

O ENSINO DE CIÊNCIAS ATRAVÉS DE DEBATE SOBRE AS ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS COM ENFOQUE NA QUESTÃO AMBIENTAL

Science teaching through the debate about the energetic alternatives with emphasis on the environmental question

Felipe Damasio [felipedamasio@uol.com.br]

Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina – CEFET/SC

Av. XV de Novembro, s/n – CEP 88900-000, Araranguá, SC, Brasil

Aline Tavares [atavares@iq.ufrgs.br]

Instituto de Química, UFRGS

Av. Bento Gonçalves, 9500 – CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil

Resumo

Este trabalho é um relato de uma experiência didática que usou como estratégia para a educação científica uma simulação de julgamento. Foram envolvidos mais de uma centena de alunos da Educação Básica de um colégio em Criciúma, SC. A questão julgada pelos participantes foi qual seria a melhor escolha para a produção de energia elétrica: hidrelétrica/termelétrica, eólica/solar ou a nuclear. A estratégia culminou em um evento com a participação de pais e convidados que emitiram um veredito sobre qual das estratégias julgavam a mais viável a ser adotada. O resultado apontou a nuclear como a escolha do julgamento.

Palavras-chave: Física, Química, Tecnologia, Meio Ambiente, Aquecimento Global.

Abstract

This work is an account of a didactic experience that used how strategy for the scientific education a simulation of judgment. Were involved more than one hundred of students of Basic Education of a school in Criciúma, SC. The judge question by the participants was what will be the best choice for the production of electric energy: hydroelectric/thermoelectric, eolic/solar or nuclear. The strategy culminated in an event with participation of parents and guests that issued a verdict about which of the strategies considered the more viable to be adopted. The result appointed the nuclear energy how the choice of the judgment.

Keywords: Physics, Chemistry, Technology, Environment, Global Warming.

Introdução

Em uma sociedade tecnológica e, para alguns privilegiados, com excesso de fontes de informação, o papel do professor de Ciências não pode ser pensado como o que foi aceito em grande parte do século passado.

Seria um erro pensar na educação científica, bem como em qualquer área, da forma como Paulo Freire batizou de ensino bancário (2005). Nesta forma de educação o papel do professor é o de transferir conhecimento a seus alunos. Estes conhecimentos são tratados como depósitos a serem feitos na mente dos alunos, encarados como tabula rasa. Quanto mais inertes e passivos forem os alunos, tanto melhor esta modalidade de educação.

De acordo com Gleiser (2000) a ciência deve ser apresentada como um processo de descoberta, levando em consideração quatro pontos:

Questionamentos metafísicos: devem-se levantar questões como “De onde viemos?” ou “Qual a origem da vida?”. Existem ainda outras questões que, à primeira vista, soam a um aluno de Educação Básica como metafísica e que têm explicações aceitas pelas ciências naturais. Dentre estas questões pode-se citar ainda “Por que o céu é azul?” ou uma questão que foi levantada no projeto descrito neste artigo “De onde vem a energia da tomada?”. Cabe ao professor de Ciências explorar estas questões em suas aulas.

Integração com a natureza: aprender ciências não nos afasta a beleza da natureza, como somos tentados a pensar ao tratá-la com rígida formulação matemática. Aprender ciências deve nos aproximar da natureza, mostrando-nos bela, como de fato o é. Entender o processo de geração de luz do Sol através do entendimento do processo de termo fusão, com a aplicação da famosa equação de Einstein $E = m \cdot c^2$, não nos tira o prazer de apreciar o nascimento do Sol.

Cidadão do mundo: o uso de *internet* e outros meios de comunicação devem ser incentivados. Além disto, uma compreensão dos processos que ocorrem em nosso planeta, devido em grande parte ao nosso uso dos recursos naturais, deve estar presente nas aulas de Ciências. Questões sobre aquecimento global e a melhor forma de gerar energia elétrica devem ser exploradas pelo professor de Ciências.

