia geral do que é a educação, e qual seu objetivo, desempenha papel fundamental na docência, assim como a concepção de ciências, mais especificamente para os professores de física. Por isso é necessário determinar como entendemos a educação, qual seu objetivo final e o meio para atingi-lo. Estabelecida a meta de formação, é necessário buscar o método, ou abordagem, para chegar a esta educação formativa. Afinal, identificar os aspectos que precisam ser melhorados é só a primeira etapa do processo de mudança.

No ensino de ciências, encontramos o movimento Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), que ensina a ciência como parte dos produtos da sociedade, sendo passível de manipulação política e determinada por interesses econômicos. Desta forma, esta abordagem prepara os alunos para um papel realmente crítico, já que possibilita a eles compreenderem de maneira significativa que a atuação social real exige um conhecimento técnico mínimo. No *capítulo terceiro* são apresentados comentários sobre estas propostas de ensino utilizadas como referencial, assim como a maneira como elas contribuíram para este trabalho.

Depois de esclarecer qual é a educação objetivada e buscar referenciais que corroborem essa proposta e determinar uma abordagem metodológica, é necessário analisar o material didático já disponível aos alunos, assim, os cadernos dos alunos do Programa “São Paulo Faz Escola” foram analisados, em busca de situações polêmicas ou controversas que possibilitem o debate sobre as questões de interesses diversos na sociedade. No *capítulo quarto* apresentamos as Sequências Didáticas (SD) como forma de organização da prática docente, além da análise de trechos do material oficial que foram modificados nas SD.

Nos *capítulos quinto e sexto* apresentamos a justificativa, as situações escolhidas para modificação e os resultados da aplicação destas em sala de aula. Por fim, algumas considerações finais são colocadas no *capítulo sétimo*, a título de conclusão desta dissertação.

Para ilustrar a pluralidade de conceitos e as possibilidades da sala de aula, elaboramos um diagrama, Figura 1, com os aspectos presentes neste trabalho, e que surgem na atuação docente. Inicialmente, contrasta com a linearidade e clareza acadêmica, mas ressalta multiplicidade do espaço escolar e da prática docente, em que todos emergem como *práxis*³.

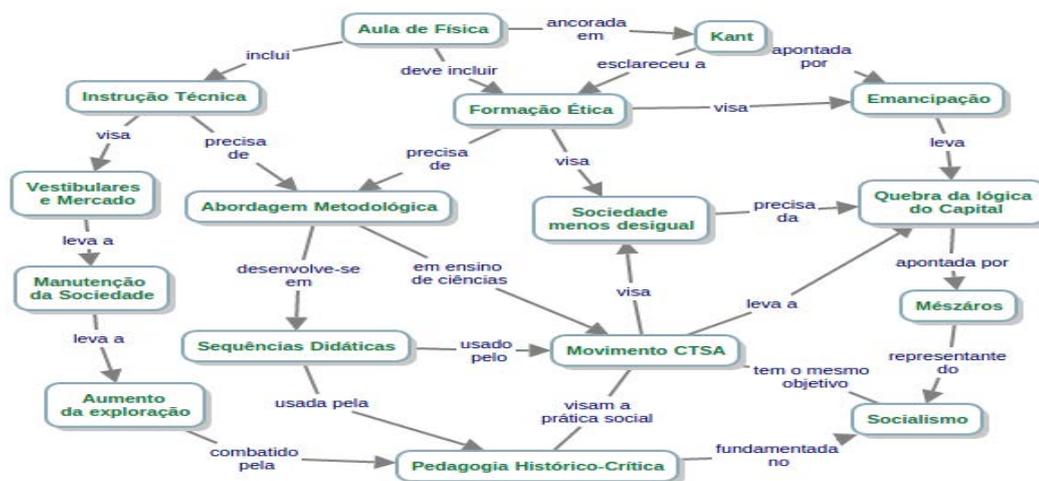


Figura 1: Diagrama desta dissertação.

³ Atividade teórico-prática em que a teoria se modifica constantemente com a experiência prática, que por sua vez se modifica constantemente com a teoria.

2 Ética

2.1 Definição de Ética

Em todos os agrupamentos humanos surgem situações em que o indivíduo tem liberdade para tomar uma decisão que pode prejudicar ou beneficiar outros, para determinar se suas ações/escolhas são corretas é necessário que seu comportamento seja fundamentado em normas que determinam quais ações são as corretas. Essas normas não são um conjunto de leis exteriores a que o indivíduo é obrigado a seguir, pois nesse caso, não teria liberdade para decisão; são aceitas pelo indivíduo como um dever, reconhecidas internamente como obrigatórias. Ao tomar a decisão de seguir ou não um determinado código de conduta, o indivíduo age moralmente, ou seja, realiza um juízo dos valores estabelecidos pelo agrupamento em que está inserido. Este código interno é chamado de *Moral* e serve para justificar as decisões tomadas.

Em pequenos grupos, onde a vigilância é muito mais intensa, a liberdade para seguir ou não os códigos de conduta, é rara. Mas em nossa sociedade contemporânea, em que as esferas de fiscalização estão, por muitas vezes, distantes dos indivíduos, existem muitas situações em que os indivíduos devem tomar suas decisões baseados em seus códigos internos. Em uma sociedade tão pluralista quanto ocidental-globalizada, é esperado que a quantidade de normas, ou conjunto de normas, seja também vastíssima.

Quando diversos códigos de conduta começam a entrar em conflito ou sobreposição, torna-se necessário refletir sobre a ação moral. Assim, o comportamento ou decisão do indivíduo deixa de ser o objeto de reflexão, sendo substituído pelo conjunto de normas que validam esta ação. Ou seja, da prática moral passa-se a teoria moral, ou à reflexão sobre os critérios e fundamentos para determinação de quais são as ações corretas ou justas, ou ainda, determinar o que é o bom.

Esta reflexão adentra o campo da Filosofia e da Ciência pois deve seguir métodos e raciocínios lógicos, e é chamada de Ética. Vázquez (1970, p. 12) define *ética* como “[...] a teoria ou ciência do comportamento moral dos homens em sociedade. Ou seja, é a ciência de uma forma específica de comportamento humano.” A moral é, portanto, o objeto de reflexão da ética, e não seu sinônimo, como a análise etimológica⁴ sugere.

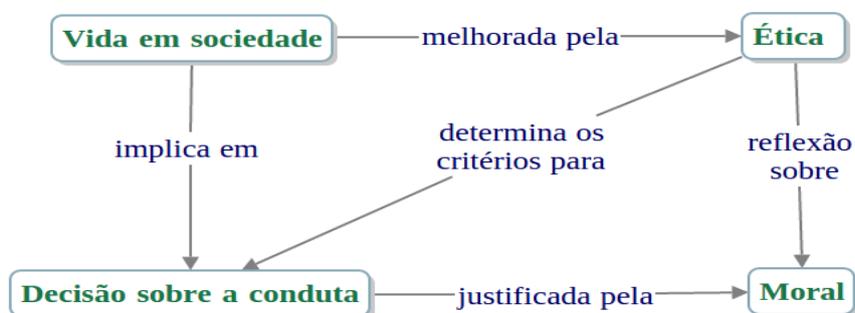
Muitos vocábulos vão ganhando novos sentidos conforme a língua se desenvolve, para tentar manter a distinção, recorre-se a etimologia, com a Ética não seria diferente, mas nesse

⁴ Etimologia trata da história ou origem das palavras e da explicação de seu significado pelas partes que as compõem, mas nem sempre esse significado coincide com a utilização corrente.

caso o sentido se afasta da definição filosófica apresentada acima. *Moral* vem do latim *mores*, e quer dizer *costume*; *ética* vem do grego, *ethos* que possui dois significados, com *e* curto denota *a casa do homem*, originando o sentido de *costume*, j com *e* longo refere-se a disposição para repetição ou criação de hábitos, o *caráter* (CENSI e DALBOSCO, 2014). É comum, portanto, encontrar a expressão “ser ético” ou “agir de maneira ética” como sinônimo de respeitar um conjunto de regras estabelecidas como corretas. Assim como encontrar a expressão “ética do grupo” como conjunto de regras consideradas boas/corretas por aquele grupo.

Uma última aplicação do termo *ética* é de busca/reflexão por um conjunto de valores para a vida de um indivíduo ser considerada boa, esta utilização não é contrária à definição filosófica apresentada, mas expressa uma dimensão pessoal de uma questão que parece tão abstrata. Neste trabalho, o sentido de *ética* utilizado é o de reflexão sobre as ações morais, mais precisamente, que leve a determinação de uma moral benéfica a toda humanidade. Por isso, todas as questões ou situações que levem a reflexão sobre as condutas adotadas e ao juízo sobre seu valor, são chamadas de questões éticas. A figura 2 ilustra a relação entre *ética* e *moral* apresentada.

Figura 2: Relação entre *ética* e *moral*.



2.2 Educação e *ética*

A necessidade de preparar as próximas gerações para um debate aberto e logicamente pautado acerca da mudança dos costumes que prejudicam e violentam quem não se submete a eles é, evidentemente, papel crucial da educação atualmente defendida pelos documentos oficiais. No entanto, a efetivação desta prática está muito longe de ser completa, o que se vê é o discurso de uma educação que deve ser apenas instrutiva e preparatória para o trabalho ganhar cada vez mais adeptos quando se fala em “sucesso educacional”.

A *educação* como formação humana, processual e permanentemente aprimorada,

perdeu espaço na sociedade de consumo⁵, sendo considerada utopia⁶ e substituída por uma educação profissional e tecnocrática⁷ que busca apenas suprir a demanda por mão de obra especializada para atender as novas configurações do mundo do trabalho e consolidar o desenvolvimento econômico. (MEC, 2008)

Em Kant (2011), encontramos a educação como a tarefa humana mais difícil, pensada numa perspectiva aberta e integral, é dividida em duas: a *física* e a *prático-moral*. A primeira corresponderia à educação profissional atual, ou seja, preparação do corpo e do intelecto para a execução plena de todas as atividades humanas, inclusive do juízo. Já a educação prático-moral diz respeito à liberdade do indivíduo, formando seres que atuem livremente, com capacidade de pensar de forma autônoma, visando à dignidade humana. Nesta perspectiva, a finalidade da educação é o desenvolvimento da consciência moral racional em todos os indivíduos.

O termo *Esclarecimento* (Aufklärung) é utilizado por Kant para expressar a necessidade de emancipação do estado de menoridade, em que o indivíduo permite que suas ações sejam guiadas por outro, sem reflexão sobre essa conduta. Esse estado, em que o indivíduo apenas cumpre ordens sem questioná-las, ou ao menos refletir sobre estas, é apontado como o responsável pela barbárie ainda presente em nossa sociedade (ADORNO, 2003).

A busca pelo esclarecimento, emancipação ou autonomia, tem como caminho a reflexão sobre as condutas humanas, e a determinação de quais conjuntos de regras e valores são bons, ou seja, a formação ética dos sujeitos sociais desta e das próximas gerações. O espaço mais adequado para essa formação é a educação escolar, que mesmo sujeita às limitações da estrutura hegemônica, ainda tem um pequeno espaço para romper com a lógica de mercado (SAVIANI, 2008), mas esse espaço pode ser dominado pelo capital, como ilustrado na Figura 3.



Figura 3: Possibilidades para o papel da ética na formação humana.

⁵ Ver “A sociedade de consumo”, Baudrillard, J. Edições 70, 2009

⁶ Do grego “ou” (não) + “topos” (lugar), se refere à perfeição idealizada e por isso inexistente.

⁷ Educação que visa apenas à instrução técnica para qualificação da mão-de-obra para servir ao mercado.

2.3 Ética nos documentos oficiais

A escola, como instituição responsável por instruir e formar as próximas gerações, tem o papel de transmitir a moral estabelecida e caso tenha a pretensão de formar gerações melhores com relação à convivência, tem o dever de capacitar os estudantes para uma reflexão ética permanente. Nesse sentido, dos muitos conhecimentos acumulados pela humanidade e que a escola está encarregada de transmitir para as novas gerações, a *ética* figura como alicerce.

A fase atual do capitalismo diminuiu a capacidade da família formar os hábitos morais da criança, empurrando para os “especialistas” em educação, professores e psicólogos, o dever de educar eticamente as futuras gerações. Mas a tarefa é dificultada pela precarização das instituições públicas, fruto dos processos de globalização, e pela influência massiva da mídia como determinante do comportamento “de sucesso” (LASTÓRIA, 2003).

No Brasil, a ética foi tratada de diversas maneiras (BRASIL, 1997, p. 51) até que os PCNs trouxessem os Temas Transversais (*Ibid.*, p. 25). Dessa forma, o ensino de ética teve seu valor demonstrado, mas sua efetivação atrelada ao “[...] domínio do tema e/ou a prioridade que se eleja nas diferentes realidades locais.” (*Ibid.*, p. 29). Essa abordagem é criticada por alguns autores, pois implementada sem a necessária qualificação profissional pode levar a um tratamento superficial e caracterizado como “senso comum”. Ou pior, sem a devida dimensão social e histórica da ética os conceitos podem esconder uma ideologia e uma forma de controle da sociedade capitalista e burguesa (LOMBARDI, 2005).

Dada a diferença nas concepções de ética é necessário esclarecer qual é a utilizada nas diretrizes nacionais, Silveira (2009, p. 697) aponta que:

Embora, os Temas Transversais, às vezes, admitam tomar os termos “ética” e “moral” como sinônimos – no sentido de “conjunto de princípios ou padrões de conduta”, ou pelo emprego da expressão “educação moral”, clássica no jargão educacional –, o tema foi batizado de Ética, pois o objetivo a que se destina é “levar o aluno a pensar sobre sua conduta e a dos outros a partir de princípios, e não de receitas prontas” (Brasil, 1997, p. 69). Na concepção dos Temas Transversais, portanto, “a ética diz respeito à reflexão sobre as condutas humanas” (p. 31). Como essa reflexão é considerada necessária à formação para o exercício da cidadania, a escola comprometida com essa formação, precisa assumi-la como um de seus “objetivos maiores” [...].

Além disso, é fundamental que os pressupostos do texto dos PCNs sejam discutidos, pois a ideologia do texto nem sempre é clara. Ainda no mesmo texto, Silveira (p. 700) evidencia um fator importantíssimo: como a diferença de classes é vista como natural e

superestrutural ao ser colocada ao lado de diferenças de sexo, idade, cultura, etc. Outro pressuposto que exige ainda mais atenção é a legitimação de valores como foco do *tema transversal “Ética”*. Os questionamentos a respeito deste são sistematizados por Silveira (p. 702):

1) Confiar à escola a missão de legitimar os valores constitucionais, isto é, os valores que norteiam a vida em sociedade, não implica legitimar a própria sociedade? Não haveria, portanto, nesse modelo de educação moral, um sentido politicamente conservador de reprodução e perpetuação da estrutura social? Uma proposta pedagógica verdadeiramente comprometida com a formação para a autonomia moral não deveria enfatizar mais a problematização e a crítica do que a legitimação?