Paixão pela descoberta: o aluno não deve receber todas as informações de que necessita, ele deve ser um agente do processo. Uma estratégia para lograr tal objetivo é incentivar os alunos para que pesquisem em livros, revista ou qualquer outra fonte de informação que lhes são disponíveis. O papel do professor é de orientar esta pesquisa, seja ao indicar fontes seguras ou mesmo fornecendo tais fontes aos seus alunos na tentativa de alcançar o que Paulo Freire chamou de educação problematizadora. Esta visão de educação se contrapõe com a bancária. Um educador problematizador deve procurar promover que seus educandos sejam investigadores críticos que descubram e, assim, ao descobrirem possam se apaixonar pelo objeto de sua descoberta, que para um professor de Ciências é a própria.

Para que o ensino de Ciências contemple o papel descrito nestes quatro itens é que foi desenvolvido o projeto relatado neste artigo.

Este projeto envolveu cerca de 150 alunos de Educação Básica de uma escola de Criciúma, SC. Para desenvolver o projeto, uma parte dos alunos precisou pesquisar, desenvolver e apresentar as diversas alternativas de geração de energia, com suas vantagens e desvantagens. Outra parte dos alunos se preparou para um debate, também sobre cada uma das alternativas energéticas.

O projeto culminou em uma apresentação fora do horário de aula, contando com a presença dos pais. Estes puderam participar dando contribuições na forma de depoimentos e perguntas aos alunos. Ao final, responderam um pequeno questionário sobre qual forma de geração de energia julgavam mais adequada, dentre as apresentadas pelos alunos, a ser adotada atualmente.

Referencial teórico

Por humanismo, entende-se aqui, a postura filosófica que tem como seus mais conhecidos autores Carl Rogers e Paulo Freire. Nesta postura filosófica, o enfoque é em quem aprende: o aluno como pessoa. O que importa é o crescimento do aluno, sua **auto-realização**. O papel do ensino é de facilitar esta auto-realização, além do crescimento pessoal. O aluno não é visto apenas como uma estrutura cognitiva em desenvolvimento, mas como um todo – sentimentos, pensamentos e ações.

No humanismo a aprendizagem não é vista apenas como acúmulo de conhecimentos. Os sentimentos do aluno e o domínio afetivo são considerados juntos com a cognição e comportamento (Moreira, 1999).

O mais conhecido autor humanista é Carl Rogers. Foi ele que iniciou o que ficaria conhecido como *ensino centrado no aluno*. Hoje esta idéia de ensino tem grande influência na maioria dos discursos pedagógicos.

A abordagem rogeriana para a aprendizagem vê o papel da educação como *facilitadora*. O próprio professor, neste contexto, deve ser chamado de *facilitador de aprendizagem*. Mas a definição de aprendizagem de Rogers é particular. Para ele aprendizagem :

Não é um amontoado de coisas sem vida, estéreis, fúteis, logo esquecidas com que se abarrotam a cabeça do pobre e desamparado educando, atada a cadeira pelos vínculos blindados do conformismo! Refiro-me a aprendizagem – a insaciável curiosidade que leva um adolescente a absorver tudo que pode ver, ouvir ou ler sobre motores a gasolina a fim de aumentar a eficiência e a velocidade o seu “calhambeque” (Rogers, 1973, p.3):

Vê-se claro aqui, na abordagem rogeriana, a necessidade de estimular a curiosidade dos estudantes, a fim de promover a aprendizagem.

Para Paulo Freire formar não é treinar o educando no desempenho de destrezas. Ele faz uma crítica à educação, a que chama de fatalista neoliberal, onde o aluno é treinado para aceitar a realidade. A educação fatalista é vista como um treinamento indispensável – por seus defensores – para a sobrevivência do educando na sociedade.

Um dos saberes que Freire julga mais indispensável na prática educativa é a consciência de que educar não é transferir conhecimento ao aluno, mas criar a possibilidade de produção deste e de sua construção.

O educando mesmo durante a sua aprendizagem é um sujeito produtor do saber, o professor aprende enquanto ensina. Esta discência durante a docência é muito relevante na ótica de Freire, pois para ele “quem forma se forma e re-forma e quem é formado forma-se e forma ao ser formado” (Freire, 1996, p. 23).