2) A noção de “projeto de felicidade” como “projeto de vida orientado para a busca de realização de um estado afetivo satisfatório, sentido como bom para a pessoa”, não reduz a felicidade à sua dimensão individual, psicológica, afetiva? Tal redução não conduz à abstração e à ocultação dos determinantes econômicos e sociais da felicidade? O que significa ter um projeto pessoal de felicidade numa sociedade com tantas desigualdades como a brasileira? Todos podem de fato escolher o caminho que vão trilhar em busca da felicidade? Quem fornece os critérios para essa escolha? As oportunidades de realização pessoal são as mesmas para todos? Essa abstração dos determinantes objetivos da felicidade não acaba por levar os alunos a uma autoalienação, no sentido de que tendem a buscar no plano interior e individual as satisfações que não podem alcançar no plano material e coletivo? Assim, a legitimação de valores obtida dessa maneira não estaria fundada numa falsa compreensão da felicidade, numa quimera, numa ilusão?

O que queremos salientar com essas observações é que apesar de objetivar uma educação crítica e formação cidadã ativa, o texto oficial traz um discurso de legitimação do *status quo*⁸ que leva à reprodução da sociedade individualista e desumanizada, sem perspectiva de busca por uma vivência coletiva mais harmoniosa (LOMBARDI; GOERGEN, 2005).

Os valores tradicionais, transcendentais e fixos da sociedade pré-industrial foram profundamente desestabilizados, o que torna a educação moral atual completamente diferente da simples legitimação de valores exigida na época em que a educação era controlada pela religião. A tarefa da formação ética atual é introduzir o estudante no debate moral, ensinando-o a lidar com conflitos e incertezas para que se forme sua subjetividade autônoma e possa tomar suas decisões (GOERGEN, 2001).

⁸ Expressão latina que significa “o estado atual das coisas”. Refere-se à forma como a sociedade atual se organiza, e como as práticas são reproduzidas inconscientemente.

3 Sociedade e educação

3.1 *Marxismo e a educação*

A educação pretendida para uma geração pressupõe uma visão da sociedade anterior, assim não podemos deixar de esclarecer porque alguns aspectos da educação são mais relevantes para nós. Para isso, evidenciaremos os possíveis pontos em que a educação pode atuar para atingir o ideal de sociedade que permite a efetivação de todos os direitos humanos.

A sociedade capitalista atual pode ser vista pela primeira vez na história como uma única “cultura” global, pois, apesar de guardar diferenças quanto à linguagem e tradições relaciona-se com o trabalho da mesma maneira. O materialismo histórico-dialético introduzido por Marx e Engels demonstra que a relação do homem com o trabalho determina sua ontologia⁹, e se modifica continuamente num processo histórico. Essa visão de mundo teve implicações em diversas correntes de pensamentos em áreas diferentes da sociedade.

Mészáros (2007) aponta que a maneira como o homem vem se relacionando com o trabalho no sistema do capital, ao invés de torná-lo mais humano e desenvolver suas potencialidades, vem reificando-o¹⁰ e alienando¹¹ sua produção à execução vazia de determinadas técnicas. Além de manter as condições materiais da grande maioria da população em situação crítica, essa lógica produz indivíduos sempre insatisfeitos (OECD, 2013), tentando alcançar o ideal de sucesso financeiro que a propaganda garante estar acessível a todos, apesar de ser estruturalmente impossível. Nesse sentido, percebemos que a simples “preparação para o trabalho” como objetivo da educação tende a sustentar esse estado de exploração e desigualdade.

Outro aspecto importante de sua análise é a limitação da educação atual. Diversas reformas educacionais sem sucesso prometeram modificar e revolucionar a sociedade, mas sem romper com a estrutura do capital em que estão inseridas. Ou seja, a razão dos fracassos educacionais foi acreditar que é possível conciliar o sistema do capital com uma formação humana autônoma, ele explica que um sistema educacional emancipatório só existe na sociedade emancipada, o que contradiz a necessidade de alienação inerente ao sistema do capital.

Mesmo com a impossibilidade de uma revolução apenas com a educação, Mészáros

⁹ O “ser” humano difere-se dos outros animais pela capacidade de imaginar um propósito para uma ação. A casa idealizada pelo mestre de obras já existia antes da prática, diferente da colmeia produzida pelas abelhas. Ver Lukács, G. “A ontologia do ser social”.

¹⁰ Tratar o ser humano como “coisa”; desnaturalizar algo de seu conceito e contextualizá-lo como algo isolado.

¹¹ Alienação designa a falta de consciência por parte do ser humano de que ele possui um grau de responsabilidade na formação do mundo a seu redor, e vice-versa.

aponta o caminho para uma mudança social real, qual seja a mudança da lógica do capital com a emancipação da consciência das futuras gerações. O papel da educação é, pois, fundamental para a mudança na ordem social metabólica¹². Portanto, é fácil ver que “*a efetiva transcendência da autoalienação do trabalho seja caracterizada como uma tarefa inevitavelmente educacional*” (MÉSZÁROS, 2007, p. 217).

A mudança na lógica do capital¹³ requer uma reflexão constante acerca dos costumes e valores tidos como corretos pela sociedade, ou seja, uma formação ética muito bem consolidada, com potencial para emancipação dos indivíduos para que eles possam analisar os modelos de conduta propagandeados com senso crítico.

Um código de ética que coincide com os interesses do capital e vem tentando se estabelecer na atualidade é o hedonismo¹⁴, com a emergência do individualismo narcisista, o indivíduo adere à moda, reduzindo tudo a uma sensibilidade superficial de curta memória, focando as realizações humanas no material, no prazer, no imediato (GOERGEN, 2005). Esse projeto de vida estimula o consumo desenfreado e a competição por *status*, intensificando as práticas de desigualdade social que impedem uma quantidade alarmante de pessoas viverem em condições mínimas de dignidade.

Faz-se necessário, portanto, ampliar as capacidades reflexivas dos estudantes para que os valores morais sejam resgatados do individualismo hedonista e sejam utilizados pela sociedade em um projeto de transformação social. Por isso, neste trabalho o sentido de ética utilizado é o de busca por uma vivência coletiva melhor pautada na reflexão sobre os valores utilizados, ou seja, a reflexão sobre a moral.

Algumas propostas bem fundamentadas para a educação objetivam essa mudança na formação dos estudantes, buscando prepará-los para produzir transformações na sociedade ao invés da simples manutenção do *status quo*. No Brasil, duas grandes correntes são: a pedagogia proposta por Paulo Freire (GADOTTI, 2000) e a Pedagogia Histórico-Crítica (PHC) proposta por Demerval Saviani (SAVIANI, 2000).

Paulo Freire é considerado como o maior educador brasileiro, com grande influência marxista, sendo reconhecido internacionalmente por suas contribuições à educação mundial, suas propostas encontram adeptos em diversos países, tanto nos “em desenvolvimento” quanto nos “desenvolvidos”. Sua luta sempre foi contra a educação bancária, que via o aluno

¹² Mézáros percebe a sociedade como um ser com metabolismo, como um organismo biológico.

¹³ Sistema orientado para acumulação de bens de consumo através da propriedade privada dos meios de produção.

¹⁴ Doutrina que defende o prazer como objetivo de vida do ser humano. Apesar de possuir correntes que visam o bem de toda a humanidade, nos referimos ao hedonismo egoísta.

como um ser vazio que poderia ser preenchido com os conteúdos definidos pelo professor. Ele defendia que educadores e educandos aprendessem juntos, cada um contribuindo com uma parcela de conhecimento com o objetivo de se emanciparem juntos da lógica “oprimido-opressor” (LEITE, 2011).

Essa visão traz uma explicação para a forma como o conhecimento é ressignificado na relação educador-educando. Um elemento fundamental da pedagogia de Paulo Freire é o papel ativo do educando, algo frequentemente esquecido quando se tenta transportar novas visões para o contexto atual das salas de aula. Apesar de indireta, não se pode negar a influência de suas ideias em qualquer educação que se pretenda libertária¹⁵ no Brasil e este trabalho não está isento do panorama nacional.

A PHC também tem como referência o marxismo histórico, por isso defende que a função da escola deve ser a de diminuir a alienação do proletariado a fim de que eles possam participar da luta de classes, buscando a mudança social tão propagada no marxismo que é o fim da desigualdade social e da miséria. Essa pedagogia engloba toda a visão sociológica do papel da escola e do professor, além disso, desenvolveu uma pedagogia que pode ser colocada em prática nas escolas atuais. Gasparin (2002), seguindo a visão de Saviani, criou uma didática para a PHC, em que as aulas são divididas em etapas perfeitamente conciliáveis com a educação investigativa, muito empregada quando se busca uma formação crítica.

Na PHC o conhecimento é construído a partir da materialidade, da prática social¹⁶ do indivíduo, nesse processo participam instituições religiosas, políticas, econômicas, etc. interferindo e por vezes determinando o conhecimento do indivíduo. Por isso o termo “crítica” é utilizado, a limitação da educação escolar é conhecida e não deve ser ingenuamente ignorada. Ao contrário, a prática social do estudante deve ser o ponto de partida para a aquisição de conceitos cientificamente aceitos.

As etapas que compõe a didática da PHC são:

1ª – *Prática Social Inicial* – Momento em que o professor busca conhecer como os alunos compreendem um determinado conteúdo e o que lhes interessa aprender sobre ele.

2ª – *Problematização* – Explicação dos problemas da prática social relacionada

¹⁵ Pedagogias que pretendem a educação como transformação da sociedade.

¹⁶ A práxis, ou a prática social, é unidade da teoria e da prática. É o mundo material social elaborado e organizado pelo ser humano no desenvolvimento de sua existência como ser racional. Esse mundo material social, ou conjunto de fenômenos materiais sociais, está em constante movimento, organizando-se e reorganizando-se perpetuamente. Na existência real o ser humano, como ser social, realiza uma atividade prática, objetiva, que está fora de sua consciência, e que visa a transformação da natureza, da sociedade. Este processo de mudanças fundamentais ou não, se realiza através dos seres humanos, das classes sociais, dos grupos e dos indivíduos. (TRIVIÑOS, 2006, p.122)

ao conteúdo.

3ª – *Instrumentalização* – O professor leva os alunos ao conhecimento científico formal que envolve o conteúdo.

4ª – *Catarse* – Momento em que o estudante expressa a nova forma de compreender a teoria e a prática social.

5ª – *Prática Social Final* – Etapa em que o estudante se posiciona novamente diante da prática social e expressa sua intenção de ação a ser executada no cotidiano (GASPARIN, 2002).

Como forma de organizar uma sequência didática, essas etapas possibilitam a utilização de diversos recursos, por isso, será o formato empregado neste trabalho. As relações entre os diferentes pensadores marxistas aqui apresentados, não são excludentes, mas complementares como ilustrado na Figura 4.

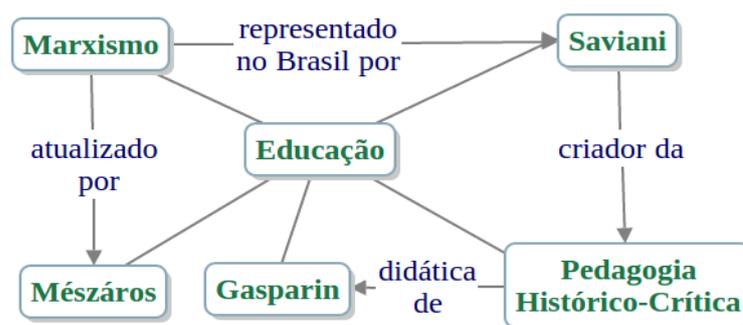


Figura 4: Relação entre representantes do marxismo e a educação.

3.2 A neutralidade da ciência e o movimento CTSA

As ciências exatas são extremamente resistentes a qualquer mudança em seus métodos de validação e reprodução de resultados. A legitimação do conhecimento científico é pauta de discussão em diversos círculos acadêmicos, mas o método científico mudou “pouco” desde sua sistematização por Descartes. Como consequência, o ensino de ciências sofre do mesmo enrijecimento, sendo as aulas dedicadas à reprodução de resultados famosos e demonstrações de verdades científicas bem estabelecidas.

Essa abordagem permite aos sistemas de avaliação, externos à escola, a utilização de métricas de comparação objetivas e claras, o que é uma vantagem do ponto de vista do mercado de competição por mão de obra, pois facilita a noção de nível mínimo de aprendizado e a distinção entre “bons” e “maus” alunos.

Outro produto dessa abordagem de ensino é a visão de que a ciência se resume a um conjunto de técnicas e conceitos sobre a natureza, isentos de ideologia. Um produto acabado, resultado da inspiração de “gênios” que perceberam, sempre no passado, a “verdade” a respeito da natureza. Dessa forma, o progresso científico segue seu próprio tempo e limitações, desconectado dos problemas sociais muitas vezes decorrentes do mau uso dessa mesma ciência.

Com relação a cidadania, essa visão da ciência reforça o papel passivo e resignado que os oprimidos precisam ter em uma sociedade desigual. Vendo o conhecimento como algo produzido por países e pessoas desenvolvidas, os estudantes não devem notar as contradições da ciência, nem suas limitações, legitimando o parecer dos “especialistas” que determinam o que pode ou não ser consumido.

Durante o início do século XX, as maravilhas da ciência moderna foram propagandeadas largamente e o progresso científico passou a ser a esperança de solução para os problemas sociais. Depois de testemunhar os horrores da II Guerra Mundial e perceber que a ciência poderia ser cruelmente utilizada, muitas pessoas ficaram chocadas quando o Napalm¹⁷ e o agente laranja¹⁸ foram largamente utilizados na guerra dos EUA contra o Vietnã.

Uma consequência desses episódios foi a criação de um movimento que repensa a visão de ciência neutra e sempre benéfica, na década de 1970, e pretende que o ensino de ciências tenha como foco as relações de causa e consequência entre esses quatro elementos (RICARDO, 2007). Essa visão do ensino permite que o estudante questione os valores empregados nas tomadas de decisões, formando ao longo do processo escolar, a visão crítica almejada (SANTOS, 2007).

Explorando a relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, nasceu o movimento CTS, que propõe mudanças no ensino de ciências de forma a contemplar a compreensão da natureza social e política da ciência. Rompendo com a versão positivista¹⁹, pretendem um ensino voltado para a transformação social, preparando os estudantes para compreender e criticar a ideologia por trás do discurso oficial da ciência e da mídia.

Com o surgimento das questões ambientais urgentes e a comprovação de que diversos problemas estavam ligados à má utilização dos recursos científico-tecnológicos, diversos

¹⁷ Ácidos nafténico e palmítico precipitados com alumínio eram adicionados a gasolina, ou outros combustíveis inflamáveis para serem gelificados e criar bombas incendiárias.

¹⁸ Mistura de herbicidas usada como desfolhante durante a guerra, devido a impurezas e uso indiscriminado, causou sequelas na população vietnamita e nos soldados estadunidenses.

¹⁹ Filosofia que defende o conhecimento científico como única forma de conhecimento real, sendo isento de interpretações ou interesses pessoais. A ciência não deveria se ocupar de problemas sociais, pois estes não podem ser objetivamente quantificados.

autores acharam necessário dar uma ênfase maior às questões ambientais e modificaram o nome para CTSA. Apesar de alguns ainda utilizarem a primeira terminologia, as duas nomenclaturas não são excludentes, fazendo parte da mesma proposta de ensino.

Por ser um movimento com diversos autores, as orientações dos objetivos e principalmente do modo de operar do enfoque CTSA são muitas. O fato de possuir muitas interpretações, ao invés de diminuir a eficácia da proposta, aumenta o potencial de ação dessa perspectiva, já que abordagens complementares e mais bem contextualizadas podem ser harmonizadas com os aspectos históricos, filosóficos e políticos dos conteúdos escolares. Mesmo assim, o objetivo mais apontado como mudança fundamental é a formação para a cidadania, mas não a simples aceitação dogmática²⁰ dos mandamentos da burguesia, e sim, a capacidade de tomada de decisão política com coerência científica (ROEHRIG, 2014)

Um breve sumário dos componentes de uma educação CTSA foi elaborado por Pedretti e traduzido por Lopes (2010):

Quadro 1: Componentes da Educação CTSA

Desenvolvimento sustentável	Sustentabilidade e continuidade da vida humana.
Tomada de decisões	Compreensão de como são tomadas as decisões em nível privado e governamental.
Raciocínios ético e moral	Reúne a educação em ciência e valores.
Dimensões pessoais e políticas	Discussão de política e ciências, quem se beneficia e quem perde com elas.
Reconstrução social crítica	Análises de custo/benefício a partir de habilidades intelectual e ética.
Ação	Habilita as pessoas a liderarem com mudanças pessoais e sociais, efetiva e responsabilmente.
Ênfase na natureza da ciência	Reconhecer a ciência como produto das inferências, da imaginação e da criatividade de humanos.

Fonte: PEDRETTI, 2003, p.221, tradução: LOPES, 2010, p. 57.

Difícilmente uma única disciplina do Ensino Médio atual poderia contemplar todos

²⁰ Dogmas são verdades do senso comum que não estão sujeitas a crítica ou questionamento. Filosoficamente, é a defesa de que existem verdades metafísicas absolutas.

esses componentes, nem por isso a atuação dessa perspectiva em sala de aula se torna menos necessária. Como já explicitado, neste trabalho o raciocínio ético e moral recebe maior ênfase, por ser, no nosso entendimento, o componente mais urgente e talvez o menos explorado na educação atual.

Neste trabalho, a perspectiva CTSA é empregada como abordagem de ensino, afim de proporcionar a formação Ética ao longo das aulas de Física. Compreendemos que os conteúdos de Física tradicionalmente ensinados contribuem para a formação humana, mas apenas se ancorados na prática social, como defende Carvalho Júnior (2002, p. 63):

Inserido nesse contexto de libertação, o ensino de Física não pode se contentar em simplesmente solicitar ao aluno que memorize equações e as utilize em problemas elaborados fora de qualquer contexto. Deve-se lutar por um ensino de Física que seja pautado por discussões amplas, com um constante diálogo com o mundo, com a sociedade e com os atores do processo educativo.

4 Sequências Didáticas (SD)

4.1 Conceitualização de uma Sequência Didática

Um curso ou disciplina é determinado a partir de sua ementa e detalhado no plano do curso. Dentro desse plano, estão unidades temáticas distintas e, por fim, planos de aulas. Uma sequência didática ou unidade didática pode ser entendida como um conjunto de aulas planejadas em torno de um único objetivo pedagógico, conhecido pelos professores e pelos alunos (ZABALLA, 1998).

Essa área da pesquisa em educação já está consolidada há tempos, apesar da nomenclatura permanecer sem padronização. Alguns termos utilizados para a SD são: unidade didática, unidade de programação, unidade de intervenção pedagógica, minicurso, “*Teaching-Learning-Sequences*” (TLS), situações didáticas, sequências de ensino, e outros mais.

As SD aparecem sob duas perspectivas principais, como apontado por Giordan et al. (2011): como instrumento de planejamento de ensino em cursos de formação de professores e também como objeto de pesquisa da prática docente. Esta última corresponde a utilização da SD neste trabalho, uma vez que pretendemos utilizá-la como ferramenta para melhoria da prática docente.

A maneira como a SD é organizada e separada em etapas varia tanto quanto o número de SD produzidas. Na perspectiva CTSA, algumas abordagens são comuns como debates sobre temas controversos e desafios/problemas para os alunos resolverem. O que é necessário é que esta tenha um princípio contextualizador para o tema, uma metodologia de aplicação e uma avaliação do processo de ensino-aprendizagem.

Nota-se que as etapas da didática proposta para a PHC coincidem com a concepção de SD, muito utilizada pelo movimento CTSA, essa coincidência expressa uma dificuldade da pesquisa em educação, por muitas vezes métodos parecidos são tidos como concorrentes ou excludentes quando, na verdade, objetivam o mesmo fim. Neste trabalho, reunimos nomenclaturas de áreas relativamente distantes nas pesquisas educacionais, mas que se sobrepõe facilmente na prática docente.

4.2 Organização curricular

Os cadernos do programa “São Paulo Faz Escola” são organizados a partir do currículo oficial (SÃO PAULO, 2012), esse é dividido em seis grandes temas estruturadores

espalhados ao longo de todo Ensino Médio, como mostra o quadro:

Quadro 2: Organização dos conteúdos de Física no currículo de São Paulo

Tema	Período	Área da Física
Movimentos – Grandezas, variações e conservações	1º Sem – 1º E.M.	Mecânica
Universo, Terra e vida	2º Sem – 1º E.M.	Astronomia
Calor, ambiente e usos de energia	1º Sem – 2º E.M.	Termodinâmica
Som, imagem e comunicação	2º Sem – 2º E.M.	Ondulatória
Equipamentos elétricos	1º Sem – 3º E.M.	Eletromagnetismo
Matéria e radiação	2º Sem – 3º E.M.	Moderna

No currículo ainda é explicitado para cada um destes temas, os conteúdos e habilidades a serem desenvolvidas em cada bimestre. O quadro completo encontra-se disponível no material oficial. A seguir apresentamos um recorte dos componentes envolvidos nas SD deste trabalho e as situações de aprendizagem (S.A.) em que estes conteúdos são trabalhados.

Quadro 3: Conteúdos e habilidades em Física ligados a Origem do Universo

1ª série do Ensino Médio – Universo, Terra e vida			
Bim.	S. A.	Conteúdo	Habilidade
3º	7	Comparação de modelos explicativos da origem e da constituição do Universo em diferentes culturas	Reconhecer e comparar modelos explicativos sobre a origem e a constituição do Universo segundo diferentes culturas ou em diferentes épocas
4º	10	Teorias e hipóteses históricas e atuais sobre a origem, constituição e evolução do Universo	Reconhecer os modelos atuais propostos para a origem, evolução e constituição do Universo, os debates entre eles e os limites apresentados
4º	10	Evolução dos modelos de Universo – matéria radiações e interações fundamentais	Identificar as diferentes formas pelas quais os modelos explicativos do Universo se relacionam com a cultura ao longo da história da humanidade
4º	10	O modelo cosmológico atual – espaço curvo, inflação e Big Bang	Identificar as principais características do modelo cosmológico atual

Quadro 4: Conteúdos e habilidades em física ligados a produção e consumo elétricos

3ª série do Ensino Médio – Equipamentos elétricos			
Bim.	S. A.	Conteúdo	Habilidade
2º	14	Produção de energia elétrica em grande escala em usinas hidrelétricas, termelétricas e eólicas; estimativa de seu balanço custo-benefício e de seus impactos ambientais	Identificar fases e/ou características da transformação de energia em usinas geradoras de eletricidade. Identificar e caracterizar os diversos processos de produção de energia elétrica
2º	15	Transmissão de eletricidade em grandes distâncias	Representar por meio de esquemas a transmissão de eletricidade das usinas até os pontos de consumo Estimar perdas de energia ao longo do sistema de transmissão de energia elétrica, reconhecendo a necessidade de transmissão em alta-tensão
2º	16	Evolução da produção e do uso da energia elétrica e sua relação com o desenvolvimento econômico e social	Relacionar a produção de energia com os impactos ambientais e sociais desses processos. Identificar quantitativamente as diferentes fontes de energia elétrica no Brasil. Relacionar a evolução da produção de energia com o desenvolvimento econômico e a qualidade de vida.

Nota-se que os conteúdos e habilidades expressos no currículo já envolvem a dimensão social, demonstrando que nossa iniciativa não é a de confrontar ou subverter a legislação vigente, mas sim, efetivá-la. Para isso, devemos dar a dimensão apropriada para as questões éticas, transversais a todo o currículo, colocando-as no mesmo patamar das questões tradicionais.

4.3 Situações de aprendizagem

O Programa “São Paulo Faz Escola” é constituído pelo Caderno do Professor e Caderno do Aluno. No primeiro estão as diretrizes e sugestões para a condução das situações de aprendizagem, no segundo as atividades a serem executadas pelos alunos.

4.3.1 Universo, Terra e vida

Na S.A. 7 encontramos a proposição de uma pesquisa com a apresentação do resultado na forma de pôster. A ênfase da situação é histórica, pois solicita que os alunos busquem as

teorias que explicam o funcionamento do Universo desde a antiguidade até a cosmologia moderna. A execução é dividida em etapas em que os alunos trazem material para ser avaliado pelo professor, depois projetam o pôster e, por fim, o confeccionam.

Acreditamos que essa situação tenha uma contribuição significativa para a alfabetização científica. Nesse sentido, nossa proposta seria apenas a modificação de alguns detalhes: ao invés de pôsteres, os alunos apresentariam seminários com *slides*, algo que é muito exigido nos cursos de nível superior e que possibilita maior criatividade, dada a possibilidade de utilização de vídeos e animações.

Também substituímos o tema principal, ao invés de apresentar as teorias de maneira linear, o que acaba contribuindo para a visão positivista da ciência como “sequência natural de descobertas”, situamos a pesquisa em torno das diferentes concepções que ainda permanecem, sendo propagadas pelas religiões e grupos culturais, o que nos permite a análise crítica da sociedade, colocando a questão da “visão de mundo” como parte fundamental da cultura humana.

A S.A. 10 poderia ser enxugada e utilizada como sequência, mostrando a versão mais atual do ponto de vista científico. Dessa forma, as situações 8 e 9 seriam vistas com a noção de espaço e tempo atual, evitando que os conflitos cognitivos que costumam aparecer quando são apresentadas “verdades” que parecem entrar em conflito, como a mecânica e a relatividade.

4.3.2 Produção e consumo de energia elétrica

A situação 14 solicita aos alunos que pesquisem o funcionamento de uma usina geradora de energia. Na 15, eles devem explicar o funcionamento da rede de transmissão de alta-tensão e, na 16, que comparem o IDH de certas regiões com o consumo de energia elétrica, chegando a conclusão de que ela contribui para o desenvolvimento social.

Na situação 14 encontramos a sugestão da realização de um debate acerca das vantagens e desvantagens de cada usina geradora: “*Se puder, aborde esse assunto na forma de pesquisas acompanhadas de seminários ou como um projeto interdisciplinar.*” (SÃO PAULO, 2014, p. 90). Foi a essa sugestão que acatamos, mas notamos que esse debate poderia substituir as três situações. A primeira etapa da SD proposta pede que os alunos pesquisem o funcionamento das usinas e a maneira como é feita a transmissão dessa energia. A situação 16 chega a uma constatação que nos parece óbvia, por isso acreditamos que pode ser substituída sem grandes prejuízos.

5 Produção e consumo de energia elétrica

Os cadernos dos alunos do Programa “São Paulo Faz Escola” são divididos em dois volumes semestrais com os conteúdos separados por temas que compreendem algumas situações de aprendizagem, com duração de uma ou mais aulas. No ensino de Física a divisão dos conteúdos segue a ordem dos livros didáticos, Mecânica no primeiro ano do Ensino Médio, Termodinâmica e Ótica no segundo e Eletromagnetismo e Física Moderna no terceiro.

Encontramos no Volume 1 da 3ª série, o tema 4 – Produção e consumo de energia elétrica. Este tema está dividido em três situações de aprendizagem que englobam a produção da energia em usinas elétricas, a compreensão das redes de transmissão e, por fim, o impacto social da produção de energia para a qualidade de vida do ser humano. Apesar de tangenciar as questões sociais envolvidas na produção energética, notamos que as perguntas contidas na grade de avaliação se resumem a pedir ao aluno que descreva as vantagens e desvantagens de uma usina hidrelétrica e descreva a relação entre o consumo de energia e a qualidade de vida.

Escolhemos como tema para a SD a produção e consumo de energia elétrica no país, por ser um tópico constante na grande mídia e causar grandes debates entre setores diferentes da sociedade, ainda assim é comum encontrar opiniões sem fundamento científico sendo defendidas como verdades. Esse tema se encaixa no uso de questões sociocientíficas, comum na abordagem CTSA (LOPES, 2010), possibilitando o debate sobre a ética envolvida nas tomadas de decisão na sociedade atual.

5.1 Metodologia

O método utilizado para a montagem desta SD foi baseado no trabalho de Bernardo (2012), que propôs uma SD com o tema “Produção de energia elétrica em usinas hidrelétricas”. Como última etapa é proposta a realização de um “debate técnico”, que é costumeiramente chamado de júri popular ou júri simulado (SILVA, 2009), acreditamos que esse momento é o mais fértil para o debate ético e por isso deve ser explorado como foco central da SD.

Etapa 1: apresentação do problema a ser solucionado, ou prática social inicial: A matriz energética brasileira: considerando o aumento contínuo no consumo de energia elétrica, em qual forma de produção de energia o governo deve investir?

Essa etapa se constitui em uma aula expositiva sobre as transformações de outras formas de energia em energia elétrica, incluindo a questão social do aumento constante da

demanda por mais energia. Dessa forma, os alunos compreenderam que outras formas de energia precisariam ser convertidas, mas que existem diversas opções com características e custos diferentes.

Etapa 2: os alunos foram divididos em 6 grupos, cada um representando um setor da sociedade com características e objetivos específicos:

- Governo – Tem o papel de tomar a decisão final buscando o bem-estar da maioria sem prejudicar a economia.
- Hidrelétricas – Devem defender a criação de suas usinas e explicar o funcionamento destas.
- Termoeletricas – Devem defender a criação de suas usinas e explicar o funcionamento destas.
- Nucleares – Devem defender a criação de suas usinas e explicar o funcionamento destas.
- Solar e Eólicas – Devem defender a utilização conjunta destas duas formas de energia.
- Povo – Este grupo foi fragmentado em setores da sociedade diferentes como – Bancos, Empresas de Transmissão, Consumidores domésticos, Ambientalistas e Comerciantes. Cada elemento deverá escolher um tipo de usina para apoiar, de acordo com os interesses do seu personagem.

Foi entregue aos alunos uma folha com algumas questões:

1) Escreva um comentário sobre cada aspecto, salientando a relevância deste para seu grupo e escolhendo o mais importante.

a) Lucro

d) Custo

b) Bem-Estar Social

e) Impacto Ambiental

c) Economia (empregos, impostos, etc.)

f) Outro que julgarem importante

2) Explique o processo físico de transformação de energia que ocorre em sua usina.

3) Qual é o custo médio para a instalação de uma de suas usinas?

4) Qual é o impacto ambiental causado pela sua usina? É possível minimizar isto?

5) *Qual é o custo médio do kWh (ou tep)?*

6) *Qual é o maior benefício de sua usina? E a pior desvantagem?*

7) *Qual aspecto da sua usina vocês não gostariam de mostrar para o Povo? E para o Governo?*

Etapa 3: Os quatro grupos Usinas apresentaram seus argumentos durante dez minutos, com o objetivo de convencer o Governo a investir em seu modelo de usina.