Freire chama de “curiosidade epistemológica” o processo de alcançar o conhecimento. Ao analisar as relações professor aluno na escola com concepção bancária, em qualquer nível, chama esta relação de fundamentalmente narradora, dissertadora, onde os estudantes são objetos pacientes, ouvintes. Esta relação é analisada por ele da seguinte forma (2005, p.65):

Nela, o educador aparece como seu indiscutível agente, como o seu real sujeito, cuja tarefa indeclinável é “encher” os educandos dos conteúdos de sua narração. Conteúdos que são retalhos da realidade desconectados da totalidade em que se engendram e em cuja visão ganhariam significação.

Esta relação professor aluno, segundo Freire, conduz os alunos a aprendizagem mecânica do conteúdo narrado, “a narração os transforma em “vasilhas”, em recipientes a serem “enchidos” pelo educador”. Quanto mais vão se enchendo os recipientes com seus “depósitos”, tanto melhor educador será. Quanto mais se deixam docilmente “encher”, tanto melhor os educandos serão.

Então, para Freire esta concepção de educação passa a ser um ato de depositar, onde o professor deposita e os alunos são os depositários. Freire esclarece o que chama de concepção **bancária** da educação da seguinte maneira (op. cit., p.66):

Em lugar de comunicar-se, o educador faz “comunicados” e depósitos que os educandos, meras incidências, recebem, memorizam e

repetem ... a única margem de ação que se oferece aos educandos é a de receberem depósitos, guardá-los e arquivá-los.

Não é necessário dizer que esta visão de educação é considerada como equivocada por Freire, justificando que nela não há criatividade, transformação, saber. A alternativa seria a educação **libertadora** em razão da sua conciliação, onde o educador e educando coexistem simultaneamente em um só. Esta alternativa também deve ser **problematizadora**, através da problematização do homem em suas relações com o mundo.

Freire fala sobre a diferença entre a educação bancária e a libertadora/problematizadora desta forma (op. cit., p.78):

O antagonismo entre as duas concepções, uma, a bancária, que serve à dominação; outra, a problematizadora, que serve à libertação, toma corpo aí. Enquanto a primeira, necessariamente, mantém a contradição educador-educando, a segunda realiza a superação.

Para Freire ensinar é uma especificidade humana, onde o educador deve ter clara a necessidade de respeito às liberdades do educando.

A postura humanista em relação à educação se baseia no fato de que o papel do professor não é o de transferir conhecimento, mas sim de proporcionar condições para que os alunos queiram conhecer. O professor não ensina o conteúdo, ele facilita a aprendizagem no sentido de criar condições para que ela aconteça.

Outra grande inspiração humanista facilmente notada aqui é a tentativa de desvincular a escola de uma postura opressora. Por fim, uma tentativa de inspirar os estudantes a quererem saber mais sobre ciências foi o principal objetivo, visto que os conceitos apresentados eram contextualizados e deixavam margens a perguntas que não eram respondidas na forma de esgotar o assunto. De tal sorte que os alunos poderiam querer aprender por conta própria sobre a explicação da natureza e a respeito de fenômenos que julgam passíveis de interesse.

Revisão da literatura

Menezes (2000) chama a atenção que, de acordo com a LDB (Lei de Diretrizes e Bases), o ensino de Ciências é responsável, também, por ensinar suas tecnologias associadas, ler e produzir textos que utilizem linguagem e códigos como gráficos, tabelas e figuras. Relacionar a teoria com a prática, através da compreensão dos processos produtivos com a aprendizagem dos fundamentos científico-tecnológicos necessários para estes objetivos, está explícito no texto da LDB. Outra atribuição da educação científica explícita na LDB diz respeito à preparação do aluno para a cidadania e trabalho. Para tal, o aluno necessita de uma formação ética e de um pensamento crítico. Um atributo deste documento ao ensino de Ciências é o de mostrá-lo como uma construção humana e relacionar o conhecimento científico com a transformação da sociedade. Nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), a área científica deve ser mostrada como ampla e prática. Tal área deve possibilitar a construção de uma visão de mundo e das competências humanas.