Etapa 4: Cada um dos membros do grupo Povo apresentou a usina escolhida para apoiar e os motivos que o levaram à decisão.

Etapa 5: O Governo apresentou os critérios utilizados na decisão e qual foi a usina escolhida para investir.

Etapa 6: Finalizado o debate, buscamos a síntese de todos os conceitos e aspectos trabalhados nesta SD, momento fundamental para o debate ético, em que os alunos podem expressar suas considerações a respeito da proposta e tomar consciência dos processos envolvidos nas tomadas de decisão, tanto do ponto de vista social, que precisa conciliar interesse diversos, quanto individual, que precisa fundamentar sua escolha em critérios lógicos e que não prejudiquem o coletivo.

A avaliação se deu pelas respostas entregues pelos alunos e pela participação no debate.

5.2 Resultados

O objetivo primeiro da SD era fazer com que os alunos entendessem a transformação de qualquer tipo de energia em energia elétrica, e esse foi facilmente alcançado. O segundo era demonstrar como questões de grande porte envolvem diversos interesses diferentes da sociedade e as decisões tomadas raramente seguem apenas o critério científico. Sobre esse objetivo, é necessário fazer alguns comentários:

A SD foi realizada em duas salas diferentes de uma mesma escola, na primeira, os alunos se envolveram pouco no debate, apenas apresentando as características das usinas. O grupo correspondente ao Povo teve várias faltas no dia do debate, mesmo assim os membros presentes se esforçaram para mostrar que cada um utilizava um critério diferente para

determinar qual usina apoiar. Por fim, o grupo Governo escolheu a usina nuclear por entender que era constante e poderia incentivar o desenvolvimento científico do país, mesmo sendo contrária a perspectiva ambientalista.

Na segunda sala, o envolvimento dos alunos com o tema foi bem maior. As questões respondidas apresentavam uma pesquisa bem feita e o debate ético foi proveitoso. Antes de começar a apresentação das Usinas, o Governo deu a entender que já tinha uma preferência, o que levou à primeira intervenção: comentamos com os alunos sobre as concepções e preferências prévias quando algum grupo tem de tomar uma decisão, e como isso influencia o debate.

Durante a apresentação das Usinas, tivemos outra oportunidade para o debate ético que não estava prevista nos objetivos, uma aluna do grupo das Termoelétricas começou a enfatizar os aspectos negativos. Quando perguntada sobre o motivo disso, respondeu: “*Não concordo com o uso dessa usina, ela não pode ser a melhor para o país, me recuso a defender ela*” (sic). O debate foi brevemente interrompido para perguntarmos aos outros alunos como eles se comportariam se fossem obrigados a defender causas com as quais não concordassem para manter seus empregos. A maioria ficou na dúvida sobre qual decisão tomariam, mas a reflexão sobre essa possibilidade já foi suficiente para aproximar o debate de sua realidade, além de apresentar uma questão ética importantíssima em uma sociedade de exploração.

O Povo, nessa sala, seguiu os estereótipos comuns, mas com a preocupação ambiental muito mais aparente, sendo a energia Solar/Eólica escolhida pela maioria. No entanto, a *Nuclear* ainda foi a escolhida pelos que representavam o Banco e as empresas de Transmissão, sob o argumento de que o lucro seria garantido nesse caso.

Quando o Governo foi apresentar sua escolha, notamos um aspecto a ser melhorado nas próximas aplicações: a decisão já havia sido tomada antes do debate, o grupo teve medo de tomar uma decisão impensada e adiantou suas pesquisas, o que prejudicou um pouco o momento final, pois deixou nos outros grupos a sensação de que haviam argumentado desnecessariamente. Ainda assim, isso possibilitou uma nova ligação com a realidade das tomadas de decisão, servindo como exemplo da política brasileira, em que uma decisão costuma ser tomada antes que as deliberações comecem.

No último momento, questionamos os alunos sobre a realidade daquelas situações. Vários disseram que ficaram surpresos ao pesquisar sobre outras formas de energia além da hidrelétrica que aparece com frequência no noticiário. Também comentaram sobre a dificuldade de colocar em evidência apenas os aspectos positivos, pois se sentiam na

obrigação de informar sobre os aspectos negativos de suas usinas, mas acreditavam que em uma situação real conseguiriam frear esse sentimento. Por último perguntamos quais deveriam ser os critérios utilizados para tomar decisões em nossas relações com a sociedade, a maioria disse nunca ter pensado seriamente sobre isso, outros apenas se calaram, mas disseram que agora entendiam porque as coisas caminham tão vagarosamente nas esferas governamentais, pois as decisões pareciam nunca serem boas para todos.

Encerramos o debate comentando que todas as nossas decisões deveriam ser baseadas em critérios bem estabelecidos e raciocinados por nós mesmos, e não tomadas pela emoção ou por autoridade de outras pessoas, apenas a reflexão sistemática poderia levá-los a um estado de liberdade de pensamento real, contribuindo assim para uma sociedade mais consciente e atuante.

5.2.1 Avaliação

Para determinar se os alunos compreenderam os processos envolvidos, tanto do ponto de vista físico quanto social, analisamos os relatórios apresentados pelos grupos e sua apresentação durante o debate.

Notamos que o conteúdo típico de uma aula expositiva foi facilmente encontrado com uma pequena busca na internet, o que nos leva a reflexão sobre a prática docente atual. Por vezes passamos várias aulas apenas tentando informar os alunos a respeito de “técnicas” e deixamos pouco espaço para a reflexão. No entanto, quando damos mais liberdade para que os alunos sejam ativos, estes já não sabem aproveitá-la para o aprendizado, pois no foram educados para tomar a iniciativa em sua educação.

Um dos objetivos deste debate foi desenvolver a noção de múltiplas perspectivas a respeito de uma questão. Isso ficou evidente quando o grupo Povo levou em conta as profissões para tomada de decisão:

“Solar/Eólica:

Ambientalista: esta, visou o Impacto Ambiental...

Usuário Doméstico: est,e teve com maior ponto de decisão o Bem-Estar Social...

Hidrelétrica: este tipo de energia foi escolhido por Comerciantes, onde por insegurança dos custos de outras serem maiores, preferem deixar como está, pelo fato de já existirem muitas usinas no país.

Nuclear: ...visando somente o maior lucro que podem conseguir com a instalação ... são eles Bancos e Empresas de Distribuição de Energia. (sic)”

No relatório do Governo encontramos uma visão global das preocupações que surgem em grandes decisões, mostrando que é possível encontrar uma solução desde que os critérios sejam honestos.

“Escolha da fonte energética: Hidrelétrica.

** Lucro/Custo: O governo visa à melhor solução com o menor custo, explorando recursos nacionais, tendo em vista a situação econômica brasileira.*

** Bem-Estar social: Haveria uma maior demanda d'água já que seria reutilizada, assim diminuindo a preocupação da população que sofre com a escassez nos períodos de secas. (...)”*

Uma característica interessante nesse caso foi a proposição de uma solução que não estava prevista no roteiro, o grupo sugeriu que fossem construídas usinas hidrelétricas que aproveitassem a água de esgoto tratado²¹. Assim minimizariam o impacto ambiental atual da sociedade ao mesmo tempo em que solucionam o problema energético.

Por último, constatamos que em situações de igualdade de oportunidades, os jovens também se mostram honestos. Quando perguntados quais aspectos não gostariam de mostrar para o povo e para o governo, responderam que todos os aspectos deveriam ser expostos e analisados para a criação de soluções. Isso evidencia um ideal de justiça e um otimismo que é esquecido em nossa sociedade, mas que pode ser trabalhado para que as futuras gerações mantenham.

Os pontos que valem a pena serem melhorados na próxima aplicação desta SD são: o acréscimo de uma questão a respeito da transmissão da energia, ponto que ficou superficial nos relatórios apresentados. A reformulação da questão geral dos aspectos, pois dois grupos não compreenderam o enunciado desta; e a utilização de questões objetivas no momento da catarse/feedback, para garantir a sistematização dos conceitos.

²¹ Ver “<http://www.veoliawater2energy.com/en/references/micro-hydro-power-plants> (Acesso em 17/09/15)”

6 Origem do Universo

No caderno 2 da 1ª Série do Ensino Médio o objetivo é que o aluno desenvolva noções básicas acerca do Universo. O volume está dividido em quatro temas, o tema 4 é Universo, Terra e vida: origem do Universo e compreensão humana. Este tema é composto pelas situações de aprendizagem 10 e 11. Na primeira, *Dimensões do espaço e do tempo*, o objetivo é trazer o aluno para discussões em torno da relatividade de Einstein e as noções de espaço e tempo como dimensões. Na segunda, *A enciclopédia galáctica*, o objetivo é tratar da questão: Existe vida fora da Terra?

Nota-se que apesar do nome sugerir uma discussão sobre a origem do Universo, essa questão é marginalizada, aparecendo de forma paralela também na situação 7 do tema 3, acreditamos que isso tenha sido para evitar conflitos com crenças religiosas que também teorizam a respeito dessa questão. Mas consideramos essa discussão muito pertinente para a formação das futuras gerações, pois em pleno século XXI é possível encontrar discursos correspondentes ao século XII sendo propagados sem oposições em diversos setores da sociedade. Por isso, é fundamental que se desenvolva uma cultura científica nos alunos, a fim de esclarecer quais são os limites da ciência e demonstrar como as diferentes concepções de Universo vão se modificando na ciência.

6.1 Metodologia

O público-alvo desta SD não tem uma noção clara da natureza da ciência e menos ainda da dificuldade em relacionar diferentes concepções de Universo com a dinâmica social conflituosa que vivenciam. Nesse sentido, as etapas foram organizadas de modo a fornecer uma introdução teórica primeiro, para então, problematizar o debate.

Etapa 1: Conceitualização de vários vocábulos relativos à astronomia, anotamos todos os termos que os remetiam ao tema espaço e explicamos a definição de cada um deles.

Etapa 2: Colocação da questão a ser respondida: Como se deu a origem de tudo que conhecemos?

Etapa 3: Exibição do documentário *O Universo: além do Big Bang*, uma série produzida para o canal The History Channel e disponível no Youtube em <https://www.youtube.com/watch?v=-4gin20OcVg> (acesso em 17/09/15).

Etapa 4: Divisão dos grupos e determinação das culturas a serem pesquisadas. A instrução foi de buscar por grupos religiosos ou culturais que houvessem explicado a origem

do Universo antes da ciência.

Etapa 5: Apresentação dos resultados das pesquisas: os alunos deveriam explicar como cada cultura descrevia a origem do Universo.

Etapa 6: Debate sobre as diferentes concepções: solicitamos aos alunos que comparassem as diferentes versões, em que nomes diferentes representavam os mesmos fenômenos naturais, e confrontassem com a versão apresentada pela ciência.

A avaliação foi dividida entre a apresentação dos alunos da etapa quatro e questões na avaliação bimestral.

6.2 Resultados

A primeira etapa da SD foi riquíssima, a participação dos alunos foi intensa, todos queriam tirar dúvidas e contribuir com palavras que fossem ser estudadas. Esse foi um ponto positivo na abordagem que os cadernos oficiais trazem, já que eles começam todos os novos temas com uma aula desse tipo.

A segunda etapa teve uma participação menos intensa, por se tratar de um documentário, vários alunos sentiram sono no decorrer da exibição, mas como as aulas nessa sala são separadas pelo intervalo, puderam recuperar a atenção. Mesmo assim, em aplicações futuras desta SD seria interessante buscar documentários mais animados, isto é, que mantenham o aluno interessado, sem precisar de interrupções.

A divisão dos grupos, mesmo que não apareça como conteúdo a ser ensinado, mostrou aspectos interessantes da vivência em grupo dos alunos, pois como havia um número limitado de membros em cada grupo, alguns grupos tiveram que negociar as quantidades para dividir as pessoas com mais intimidade em grupos possíveis. Isso demonstra que 40 alunos em convívio permanente criam separações por convívio que reproduzem as tribos sociais muito bem e não deve ser um fator ignorado no processo de ensino-aprendizagem.

As apresentações dos resultados da pesquisa exercitaram a oralidade dos alunos, fator muitas vezes negligenciado nas ciências exatas, além de permitir que os alunos expressassem capacidade de organização e apresentação de ideias. Foi possível notar que alguns alunos com notas baixas em Física se expressavam oralmente e conseguiam organizar ideias muito bem, o que ressalta a pouca capacidade avaliativa de “provões” como são atualmente os vestibulares e concursos.

Com relação ao debate sobre as diferentes concepções de universo, evitamos propositalmente que a discussão fosse levada para o dualismo “Criacionismo x Big Bang”,

discussão que não deve ocorrer, já que as versões mitológicas propostas nas explicações “Criacionistas” não devem ser tratadas como teorias científicas. Solicitamos que os alunos comparassem as diferentes concepções e tentassem encontrar critérios para determinar quais poderiam ser corretas. Evidenciamos que existem vários livros “sagrados” em diferentes culturas, e que nenhum deles poderia ser deslegitimado apenas por uma crença diferente.

O ponto ao qual queríamos levar os alunos foi atingido quando perguntamos o que separava a teoria do Big Bang de todas as outras visões estudadas, mesmo sem entender exatamente como, os alunos compreenderam a necessidade de evidências experimentais para comprovação de uma teoria científica, algo que as outras concepções não poderiam oferecer.

6.2.1 Avaliação

Além de avaliarmos a oralidade e expressão dos alunos durante a apresentação das teorias religiosas, utilizamos três questões relativas ao tema em sua avaliação bimestral:

- 1) *Escreva como a ciência explica a origem do Universo.*
- 2) *Explique como podemos determinar se uma teoria é válida.*
- 3) *Podemos dizer que uma visão religiosa sobre a origem do Universo é a única correta? Por quê?*

Compreendemos que questões abertas podem gerar ambiguidade na correção, sendo evitadas por professores das áreas exatas, no entanto, utilizamos palavras-chave para a atribuição de nota, a fim de manter as exigências da avaliação tradicional. Notamos que isso contribuiu para a participação dos alunos nas atividades, pois quebra o mito de que a prova de Física é “só conta”.

Para ser considerada correta, a primeira questão deveria fazer referência a um ponto (átomo) inicial, uma explosão, chamada de Big Bang e a formação das estrelas e planetas. A correção está sumarizada na tabela abaixo.

Tabela 1: correção da questão 1

Total de avaliações	38	100%
Correta	28	74%
Parcialmente correta	05	13%
Sem relação com a pergunta	03	08%
Sem resposta	02	05%

O objetivo desta questão era garantir que o conteúdo curricular não havia se perdido na SD, apesar de estudarem diversas visões de mundo, os alunos compreenderam que a ciência utiliza a experimentação como juíza das hipóteses, assim uma teoria só surge quando existem evidências impessoais.

Em suas respostas, alguns utilizaram o verbo “acreditar” para expressar o conhecimento científico, ou responderam que ainda não se tinha certeza de uma resposta final. Essas visões parcialmente corretas mostram a possibilidade de confusão de ideias, em salas tão numerosas que algumas dúvidas não conseguem ser sanadas.

As respostas em branco, ou sem relação com a pergunta foram dadas por alunos que apresentam quadro de desinteresse crônico, com problemas no rendimento em todas as disciplinas, mais uma vez, notamos que uma sala numerosa impede que esses alunos, que necessitam de mais atenção e tempo, sejam atingidos.

A segunda resposta deveria conter o termo experiência, ou algo que o valha. O que queríamos analisar era o critério utilizado pelos alunos para a determinação da “Verdade”.

Tabela 2: correção da questão 2

Total de avaliações	38	100%
Correta	22	58%
Parcialmente correta	04	10%
Sem relação com a pergunta	03	08%
Sem resposta	05	13%

Essa questão exigia um nível de abstração maior dos alunos, no entanto, a resposta era simples. Das quatro questões parcialmente corretas, duas apresentavam a noção de pesquisa ou estudo, porém sem clareza a respeito dos mecanismos destas.

Um dos problemas da avaliação escrita é que o aluno tem a possibilidade de deixar em branco a questão, isso limita a capacidade de diagnosticar as dificuldades. Notamos que a quantidade de avaliações sem resposta aumentou nessa questão, acreditamos que isso se deva a dificuldade dos alunos em lidar com uma questão aberta, sem que a resposta seja direcionada na própria pergunta, como é comum no ambiente escolar.

A terceira questão exigia que eles aplicassem a resposta anterior ao conhecimento religioso, portanto, deveriam responder que faltam evidências experimentais às teorias religiosas.

Tabela 3: correção da questão 3

Total de avaliações	38	100%
Correta	19	50%
Parcialmente correta	15	40%
Sem relação com a pergunta	02	05%
Sem resposta	02	05%

Esta questão era a mais polêmica, esperávamos que os alunos explicassem a diferença entre uma teoria científica e qualquer outra teoria. Todos responderam NÃO à primeira parte, o que nos leva a pensar que contribuímos para diminuição da intolerância religiosa, mesmo que pontualmente.

As questões parcialmente corretas foram as que apresentaram múltiplas visões, mas colocaram a ciência entre as outras teorias, caindo em um relativismo absoluto, como neste exemplo: “*Não, pois cada um tem sua forma de pensar e de provar. Cada um tem sua forma de visão.*” Em uma aula posterior a avaliação, durante sua correção, esclarecemos sobre esse ponto, retomando as questões anteriores e explicando a diferença entre a teoria científica e as demais.

Como possibilidade para a próxima aplicação desta SD, temos a utilização de outros documentários, que também citem a mudança do modelo geocêntrico para o heliocêntrico. Para incluir nas pesquisas sobre a origem do Universo, a visão dos primeiros astrônomos, tentando confrontá-las com a religião de sua época. Além disso, buscar fontes do mundo árabe, pois sabemos que grandes descobertas e concepções tiveram origem nessa região, mas os livros de história eurocêntricos não costumam trazê-las. Além da inclusão de uma discussão a respeito das teorias científicas que divergem do Big Bang.

7 Considerações Finais

As inquietações que levaram a este trabalho partiram do choque com a realidade da docência na rede pública. As limitações são muitas, a carência de infraestrutura é imobilizante, e o tempo da “máquina” ignora o tempo do indivíduo. Essa realidade não mudou, e não notamos sinais de mudanças significativas no futuro próximo. No entanto, o curto período em que podemos exercer a liberdade de cátedra e tentar ensinar aos adolescentes que existem outras maneiras de pensar a vida e enxergar o mundo, mudou significativamente, ganhando embasamento teórico para organizar e sistematizar formas de atacar a lógica individualista do sistema do capital.

Ao iniciarmos o mestrado profissionalizante, tínhamos apenas a intenção de tornar as aulas de Física menos “exatas” (positivista) e mais “humanas” (humanista), mas sem saber como fazer isso, buscamos a literatura científica para desenvolver este projeto. Entendemos que o foco deste programa de pós-graduação é melhorar a formação docente, e nesse sentido, acreditamos que o MNPEF tenha obtido sucesso, mesmo que o produto educacional entregue não seja algo revolucionário do ponto de vista de avaliações educacionais, todas as aulas ministradas, não apenas as apresentadas neste trabalho, tiveram sua prática alterada.

Durante a pesquisa encontramos o termo *Ética* como resposta à questão que buscávamos, o que estávamos objetivando é que os alunos tivessem uma formação ética adequada, que esta não fosse “letra morta” na legislação vigente, como são vários direitos para a população economicamente carente. Seguimos assim para a pesquisa acerca das questões éticas: como defini-las e ensiná-las. A primeira parte foi plenamente atingida, distinguir uma questão ética de um problema moral ou qualquer outro aspecto da conduta humana, mas encontrar um método efetivo para garantir que a formação ética dos alunos seja plena, talvez só seja possível com uma revolução em toda sociedade.

Mesmo sabendo determinar o campo de atuação da ética, foi necessário encontrar a melhor forma de aproximar a ética da educação, para isso precisamos identificar o sentido de ética que queríamos, o que culminou em Kant com sua busca por um estado melhor das coisas e o esclarecimento como ideal da educação. Nesta questão, esbarramos com a pluralidade das concepções e dos objetivos da educação, sendo necessário, portanto, esclarecer e conceitualizar qual era a educação almejada. Encontramos nos textos de Mészáros a visão de sociedade que buscamos e a forma de atingi-la, qual seja a quebra da lógica do capital.

De volta para a sala de aula, a preocupação com o currículo de Física a ser transmitido nos levou a questão da abordagem, era necessário conciliar todo o projeto de educação

modificado com a realidade escolar vigente, desta vez, nos amparamos no movimento CTSA para a abordagem a ser utilizada. Com essa proposta mantivemos o conteúdo no foco, mas incluímos as questões éticas como elementos significantes, garantindo uma aprendizagem de física realmente contextualizada, e não apenas cotidianizada como em diversos materiais (WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013).

O material oficial do Estado traz diversas situações de aprendizagem que envolvem algum tema da sociedade, o que nos incomoda é que a forma como os assuntos são abordados não rompe com os métodos tradicionais, deixando de lado o debate das questões sócio-científicas. Passamos então a procurar quais situações poderiam estimular os alunos a se engajarem em um debate ético.

A questão da energia é tema recorrente em todas as esferas, inclusive nas educacionais, decidimos aproveitar o tema para aprofundar os conhecimentos em Física que fundamentam a discussão, além disso pudemos debater quais aspectos sociais e políticos influenciam nas decisões. Outra questão famosa é a da origem do universo, um debate que frequentemente acontece sem fundamentação científica nenhuma, acreditamos ser responsabilidade da educação não se eximir do enfrentamento com as opiniões religiosas, já que a sociedade não tem fronteiras para os diferentes conhecimentos.

Uma primeira crítica às sequências deste trabalho pode ser a de não trazer propostas inovadoras. Concordamos que os temas são recorrentes, juntamente por isso foram escolhidos. Gostaríamos de modificar o olhar sobre essas questões, acreditamos que o problema a ser enfrentado não é a ausência de conteúdo ou ferramentas, mas a perspectiva a partir da qual a educação se dá.

O objetivo maior deste trabalho é o *Repensar*, ou seja, modificar o paradigma empregado na visão de mundo e de educação, buscando quebrar a lógica do capital que permeia todos os discursos menos atentos. Acreditamos que esse objetivo foi atingido. Apesar de poucas situações estruturadas, o caminho já está pronto, as perspectivas futuras são otimistas, basta aplicar o método a todas as situações, este será o próximo passo em nossa formação docente.

Referências:

ADORNO, T. W., Educação após Auschwitz, **In: Educação e Emancipação**, 3ª Ed. São Paulo, Paz e Terra, 2003.

BERNARDO, J. R. R., Produção de energia elétrica em usinas hidrelétricas. In: VIANNA, D. M. Et al. **Temas para o ensino de física com abordagem CTS (ciência, tecnologia e sociedade)** / Deise Miranda Vianna... [et. al.], 1. ed., Rio de Janeiro, Bookmakers, 2012.

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental, **Parâmetros Curriculares Nacionais: apresentação dos temas transversais, ética**, 146 p., (Parâmetros Curriculares Nacionais – 1ª a 4ª série – v. 8), Brasília, 1997.

BRASIL, Lei nº 9394 de 20 de dezembro de 1996. **Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, nº 2048, p. 27833-27841, 23 de dezembro de 1996.

CENSI, A. V.; DALBOSCO, C. A., Ética e educação, **In: Manual de Ética: questões de ética teórica e aplicada**, Petrópolis, Caxias do Sul, Ed. Vozes, 2014.

CARVALHO JÚNIOR, G. D. As concepções de ensino de física e a construção da cidadania, **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Santa Catarina, v. 19, n.1, p. 53-66, 2002.

GADOTTI, M., Saber aprender: Um olhar sobre Paulo Freire e as perspectivas atuais da educação, **In: UM OLHAR SOBRE PAULO FREIRE - CONGRESSO INTERNACIONAL**, Évora, 2000.

GASPARIN, J. L., **Uma Didática para a Pedagogia Histórico-Crítica**, 3.ed., Campinas, Autores Associados, 2002.

GIORDAN, M; GUIMARÃES, Y. A. F.; MASSI, L., Uma análise das abordagens investigativas de trabalhos sobre sequências didáticas: tendências no ensino de ciências, **In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Campinas, 2011.

GOERGEN, P., Educação Moral: adestramento ou reflexão comunicativa? **Educação & Sociedade**, ano XXII, nº 76, Out, 2001.

GOERGEN, P., **Ética e educação: o que pode a escola?** In: Ética e Educação: reflexões filosóficas e históricas, Ed. Autores Associados, 2005.

KANT, I., **Immanuel Kant: textos seletos**, 7.ed, Petrópolis, ed. Vozes, 2011.

LA TAILLE, Y.; SOUZA, L. S.; VIZIOLLI, L., Ética e educação: uma revisão da literatura educacional de 1990 a 2003, **Educação e Pesquisa**, v.30, n.1, p. 91-108, São Paulo, 2004.

LASTÓRIA, L. A. C. N., Impasses éticos na educação hoje, **Educação & Sociedade**, vol. 24, n. 83, p. 429-440, ago. 2003.

LEITE, R.C.; FEITOSA, R.A., As contribuições de Paulo Freire para um Ensino de Ciências Dialógico, **In: VIII ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências / I CIEC – Congreso Ibero-americano de investigación en Enseñanza de las Ciencias**, Editora da ABRAPEC, Campinas, UNESP, dez. 2011.

LOMBARDI, J., C., Ética, Educação e os Parâmetros Curriculares Nacionais algumas reflexões histórico-filosóficas, **In: Ética e Educação: reflexões filosóficas e históricas**, Ed. Autores Associados, 2005.

LOPES, N. C., **Aspectos formativos da experiência com questões sociocientíficas no ensino de ciências sob uma perspectiva crítica**, 230 f. Dissertação (Mestrado)–Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, Bauru, 2010.

Lukács, G., **Ontologia do ser social – os princípios ontológicos fundamentais de Marx**, LECH, 1979.

MEC, **Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica**, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica, Brasília, 2008.

MESZÁROS, I., **Educação para além do capital**. Ed. Boitempo Editorial, 2005.

MESZÁROS, I., **O desafio e o fardo do tempo histórico: o socialismo no século XXI**. Ed. Boitempo Editorial, 2007.

NASCIMENTO, A. C. A., Taking the next step with the project RIVED. In: **Proceedings of ED-MEDIA 2004 World Conference on educational multimedia, hypermedi & telecommunications**. Lugano, Switzerland, 2004.

OECD, **Health at a Glance 2013: OECD Indicators**, OECD Publishing. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1787/health_glance-2013-en, Acesso em: 26/02/2015.

RAZERA, J. C. C., NARDI, R., Ética no ensino de ciências: responsabilidades e compromissos com a evolução moral da criança na discussão de assuntos controvertidos, **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 11(1), p. 53-66, 2006.

RICARDO, E. C., Educação CTSA: obstáculos e possibilidades para sua implementação escolar, **Ciência & Ensino**, v. 1, número especial, nov. 2007.

ROEHRIG, S. A. G.; CAMARGO, S., Educação com enfoque CTS em documentos curriculares regionais: o caso das diretrizes curriculares de física do estado do Paraná, **Ciência & Educação**, v. 20, n. 4, p. 871-887, 2014.

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

SÃO PAULO, Secretaria da Educação, **Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas tecnologias**, 1. ed. Atualizada, São Paulo, 2012.

SÃO PAULO, Sec. da Educação, **Material de apoio ao currículo do Estado de São Paulo: caderno do professor, física, ensino médio, 3ª série, vol. 1**, ed. atualizada, São Paulo, 2014.

SAVIANI, D., **Pedagogia Histórico-Crítica: primeiras aproximações**, 7 ed. Campinas, Autores Associados, 2000.

SAVIANI, D., **Escola e Democracia**, Edição Comemorativa, Campinas, Autores Associados, 2008.

SILVA, B. V. C., MARTINS, A. F. P. Júri simulado: um uso da história e filosofia da ciência no ensino de óptica, **Física na Escola**, v. 10, n. 1, 2009.

SILVEIRA, R. J. T., Ética como tema transversal, **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 90, n. 226, p. 695-709, set./dez. 2009.

TRIVIÑOS, A. S., A dialética materialista e a prática social, **Movimento**, v.12, n. 02, p. 121-142, maio/agosto de 2006.

VÁZQUEZ, A. S., **Ética**, Ed. Civilização Brasileira, 1970.

WARTHA, E. J.; SILVA, E. L.; BEJARANO, N. R., Cotidiano e contextualização no ensino de química, **Química Nova na Escola (Impresso)**, v. 35, p. 84-91, 2013.

ZABALA, A., **Prática Educativa: como ensinar**. Porto Alegre: ARTMED, 1998.

Apêndice A - Produção e consumo de energia elétrica

Sequência didática: **Produção e consumo de energia elétrica**

Inserção no currículo oficial de São Paulo: 3º E.M – Vol. 2 – Tema: 4 – Situações: 14, 15 e 16

Quadro de resumo

Etapa 1 – Prática Social Inicial	Aula expositiva sobre as transformações de outras formas de energia em energia elétrica, incluindo a questão social do aumento constante na demanda por mais energia.
Etapa 2 - Problematização	Questão: O Brasil deve investir em qual forma de produção de energia elétrica? Divisão da sala em grupos para o debate.
Etapa 3 - Instrumentalização	Os alunos devem pesquisar e apresentar o funcionamento, custo e impacto de uma usina geradora de energia elétrica.
Etapa 4 - Catarse	O grupo que representa o Povo deve apresentar suas conclusões.
Etapa 5 - Catarse	O grupo que representa o Governo deve apresentar sua decisão, assim como as justificativas.
Etapa 6 – Prática Social Final	Debate entre todos os alunos a respeito das decisões políticas que envolvem conhecimentos técnicos e sobre os critérios utilizados para determinação da melhor opção.

Desenvolvimento:

Etapa 1: Esta etapa constitui-se em uma aula expositiva sobre as transformações de outras formas de energia em energia elétrica, incluindo a questão social do aumento constante na demanda por mais energia. Desta forma os alunos devem compreender que outras formas de energia precisariam ser convertidas, mas que existem diversas opções com características e custos diferentes.

Etapa 2: Os alunos são divididos em 6 grupos, cada um representando um setor da sociedade com características e objetivos específicos:

Governo – Tem o papel de tomar a decisão final buscando o bem-estar da maioria sem prejudicar a economia.