A temática ambiental pode ser abordada no ensino de Física. Uma das estratégias que pode ser adotada é sugerida por Silva & Carvalho (2002). A hipótese da discussão sobre a questão da geração de energia elétrica em larga escala deixar o ambiente técnico/acadêmica e ser inserida no processo educativo é levantada e sugerida pelo autor. As formas de se produzir energia elétrica em larga escala, que são sugeridas para entrar no debate escolar, são as geradas por usinas: hidrelétricas, termelétricas, nucleares, solar e eólica.

Experiências a fim de abordar a questão ambiental têm sido feitas e relatadas. Um exemplo é em Damasio & Stefani (2007) onde, em um projeto indisciplinar, os alunos utilizam lixo para produzir aquecedores de água solares caseiros. Neste projeto interdisciplinar, a construção dos aquecedores é precedida pela da contribuição individual para o aquecimento global, através do consumo da energia derivada da queima de combustíveis fósseis.

Estratégias para abordar temas como o da geração de energia e de como formar uma consciência ambiental também são encontrados. Uma destas estratégias é relatada por Samagaia & Peduzzi (2004). Nesta proposta, a necessidade de se repensar as ações em sala de aula é destacada, para que a formação de cidadãos mais qualificados e participativos seja alcançada. A estratégia consiste em elaborar módulos didáticos que envolvam o conhecimento científico, visando formar cidadãos ativos e capazes de utilizar tais conhecimentos, para formar e manter posicionamentos em relação a relevantes temas sociais e ambientais. O módulo envolve a problematização do evento sobre o desenvolvimento e utilização das bombas nucleares, que foram jogadas sobre o Japão durante a 2ª Guerra Mundial. O desenvolvimento do módulo ocorreu paralelamente ao do currículo previsto para o ano letivo.

A problematização do módulo didático é centrada na questão de construir ou não uma superbomba com a utilização de uma grande soma de dinheiro público. Um projeto de construção fictício, batizado de Arbetritz foi criado no módulo didático. Para a tomada da decisão de investir ou não, a grande soma de dinheiro foi criada por uma comissão chamada CETODES, que deveria ser informada das vantagens e desvantagens por dois grupos rivais: o dos cientistas favoráveis à construção da bomba e o dos contrários. Os resultados desta estratégia participativa e diferenciada foram bons e motivadores, principalmente em relação à participação de alunos, antes passivos às aulas de ciências.

Outra estratégia testada, particularmente interessante, é relatada por Guerra, Reis & Braga (2002). O objetivo é formar cidadãos críticos com pleno exercício de sua cidadania e que, para isso, necessitam de um posicionamento diante da ciência e tecnologia. A opção relatada é por um “juízo” que debate um problema específico através de discussões, com um parecer final. A maior conquista deste tipo de estratégia é que, segundo relatado, os alunos dedicam mais tempo à leitura e reflexão ao assunto que desejam debater devido ao fato de se sentirem mais motivados com esta estratégia.

No relato, a estratégia do “juízo” teve como propósito impulsionar os alunos ao estudo fora da sala de aula sobre o nascimento da Ciência moderna. A questão que seria debatida era se o desenvolvimento da Ciência foi atrasado no período da Idade Média. Na realização da atividade, os alunos foram divididos em três grupos: a promotoria, com a missão de defender a resposta afirmativa a questão colocada, a defesa, que defenderia a posição negativa ao questionamento e o corpo de jurados, que representariam um grupo de inquisidores medievais que deveriam formular perguntas aos dois primeiros grupos e seriam responsáveis por um veredicto.

A estratégia culmina em um evento, o dia do julgamento. Seu começo foi com a apresentação dos dois primeiros grupos. A seguir cada grupo poderia trazer testemunhas que era interrogada pelos dois lados, e também pelo corpo de jurados. Após a participação das testemunhas os jurados se reuniam com os professores para um veredicto. A avaliação do desempenho individual dos alunos foi feita através de relatórios entregues ao professor durante o processo de preparação do julgamento e pelo desempenho de cada aluno no evento. Para os autores, com o uso desta estratégia o ensino de Física no primeiro ano do Ensino Médio deixou de ser um emaranhado de fórmulas e passou a ser um aprendizado histórico-filosófico da Mecânica.

O projeto

Tinham-se como objetivos: usar novas estratégias para a discussão de temas científicos, promover uma busca de conhecimento promovida pelos próprios alunos, torná-los mais participativos do processo ensino-aprendizagem, incentivar a interação entre os alunos e aluno-professor, criar uma consciência ambiental para facilitar a formação de cidadãos críticos conscientes das questões sociais e o envolvimento da ciência nas tecnologias associadas a elas, e envolver os pais nas atividades desenvolvidas pelos alunos.

Para tanto, o assunto que pareceu mais propício para desempenhar tais objetivos foi um tema presente em grandes meios de comunicação; as diferentes maneiras de se produzir energia elétrica.

O local onde se deu o projeto foi o Colégio São Bento, localizado em Criciúma, SC. Foram envolvidos cerca de 150 alunos, oriundos do nono ano do Ensino Fundamental e do segundo ano do Ensino Médio. Todo o projeto transcorreu paralelamente ao currículo previsto no material didático usual do colégio, na forma de apostilas bimestrais.

O projeto foi composto de duas fases. A primeira ocorreu durante o primeiro semestre de 2007, sendo desenvolvidas atividades apresentadas e discutidas apenas entre membros da mesma sala. A segunda, que ocorreu no segundo semestre, envolveu discussão entre as diferentes salas e entre os membros da comunidade escolar, como pais ou responsáveis, irmãos e convidados.

Na primeira fase, a fim de promover as discussões internas, cada sala foi dividida, por sorteio, em quatro equipes. Três equipes deveriam defender uma alternativa de geração de energia elétrica, mesmo que seus membros não concordassem com ela, sendo que todos os membros destas participariam de um debate ao final da primeira fase. A quarta equipe deveria explicar o processo de geração de energia envolvido nas usinas. Uma das três equipes deveria defender as usinas hidrelétricas e termoelétricas, a outra as nucleares e a terceira as energias eólica e solar.

A primeira equipe a se apresentar seria a que explicaria os processos de geração de energia. Para atingir tal objetivo deveriam apresentar conceitos como: energia mecânica, energia térmica, níveis energéticos de um átomo, fluxo magnético e Lei de Faraday, dentre outros que julgassem necessários para explicar como as usinas funcionam.

A equipe teria de vinte a trinta minutos para se apresentar e poderia usar maquetes, recursos como projetor de lâminas ou de *slides* produzidos em *softwares* como o *power point*. O uso de animações encontradas na *internet* foi incentivado, bem como o uso de vídeos e músicas. Além de apresentar os processos envolvidos na geração de energia, a primeira equipe a se apresentar também seria responsável pelo veredicto do debate que iria ocorrer entre as três outras equipes.

Cada equipe que participaria do debate teria quinze minutos para apresentar as vantagens da forma de energia que foi sorteada para ela e outros cinco minutos para expor as desvantagens da forma de geração de energia de cada uma das outras duas equipes, totalizando vinte e cinco minutos de apresentação.

Ao final das apresentações, o debate ocorreria entre os membros das três equipes. Seria permitida uma pergunta, por equipe, para cada uma das outras duas equipes. Cada pergunta teria um minuto e meio para ser lida, sendo que deveriam ser formuladas com antecedência e lidas por um responsável por esta tarefa. A resposta, que poderia ser dada por qualquer membro da equipe, tinha um tempo limite de um minuto, o mesmo para a réplica que poderia, assim como a resposta, ser dada por qualquer membro da equipe, e a réplica teria um tempo de meio minuto, também podendo ser feita por qualquer membro da equipe. Todas as apresentações e debates da primeira fase ocorreram, na primeira fase, no horário das aulas de Física.