Hidrelétricas – Devem defender a criação de suas usinas e explicar o funcionamento destas.

Termoelétricas – Devem defender a criação de suas usinas e explicar o funcionamento destas.

Nucleares – Devem defender a criação de suas usinas e explicar o funcionamento destas.

Solar e Eólicas – Devem defender a utilização conjunta destas duas formas de energia.

Povo – Este grupo é fragmentado em setores da sociedade diferentes como – Bancos, Empresas de Transmissão, Consumidores domésticos, Ambientalistas e Comerciantes. Cada

elemento deverá escolher um tipo de usina para apoiar, de acordo com os interesses do seu personagem.

Nesta etapa, deve ser entregue aos alunos uma folha com algumas questões:

1) Escreva um comentário sobre cada aspecto, salientando a relevância deste para seu grupo e faça um ranking começando com o critério mais importante.

a) Lucro

d) Custo

b) Bem-Estar Social

e) Impacto Ambiental

c) Economia (empregos, impostos, etc.)

f) Outro que julgarem importante

2) Explique o processo físico de transformação de energia que ocorre em sua usina.

3) Qual é o custo médio para a instalação de uma de suas usinas?

4) Qual é o impacto ambiental causado pela sua usina? É possível minimizar isto?

5) Qual é o custo médio do kWh (ou tep)?

6) Como é feita a transmissão da energia produzida em sua Usina até o usuário?

7) Qual é o maior benefício de sua usina? E a pior desvantagem?

8) Qual aspecto da sua usina vocês não gostariam de mostrar para o Povo? E para o Governo?

Etapa 3: Os quatro grupos Usinas apresentam seus argumentos durante dez minutos, com o objetivo de convencer o Governo a investir em seu modelo de usina.

Etapa 4: Cada um dos membros do grupo Povo apresenta a usina escolhida para apoiar e os motivos que o levaram à decisão.

Etapa 5: O Governo apresenta os critérios utilizados na decisão e qual foi a usina escolhida para investir.

Etapa 6: Finalizado o debate, busca-se a síntese de todos os conceitos e aspectos trabalhados nesta SD, momento fundamental para o debate ético, em que os alunos podem expressar suas considerações a respeito da proposta e tomar consciência dos processos envolvidos nas tomadas de decisão, tanto do ponto de vista social, que precisa conciliar interesse diversos, quanto individual, que precisa fundamentar sua escolha em critérios lógicos e que não prejudiquem o coletivo.

A avaliação pode ser realizada pelas respostas entregues pelos alunos e pela participação no debate.

Apêndice B - Universo, Terra e vida: origem do Universo e compreensão humana

Sequência didática: **Universo, Terra e vida: origem do Universo e compreensão humana**

Inserção no currículo oficial de São Paulo: 1º E.M – Vol. 2 – Tema: 4 – Situações: 10 e 11.

Quadro de resumo

Etapa 1 – Prática Social Inicial	Os alunos citam todas as palavras que ainda não sabem o significado com relação ao espaço e o professor monta um quadro (pode ser um mapa conceitual) com todas as definições.
Etapa 2 - Problematização	Questão: Como o Universo se originou? É fundamental esclarecer que essa questão esteve presente em todas as culturas em toda a história.
Etapa 3 - Instrumentalização	Exibição de um documentário introdutório a respeito da teoria do Big Bang, sugestão: “O Universo: muito além do Big Bang”.
Etapa 4 - Instrumentalização	Os alunos são divididos em grupos para pesquisar as outras explicações dadas ao longo da história por várias culturas e religiões.
Etapa 5 - Catarse	Os grupos apresentam o resultado de suas pesquisas e comparam as teorias pesquisadas com o a do Big Bang.
Etapa 6 – Prática Social Final	O professor promove um debate sobre as diferentes teorias científicas e sobre os critérios para validação da Verdade Científica.

Desenvolvimento:

Etapa 1: Essa SD está prevista para um momento em que os alunos já tiveram aulas de astronomia, mesmo assim vários ainda apresentam conflitos com relação as definições usadas, por isso sugerimos que a sumarização dos conceitos seja realizada. Caso a turma já esteja familiarizada com o vocabulário que será empregado em documentários, esta etapa pode ser suprimida sem prejuízo das outras.

Etapa 2: É comum que os alunos queiram saber sobre naves espaciais e seres extraterrestres por isso é necessário evidenciar quais aspectos serão tratados e qual pergunta deve ser respondida com as aulas, para que os alunos comecem a desenvolver a cultura científica de detectar e responder a um problema de cada vez.

Etapa 3: Vários documentários diferentes abordam a questão da origem do universo, alguns como tema central, outros de forma mais tangencial. O importante é que fique evidente o caráter experimental da teoria, mostrando que a ciência não se sustenta apenas com opiniões e dogmas.

Etapa 4: É importante que as civilizações ou culturas escolhidas tenham uma resposta para questão da origem do universo, pois muitas mitologias se concentram na “criação” do homem. É interessante que um grupo pesquise a versão judaica da criação do mundo, pois tem uma influência muito grande na cultura ocidental e muito alunos desconhecem sua origem.

Etapa 5: A apresentação de seminários desenvolve habilidades que as ciências exatas costumam carecer, como a oralidade e trabalho em grupo.

Etapa 6: Ponto culminante da SD, deve ser o momento para esclarecer a diferença entre todas as mitologias e a ciência, assim como demonstrar que as teorias religiosas, por si só, não devem levar os alunos a suposição de que outras culturas são erradas. Incentivando o relativismo cultural necessário para a tolerância, e o respeito.

A avaliação pode ser feita na apresentação da quarta etapa, assim como com questões dissertativas depois das seis etapas. Como sugestão de questões, deixamos as três seguintes:

- 1) *Escreva como a ciência explica a origem do Universo.*
- 2) *Explique como podemos determinar se uma teoria é válida.*
- 3) *Podemos dizer que uma visão religiosa sobre a origem do Universo é a única correta? Por quê?*

ANEXOS

TEMA 3:

UNIVERSO, TERRA E VIDA: SISTEMA SOLAR

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 7
MATÉRIA, MOVIMENTO E UNIVERSO

PESQUISA EM GRUPO

Neste Caderno, você vai fazer uma pesquisa sobre o tema geral Matéria, movimento e Universo, por meio da investigação a respeito de um cientista ou de um filósofo e de suas principais contribuições. Seu professor vai atribuir um tema específico ao seu grupo. Destaque na tabela a seguir o tema que você vai pesquisar.

Cientista ou filósofo		Tema de pesquisa
1	Aristóteles  © SPL/Latinstock	Os elementos, a teoria do movimento, o céu e a Terra.
2	Leucipo de Mileto	Os átomos, o movimento e a matéria. O vazio.
3	Cláudio Ptolomeu	O sistema geocêntrico.
4	Giordano Bruno  © Bibliothèque Nationale, Paris, France/The Bridgeman Art Library/Keystone	Cosmologia e vida em outros planetas.
5	Nicolau Copérnico	O sistema heliocêntrico.
6	Galileu Galilei	O heliocentrismo, a relatividade e a inércia.
7	Johannes Kepler  © Toni Schneiders/Interfoto/Latinstock	As leis de Kepler e o modelo de Sistema Solar.
8	Christiaan Huygens	As descobertas astronômicas e a teoria ondulatória da luz.
9	Isaac Newton	A gravitação e as leis do movimento. As partículas de luz.
10	Pierre-Simon Laplace	A hipótese nebular da formação do Sistema Solar. O determinismo.

Cientista ou filósofo		Tema de pesquisa
11	Immanuel Kant	A vida em outros planetas. A formação do Sistema Solar.
12	John Dalton <small>© CHEMICAL HERITAGE FOUNDATION/SPL/Latinstock</small> 	A matéria e os átomos.
13	Niels Bohr <small>© Library of Congress/SPL/Latinstock</small> 	O modelo do átomo.
14	Albert Einstein	A Teoria da Relatividade. Equivalência entre matéria e energia.
15	Werner Karl Heisenberg	A mecânica quântica e o princípio da incerteza.
16	Paul Adrien Dirac	A relatividade e a antimatéria.
17	Arthur Stanley Eddington	A fusão nuclear e as estrelas.
18	Edwin Hubble <small>© Emilio Segre Visual Archives/American Institute of Physics/SPL/Latinstock</small> 	A lei de Hubble e a expansão do Universo.
19	George Anthony Gamov	A teoria do <i>Big Bang</i> .
20	Murray Gell-Mann	Os <i>quarks</i> e o modelo-padrão.

Elaborado especialmente para o São Paulo faz escola.

O objetivo é que cada grupo faça um cartaz ou pôster e o apresente aos colegas. O trabalho deve ser realizado em três etapas, distribuídas ao longo do Caderno. As tarefas de cada etapa estão descritas a seguir. Anote nos espaços indicados as datas de entrega das tarefas.

Coletando informações e imagens

Data de entrega: _____

Na data marcada para entrega, você deverá trazer os materiais para a elaboração do trabalho. São dois tipos de material: textos e imagens.

Textos

Depois de pesquisar textos sobre o assunto, é indicado fazer cópias dos materiais encontrados (trechos de livros ou enciclopédias, artigos de revistas, páginas da internet). Não é necessário resumir ou escrever nesta etapa, apenas organizar os materiais em uma pasta para apresentá-los.



Importante!

Anote cuidadosamente a fonte de cada material (nome do livro ou *site*, autor, páginas, ano etc.). Fazer um índice no início da pasta vai ajudá-lo a organizar o material.

Imagens

A ideia é selecionar imagens que possam ser usadas no cartaz para ilustrar as informações que o grupo deseja apresentar. Em um cartaz, as imagens são tão importantes quanto o texto. As figuras e as fotos devem ser grandes e o texto, resumido; portanto, é preciso selecionar imagens de tamanho adequado.

Projetando o pôster

Data de entrega: _____

Na data marcada, o grupo deve trazer para a sala de aula um projeto do pôster e um resumo da apresentação que pretende fazer, além da pasta com a pesquisa dos textos e das figuras. Com um lápis, em uma folha de cartolina, o grupo deve marcar os locais onde vão entrar figuras e textos:

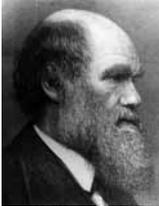
- Indicar os títulos, que devem ser escritos com letra grande.
- Estabelecer o espaço de cada figura com um retângulo e indicar dentro dele qual imagem será inserida. Pode-se colar uma cópia da figura no local com fita adesiva, provisoriamente.
- Elaborar uma legenda para cada figura.
- Apontar os lugares onde devem aparecer os textos informativos em letras menores.
- Indicar os locais onde aparecerão tabelas.
- Indicar os locais para as referências das fontes consultadas.

O professor vai avaliar o projeto do grupo e dar sugestões de melhorias para a apresentação na data marcada. Ele também vai avaliar o resumo da apresentação.

Um exemplo de pôster

A teoria da evolução das espécies

Charles Darwin e a Evolução das espécies



Charles Darwin



Capa do livro *A origem das espécies*, de 1859

Fontes consultadas
<http://darwin-online.org.uk/>
 Darwin, C. *A origem das espécies*. Coleção planeta Darwin. Planeta Vivo, 2009.

Charles Robert Darwin FRS (Shrewsbury, 12 de Fevereiro de 1809 — Downe, Kent, 19 de Abril de 1882) foi um naturalista britânico que ficou famoso por ser o autor da **teoria da evolução das espécies**. Esta teoria mostra como se dá a evolução por meio da seleção natural e sexual das espécies. Sua teoria foi elaborada durante sua expedição a bordo do *Beagle*.

Darwinismo Social

O termo "Darwinismo Social" foi popularizado por historiadores para descrever o pensamento desenvolvido durante os séculos XIX e XX acerca do crescimento das populações e das nações. O Darwinismo social é a tentativa de se aplicar as ideias relacionadas à evolução das espécies, para compreender as sociedades humanas. De acordo com este pensamento pessoas mais inteligentes ou com maior poder aquisitivo poderiam ser compreendidas por sua descendência, como se estas características fossem heranças genéticas. No entanto, várias críticas foram feitas a esta teoria. Ela foi considerada, principalmente no pós-Segunda Guerra Mundial, uma teoria racista.

Darwin e Mendel

As teorias de Darwin e Mendel hoje, de certa forma, são complementares, no entanto, nem sempre foi assim. Ao passo que a teoria de Mendel mostrava que as características passavam de pais para filhos hereditariamente, a teoria da evolução de Darwin mostrava que os seres poderiam evoluir para outros seres.

Apenas no final do século XIX, com a genética bastante fortalecida por dados experimentais, foi possível aliar a teoria Darwiniana à genética e à biologia, criando o **neodarwinismo**.



A expedição de Darwin a bordo do *HMS Beagle*

© Ron Boardman, Life Science Image/Minden Pictures/Latinstock © SPL/Latinstock © Paul D. Stewart/SPL/Latinstock

49

Apresentando o pôster

Data de entrega: _____

No dia da apresentação, o grupo deve levar para a aula seu pôster e o resumo da apresentação. O ideal é mostrar o pôster ao professor uns dias antes, para que ele dê sugestões. Também será necessário treinar a apresentação com os colegas de grupo.



PESQUISA INDIVIDUAL

1ª parte

Observe a tabela a seguir, que lista diversos artefatos usados na exploração espacial.

Foguete espacial	Sonda espacial
Espaçonave	Estação espacial
Ônibus espacial	Telescópio em órbita
Satélite artificial	Jipe lunar

Escolha um deles e procure as seguintes informações a seu respeito:

1. O que é esse veículo ou equipamento?
2. Para que ele serve?
3. Tente encontrar uma imagem dele.

2ª parte

Faça uma pesquisa sobre o famoso escritor de ficção científica Arthur C. Clarke e sobre o filme *2001: uma odisseia no espaço*.

1. Que tipo de histórias Arthur C. Clarke costumava escrever?

2. Cite algumas de suas obras mais conhecidas.

3. Do que trata o filme *2001: uma odisseia no espaço*?

4. Qual foi a importância do filme *2001: uma odisseia no espaço* na época do seu lançamento e por que até hoje, mais de 40 anos depois, ele ainda é tão comentado?

5. Procure cenas e trechos do filme na internet.

O que eu aprendi...



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 8

2001: O FUTURO QUE JÁ PASSOU



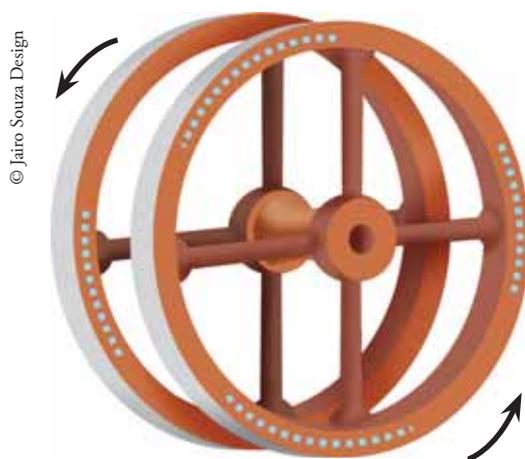
Leitura e análise de texto

2008: uma odisseia no cinema (e no banheiro)

Dizem que o filme fez 40 anos, mas é muito legal. Atrasado, eu entrei no cinema e a primeira coisa que vi foram aqueles macacos enormes lá na frente. Estavam muito bravos, gritando feito doidos e com uns ossos grandes na mão. A coisa *tava* feia. Fiquei assustado. Me veio rapidamente à mente: será que entrei no filme certo? Não era um filme de espaço? Mas bem nesse momento um dos macacos jogou um osso para cima. O osso subiu, subiu, subiu, até que, quando ele começou a cair, tudo mudou. Um silêncio, o céu estrelado, um brilho no canto e uma nave, satélite ou sei lá o que passando calmamente, como se nada tivesse acontecido. Será que o osso virou uma nave? Foi quando senti algo estranho em minha nuca. Uma pancada. Uma voz lá do fundo da escuridão parecendo me dizer algo... “senta, cabeça!”.

Sentei, tirei o saquinho amassado de pipoca que ficou na gola da camisa, mas continuo absorvido nas cenas. A nave continua lá, passeando devagar. Beeem devagar... Ao fundo, um planetão azul, só pode ser a Terra, pelo menos aquele russo falou que ela era azul. Uma valsa começa a tocar. As cenas são lindas. A Terra, o céu, outra nave estranha, que parece ter um ventilador na ponta. Para onde foram os macacos? Agora aparece outra coisa orbitando a Terra. Deve ser algo importante, porque a música fica mais forte. Parece uma roda. Uma baita rodona, com janelinhas acesas e girando no espaço.

Seja lá o que for, ainda parece em construção. Imagine uma enorme roda de bicicleta. Melhor, uma roda de carroça. Acho que é uma coisa mais ou menos assim:





SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 11 A ENCICLOPÉDIA GALÁCTICA

Very Large Array
(conjunto enorme de telescópios).
Um dos maiores observatórios radioastronômicos do mundo – Novo México, EUA.



© Roger Ressmeyer/Corbis/Latinstock

A equação a seguir foi formulada pelo astrofísico estadunidense Frank Drake, em 1960, para tentar estabelecer qual seria a chance de encontrar uma civilização em algum outro planeta.

$$N = R \cdot f_p \cdot n_c \cdot f_l \cdot f_i \cdot f_c \cdot L$$

N é o número total estimado de civilizações em nossa galáxia. Esse número depende de vários fatores e sobre muitos deles não há nenhuma avaliação segura. A suposição por trás da equação é que o Sistema Solar e a Terra são cenários típicos da possibilidade de desenvolvimento da vida e da inteligência em um planeta. Os fatores da equação de Drake são os seguintes:

	Significado	Observação
R	Taxa de formação de estrelas semelhantes ao Sol, por ano, na galáxia.	Pode ser determinado com certa precisão.
f_p	Fração de estrelas similares ao Sol que possuem planetas a seu redor.	Tem sido pesquisado atualmente. Deve-se chegar a uma boa estimativa.
n_c	Número de planetas em cada sistema solar cujas condições permitem o surgimento da vida.	Sabe-se que no nosso sistema solar esse número é 1: a Terra.
f_l	Fração dos planetas onde, havendo condições, a vida efetivamente surge.	No nosso sistema solar, esse valor foi de 100%. Não se sabe o que poderia ocorrer em outros.
f_i	Fração dos planetas onde uma forma de vida inteligente se desenvolve.	Na Terra, bilhões de anos foram necessários para o surgimento da vida inteligente. Nada garante que isso possa acontecer facilmente.

	Significado	Observação
f_c	Fração dos planetas em que a vida inteligente desenvolve tecnologias de comunicação.	Esse é um dado que não temos. Só sabemos que a espécie humana desenvolve tais tecnologias.
L	Tempo de duração, em anos, de uma civilização tecnológica.	Não sabemos também. Quanto tempo vamos durar?

Fazendo uma estimativa desses valores, pode-se calcular o número de civilizações na nossa galáxia multiplicando todos os fatores. Vejamos um exemplo:

	R	f_p	n_e	f_l	f_i	f_c	L	
N =	50	20%	2	50%	10%	50%	200	= 100

Aqui a estimativa é de cem civilizações tecnológicas na nossa galáxia, existindo ao mesmo tempo que nós. Alguns dados são mais ou menos conhecidos, outros são verdadeiros “chutes”, por exemplo, o tempo de duração de uma civilização tecnológica colocado como $L = 200$ anos. Desde que começamos a nos comunicar por rádio, ainda não se passaram cem anos. Isso pode continuar por milhares ou milhões de anos ou podemos nos destruir amanhã. Outros dados também são duvidosos, como a fração de desenvolvimento de inteligência f_i . Não temos nenhuma informação confiável que possa nos dar um número. A única coisa que sabemos é que aqui se desenvolveu uma espécie inteligente.

1. Faça, com seus colegas, uma estimativa otimista na qual a chance de encontrar civilizações seja grande. Discuta cada fator, coloque seus valores na tabela a seguir e faça os cálculos.

	R	f_p	n_e	f_l	f_i	f_c	L	
N =								= <input type="text"/>

2. Faça agora uma estimativa pessimista na qual a única civilização existente na galáxia seja a nossa. Que fatores você acha mais fácil estimar? Quais são mais difíceis? Explique.

	R	f_p	n_e	f_l	f_i	f_c	L	
N =								= <input type="text"/>

3. Discuta com seus colegas: O que você imagina que aconteceria se descobríssemos uma civilização em um planeta distante 20 anos-luz da Terra, com quem não pudéssemos ter contato direto? Lembre-se de que as mensagens levam 20 anos para ir e mais 20 anos para voltar. Que mudanças isso traria à nossa vida?



VOCÊ APRENDEU?



1. A equação de Drake nos mostra que:
- a) existe vida em outros planetas.
 - b) a civilização é um evento muito raro no Universo.
 - c) os discos voadores são uma realidade.
 - d) podemos estimar o número de civilizações na galáxia.
 - e) civilizações de outros planetas já podem ter entrado em contato conosco.
2. Explique em linhas gerais do que se trata o projeto SETI (Busca de Vida Inteligente Extraterrestre), apresentado pelo professor.



PESQUISA INDIVIDUAL

1. Pesquise informações sobre o projeto SETI:
- a) Qual é a sua origem?
 - b) Quais são os seus objetivos?
 - c) Quais métodos utiliza?
 - d) Quais resultados obteve até hoje?

TEMA 4:

PRODUÇÃO E CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

Vivemos um momento de incertezas sobre fontes e consumo de energia, deparando-nos com questões ambientais, sociais e econômicas. O uso racional da energia deve ser meta de todos, visando contribuir para a melhoria do meio ambiente e para o desenvolvimento econômico sustentável.



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 14 COMPREENDENDO O FUNCIONAMENTO DAS USINAS ELÉTRICAS

Grande parte da energia elétrica que utilizamos vem das usinas hidrelétricas. Seu funcionamento já foi discutido na Situação de Aprendizagem anterior. Agora discutiremos algumas particularidades desse tipo de usina, como: Por que fazer barragens? Assim como nos dínamos, há ímãs nos geradores das usinas? Que vantagens há na produção de energia elétrica pelas usinas hidrelétricas em relação às outras usinas? Para aprofundar essa discussão, faça a atividade a seguir.



PESQUISA INDIVIDUAL

Compreendendo o funcionamento de uma usina hidrelétrica

Você já se perguntou de onde vem a energia que ilumina as ruas, faz funcionar os semáforos, aquece a água do nosso banho e permite que assistamos à TV? Cada uma das instalações que produz energia elétrica é chamada de **usina geradora**. Faça uma pesquisa e descubra qual(is) é(são) a(s) usina(s) elétrica(s) que fornece(m) energia à sua cidade/região. Obtenha o máximo de informações sobre ela(s), tais como características de funcionamento, capacidade de produção em kW (potência), tempo de construção e de operação, custos etc. Consiga fotos, desenhos, esquemas, matérias de jornal, vídeos etc.

Troque informações com seus colegas para enriquecer sua pesquisa e comparar os dados obtidos. Depois da discussão e do compartilhamento dos dados da pesquisa realizada, responda:

1. Por que há a necessidade de fazer barragens nas usinas hidrelétricas?

2. Assim como nos dínamos, há ímãs nos geradores das usinas? Explique.

3. Que vantagens há na produção de energia elétrica pelas usinas hidrelétricas em relação às outras usinas?

4. Quais as outras formas que você conhece de produção de energia elétrica em grande escala?

5. Quais transformações de energia estão envolvidas em uma usina hidrelétrica?



LIÇÃO DE CASA



1. Destaque vantagens e desvantagens da utilização de usinas nucleares.

2. A energia solar primária, resultante da incidência dos raios solares, transfere à Terra, em média, $1\,000\text{ W/m}^2$, durante 8 horas. Qual deve ser a área do coletor para gerar energia para uma casa que consome aproximadamente 150 kWh em um mês? Admita que o coletor solar utilizado absorve e transforma 10% da energia recebida.

3. (PEC – *Programa Construindo Sempre* – Aperfeiçoamento de Professores. Física. Módulo 1. São Paulo: SEE/Pró-Reitoria de Graduação da Universidade de São Paulo, 2003. p. 46.) A expressão para a potência dos ventos de um gerador eólico é: $P = 0,6 \cdot A \cdot v^3$ [W] (v é a velocidade e A é uma constante que está relacionada com densidade linear de ar que passa pelo gerador – kg/m). Qual deve ser a velocidade do vento para gerar uma potência de 8,1 kW? Considere $A = 4$ kg/m; $P = 0,6 \cdot A \cdot v^3$ [W].



PESQUISA INDIVIDUAL

Pesquise o funcionamento e apresente argumentos favoráveis e desfavoráveis ao uso das diferentes usinas:

a) eólica: _____

b) hidrelétrica: _____

c) termoeétrica: _____



PARA SABER MAIS

Livros

- ALVARENGA, Beatriz; MÁXIMO, Antônio. *Física Ensino Médio*. v. 3. São Paulo: Scipione, 2008. Nas páginas 297 a 298 há um breve texto que apresenta alguns tipos de usinas geradoras de energia elétrica.
- GONÇALVES FILHO, Aurelio; TOSCANO, Carlos. *Física*. São Paulo: Scipione, 1997. Na página 375 os autores apresentam tipos de produção de energia elétrica em algumas usinas.
- Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. *Água hoje e sempre – consumo sustentável*. São Paulo, 2003.

Sites

- Simulação da produção de energia em grande escala e a necessidade da barragem de água. Disponível em: <http://www.labvirt.fe.usp.br/simulacoes/fisica/sim_energia_represa.htm>. Acesso em: 27 maio 2013.
- Simulação da produção de energia em hidrelétricas. Disponível em: <http://www.labvirt.fe.usp.br/simulacoes/fisica/sim_energia_hidreletrica.htm>. Acesso em: 27 maio 2013.

O que eu aprendi...



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 15 COMPREENDENDO UMA REDE DE TRANSMISSÃO

Você já parou para pensar em como a energia elétrica chega até o consumidor? Quais são os caminhos que a energia percorre até chegar a nossas casas? A energia elétrica passa por transformações durante esse percurso? Se passa por transformações, como e onde ocorrem? Para tentar compreender essas e outras questões relacionadas à transmissão da energia elétrica, vamos desenvolver a Situação de Aprendizagem a seguir.



PESQUISA EM GRUPO

Compreendendo uma rede de transmissão

Faça um desenho do percurso da energia elétrica desde a saída da usina até sua casa. Se possível, destaque os principais componentes presentes nesse caminho. Se preferir, represente um esquema com legendas mostrando todo o trajeto.

Reúna-se com seu grupo e discuta as diversas propostas, tentando apontar as semelhanças e as diferenças entre cada uma delas.

Em seguida, responda às questões.

1. Quais são os principais componentes destacados por você na rede de transmissão?

2. Você sabe a função de cada um deles? Tente descrevê-las.

3. A tensão que chega à sua casa é a mesma que é gerada na usina ou a mesma que é transmitida pela rede? Explique a eventual diferença.

4. Você já deve ter notado que existem alguns transformadores presos aos postes de energia. Qual é a função deles?

5. Faça uma pesquisa sobre o “caminho” da energia até a escola. Para isso, você pode procurar a agência da companhia de energia elétrica de sua cidade, um dos funcionários que trabalhe na manutenção da rede elétrica ou acessar o *site* da companhia para obter as seguintes informações:

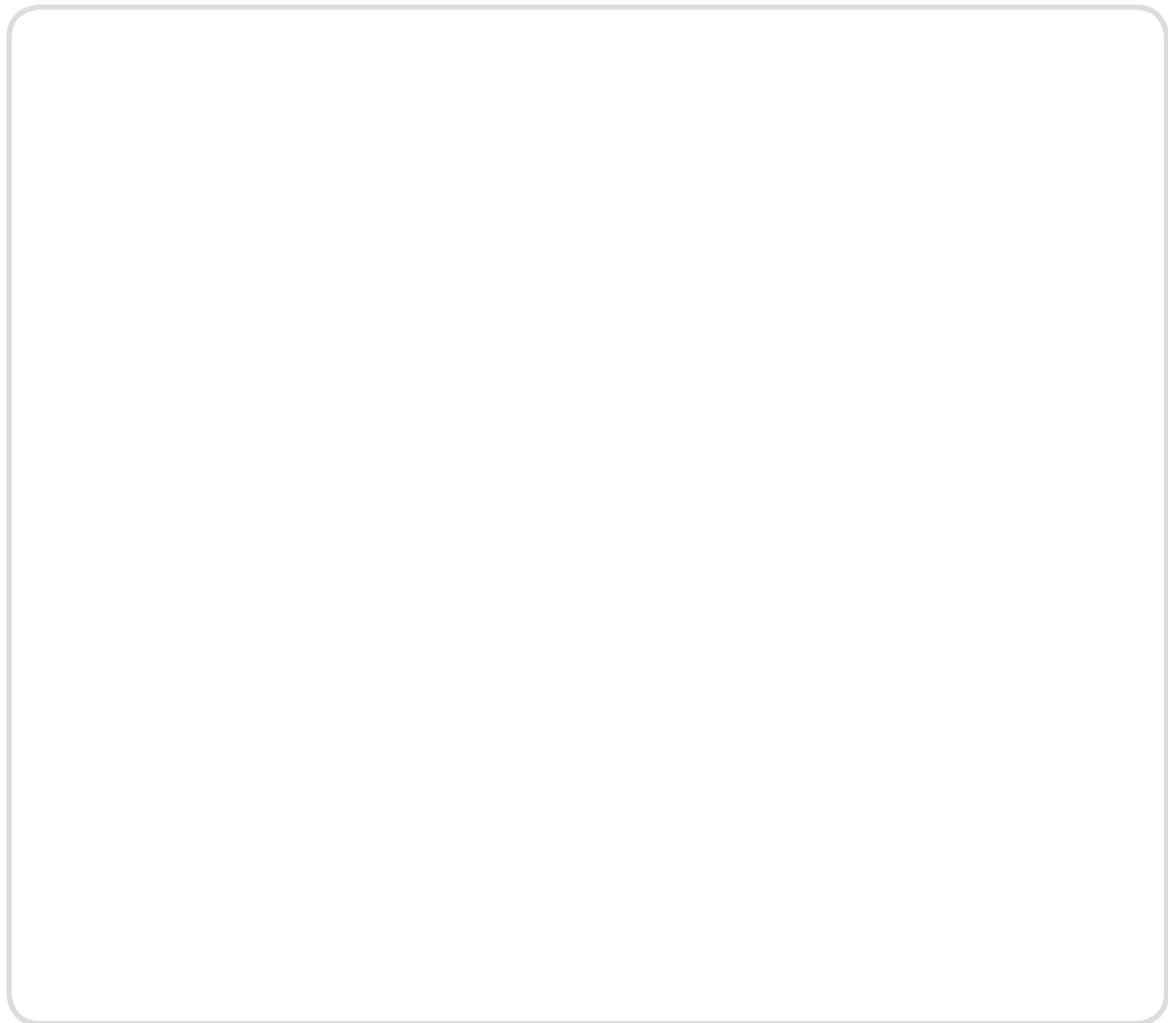
a) a tensão da fiação da rede elétrica da rua de sua escola: _____

b) a localização da subestação elétrica da região de sua escola: _____

c) a tensão elétrica que chega e sai dessa subestação: _____

d) a usina que alimenta essa subestação: _____

6. Com essas informações, analise, refaça ou complemente seu desenho inicial, incluindo as informações obtidas. Indique nesse desenho os valores da tensão elétrica em cada trecho da fiação (antes da subestação, na rua, dentro da escola etc.).





VOCÊ APRENDEU?



1. Por que a transmissão de energia elétrica é feita em alta-tensão?

2. Uma usina geradora de energia elétrica tem potência de 100 MW e transmite a energia gerada a uma cidade a 20 km de distância com uma tensão de 2 MV. Calcule a corrente elétrica na transmissão e a perda de energia, sabendo que a rede tem resistência de 1 000 ohms.

3. Levando em consideração a usina da questão anterior, se a transmissão fosse feita em 1 MV, qual seria a perda de energia?



LIÇÃO DE CASA



1. Um transformador de corrente alternada tem 100 espiras na bobina primária e 300 espiras na secundária. Se 120 V são aplicados na bobina primária, qual será a tensão de saída na bobina secundária?

2. Que relação existe entre as tensões de entrada e saída e o número de espiras dos enrolamentos primário e secundário de um transformador?

3. Quais as vantagens de fazer a transmissão da energia elétrica com corrente alternada?

4. Defina em poucas palavras o que é um transformador.

5. Analise a seguinte afirmativa: “Um transformador pode ampliar a energia elétrica”. Essa afirmativa está correta? Justifique.

6. A partir do que foi estudado, destaque a importância do transformador nas redes de transmissão de energia elétrica.



PARA SABER MAIS

Livros

- ALVARENGA, Beatriz; MÁXIMO, Antônio. *Física Ensino Médio*. v. 3. São Paulo: Scipione, 2008. O texto “O transformador” traz as características do transformador; na página 318, um breve texto discute a transmissão e a distribuição da energia elétrica.
- GASPAR, Alberto. *Física*. São Paulo: Ática, 2008. Nas páginas 509 a 511 há uma discussão sobre o princípio de funcionamento de um transformador e as linhas de transmissão.
- GONÇALVES FILHO, Aurelio; TOSCANO, Carlos. *Física*. São Paulo: Scipione, 1997. Na página 379 há uma breve discussão sobre o transformador.

Site

- O princípio de funcionamento de um transformador. Disponível em: <<http://micro.magnet.fsu.edu/electromag/java/transformer/index.html>>. Acesso em: 27 maio 2013.

O que eu aprendi...



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 16 ENERGIA ELÉTRICA E USO SOCIAL

Um dos grandes desafios da sociedade moderna é a produção de energia. O século XX foi o período de maior crescimento na produção energética no Brasil e no mundo. Mas a que preço isso foi alcançado? Esse aumento significativo não veio sem consequências e impactos negativos, quer ambientais, quer socioeconômicos, que podem comprometer o futuro da humanidade. Saber como fazer uso racional da energia, principalmente a elétrica, é de vital importância para a humanidade. Para compreender um pouco mais as principais fontes de produção de energia elétrica, seus impactos ambientais e socioeconômicos, realize a atividade a seguir.



PESQUISA INDIVIDUAL

Faça um levantamento de dados importantes para a discussão do tema, por exemplo:

1. Em que cidade e em que ano foi instalado o primeiro sistema de iluminação pública no Brasil?

2. Onde e quando foi construída a primeira usina hidrelétrica no Brasil?

3. Quando foram construídas as grandes centrais hidrelétricas, como Itaipu, Tucuruí e Ilha Solteira?

4. Quais são as principais usinas brasileiras? Onde estão localizadas? Quais são suas “capacidades” (potência)?

5. Quais usinas estão localizadas no Estado de São Paulo?

Energia elétrica e uso social

A relação entre o crescimento de um país e a necessidade de energia não é difícil de ser compreendida: o aumento da produção demanda mais energia em seu processo e a escassez de energia pode estagnar o crescimento de um país. A questão energética é parte da problemática ambiental da atualidade, principalmente se considerarmos o impacto de sua produção.

A tabela a seguir apresenta a matriz de energia elétrica no Brasil nos anos 2005 e 2006 em gigawatt-hora (GWh) e a porcentagem de crescimento de cada uma das fontes de produção.

Matriz de oferta de energia elétrica			GWh
Fontes	Potência (GWh)		Porcentagem de crescimento ³
	2005 ¹	2006 ²	
Total	442 072	460 500	4,2
Hidro	337 457	348 805	3,4
Nuclear	9 855	13 754	39,6
Gás natural	18 811	18 258	-2,9
Carvão mineral	6 863	7 222	5,2
Derivados de petróleo	11 722	12 374	5,6
Biomassa	14 134	14 959	5,8
Gás industrial	4 188	3 964	-5,4
Importação	39 042	41 164	5,4

¹ Inclui 39,8 TWh de autoprodutores e 93 GWh de eólica.

² Inclui 41,7 TWh de autoprodutores e 236 GWh de eólica.

³ O cálculo para se obter a porcentagem é realizado da seguinte forma:

$$\left(\frac{\text{Pot}_{2006} - \text{Pot}_{2005}}{\text{Pot}_{2005}} \right) \cdot 100\% \quad (\text{valor da fonte em 2006 menos valor da fonte em 2005 dividido pelo valor da fonte em 2005}).$$

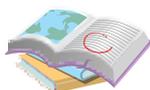
Resenha Energética Brasileira – Exercício de 2006. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/publicacoes/BEN/7_-_Edicoes_Anteriores_BEN_e_Resenhas/2_-_Resenhas/2006/Resenha_Energetica_Brasileira_2006-gilb-pat_Final_.pdf>. Acesso em: 27 maio 2013.

Analise os dados da matriz e responda:

- Qual é a natureza da fonte energética que tem maior participação na produção de energia elétrica no Brasil? Qual é sua porcentagem na matriz? Como você justificaria ser essa a fonte de maior participação na matriz energética brasileira?

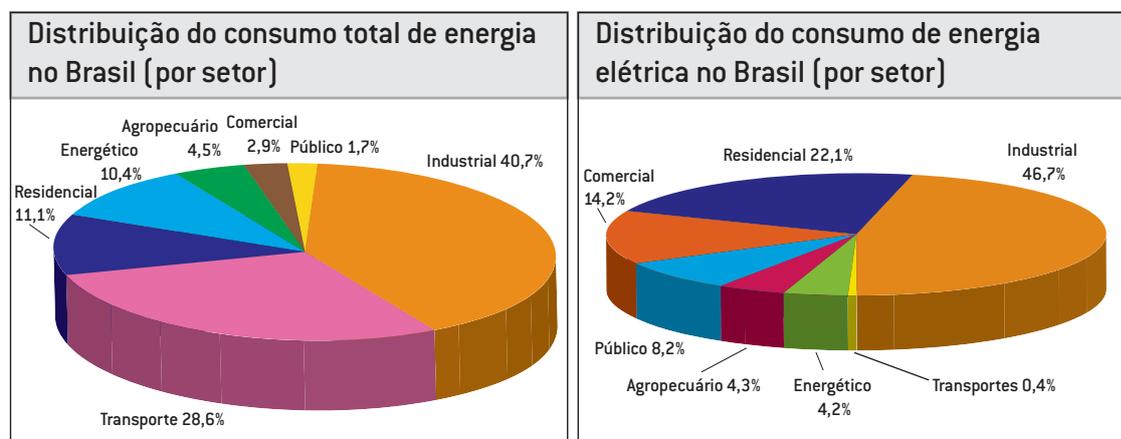
- Ao longo do tempo, algumas fontes tiveram crescimento na matriz energética e outras diminuíram. Quais poderiam ser as causas dessas variações?

- É correto afirmar que houve um aumento real (em valores absolutos) da oferta de energia elétrica de 2005 para 2006? Qual foi o valor em GWh?



Leitura e análise de gráfico

Vamos agora analisar o consumo de energia no Brasil por setor. Com base nos gráficos apresentados, responda às perguntas a seguir:



Fonte: *Atlas de Energia Elétrica do Brasil*, <http://www.aneel.gov.br/visualizar_texto.cfm?idtxt=1689>. Acesso em: 27 maio 2013.

1. Os gráficos mostram que o setor industrial é o que mais consome energia no Brasil, aproximadamente 40%. Você faz parte desse consumo? Explique.

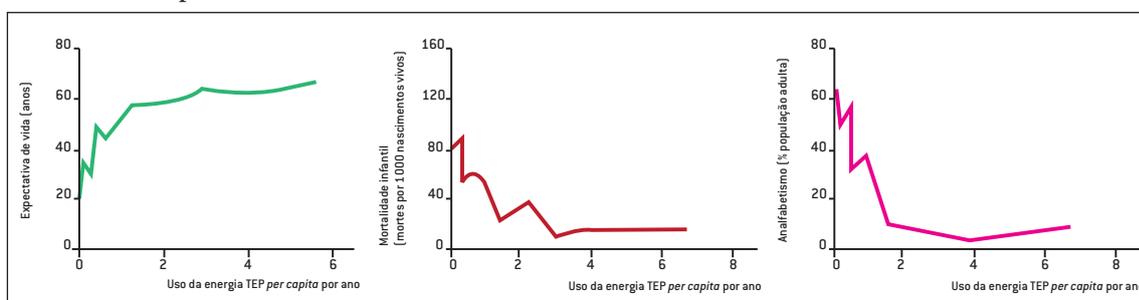
2. A partir dos dados apresentados nesses dois gráficos, é possível afirmar que toda energia residencial é elétrica?

3. Em que setor uma diminuição no consumo de energia teria maior impacto? De quanto seria o impacto no consumo de energia elétrica total, em termos percentuais, se o setor residencial economizasse 10% de seu consumo?



Leitura e análise de gráfico

A relação entre índices socioeconômicos de um país e o consumo de energia *per capita* pode mostrar a importância do setor energético em seu desenvolvimento. Os três gráficos a seguir relacionam o uso de energia em TEP (Tonelada Equivalente de Petróleo) com indicadores de expectativa de vida, mortalidade infantil e analfabetismo.



GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo. *Energia, meio ambiente e desenvolvimento*. 3. ed. São Paulo: Edusp, 2008.

1. Descreva a relação que cada um dos gráficos permite estabelecer entre o indicador da qualidade de vida e o consumo de energia *per capita*.

2. Pesquise os valores dos três indicadores e o consumo de energia *per capita* no Brasil e represente esses valores em gráficos. A partir desses indicadores, o que é possível dizer sobre o Brasil?



LIÇÃO DE CASA

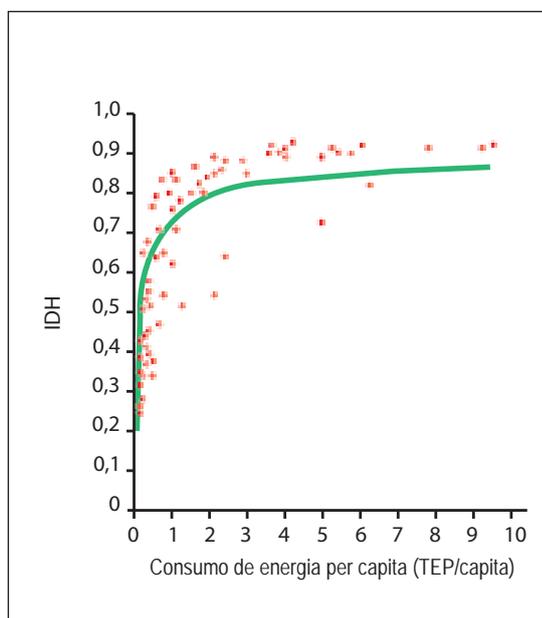


1. É correto dizer que as usinas hidrelétricas são “limpas” porque usam fonte renovável e não têm impactos sobre o ambiente ou o clima?

2. (Enem – 2000) As sociedades modernas necessitam cada vez mais de energia. Para entender melhor a relação entre desenvolvimento e consumo de energia, procurou-se relacionar o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de vários países com o consumo de energia nesses países.

O IDH é um indicador social que considera a longevidade, o grau de escolaridade, o PIB (Produto Interno Bruto) *per capita* e o poder de compra da população. Sua variação é de 0 a 1. Valores do IDH próximos de 1 indicam melhores condições de vida.

Tentando-se estabelecer uma relação entre o IDH e o consumo de energia *per capita* nos diversos países, no biênio 1991-1992 obteve-se o gráfico ao lado, em que cada ponto isolado representa um país, e a linha cheia, uma curva de aproximação.



Fonte: GOLDEMBERG, José; LUCON, Osvaldo. *Energia, meio ambiente e desenvolvimento*. 3 ed. São Paulo: Edusp, 2008.

- a) quanto maior o consumo de energia *per capita*, menor é o IDH.
- b) os países onde o consumo de energia *per capita* é menor que 1 TEP não apresentam bons índices de desenvolvimento humano.
- c) existem países com IDH entre 0,1 e 0,3 com consumo de energia *per capita* superior a 8 TEP.
- d) existem países com consumo de energia *per capita* de 1 TEP e de 5 TEP que apresentam aproximadamente o mesmo IDH, cerca de 0,7.
- e) os países com altos valores de IDH apresentam um grande consumo de energia *per capita* (acima de 7 TEP).

3. A partir do que foi estudado, pode ser feita uma relação entre a expectativa de vida de uma população e o consumo de energia? Explique.



PARA SABER MAIS

Livro

- GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo. *Energia, meio ambiente e desenvolvimento*. 3. ed. São Paulo: Edusp, 2008. O livro aborda a questão da energia de forma aprofundada, correlacionando-a a questões econômicas e à degradação ambiental, discutindo suas causas e possíveis soluções. Um artigo com parte do conteúdo do livro pode ser encontrado no *site* <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142007000100003&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 27 maio 2013.

Sites

- Eletrobrás. Nesse *site* é possível encontrar dados sobre a matriz energética brasileira, informações sobre a produção e o consumo de energia no país e dados característicos das principais usinas hidrelétricas. Disponível em: <<http://www.eletrobras.gov.br/elb/portal/main.asp>>. Acesso em: 27 maio 2013.
- Aneel. No *site* da Agência Nacional de Energia Elétrica é possível encontrar informações e dados sobre a produção e o consumo de energia elétrica no Brasil. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 27 maio 2013.

O que eu aprendi...

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