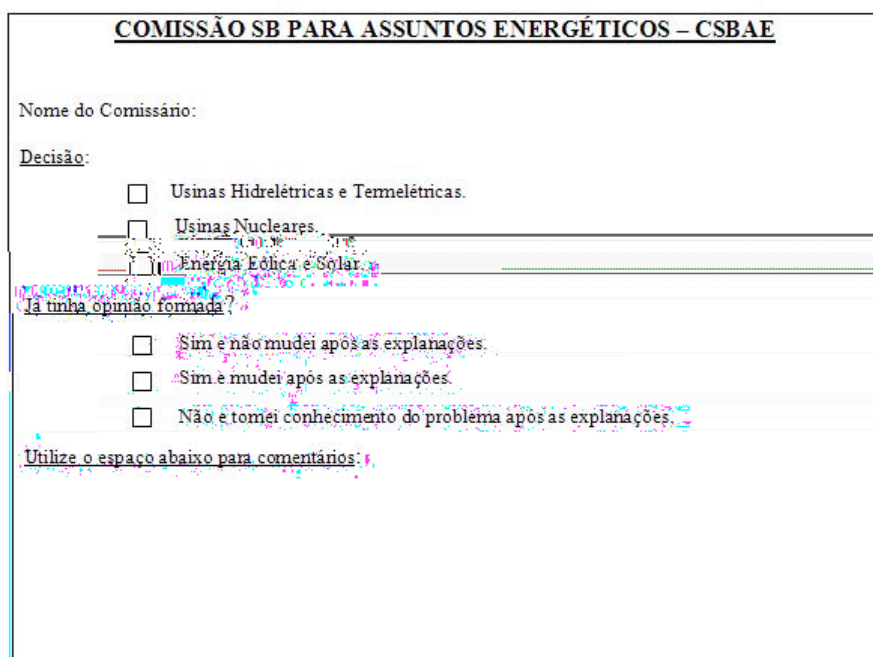
Cada membro da equipe que não participou do debate, ao final das discussões emitia seu parecer. A equipe com maior número de pareceres favoráveis seria considerada vencedora.

Na segunda fase do projeto, cada sala teria que desenvolver materiais diferentes e mais sofisticados que os da primeira fase e com temas específicos. Os segundos anos seriam responsáveis por defender as diferentes formas de energia e cada uma das três salas defenderia uma das três formas de energia. Cada um dos nonos anos apresentaria as desvantagens de uma forma de geração de energia.

Para o debate, que ocorreria ao final de todas as apresentações, seriam escolhidos pelo professor aqueles alunos que mais se destacassem nos debates da primeira fase do projeto.

Nesta fase, as apresentações ocorreriam fora do horário de aula, à noite, para permitir a participação dos pais ou responsáveis, irmãos e convidados. Estes iriam se manifestar sobre qual forma de energia julgavam ser a mais adequada, após as apresentações.

Para que a manifestação ocorresse de maneira mais formal, cada convidado foi chamado de Comissário da CSBAE (Comissão SB para Assuntos Energéticos). Ao final, deveria preencher a ficha que está reproduzida na Figura 1.



COMISSÃO SB PARA ASSUNTOS ENERGÉTICOS – CSBAE

Nome do Comissário: _____

Decisão:

Usinas Hidrelétricas e Termelétricas.

Usinas Nucleares.

Energia Eólica e Solar.

Já tinha opinião formada?

Sim e não mudei após as explicações.

Sim e mudei após as explicações.

Não e tomei conhecimento do problema após as explicações.

Utilize o espaço abaixo para comentários:

Figura 1 – Formulário a ser preenchido pelos convidados na segunda fase do projeto.

O resultado final da CSBAE seria divulgado aos alunos no dia posterior ao evento e divulgado no *site* do colégio.

O papel docente no desenvolvimento do projeto foi o de orientar os alunos através de indicações de fontes de pesquisa, além de esclarecimento de dúvidas sobre as questões pesquisadas pelos alunos. No dia do evento os professores foram responsáveis pela apresentação e intermediação das apresentações.

Apresentação do projeto

A primeira fase surpreendeu o professor pelo nível dos trabalhos apresentados, tanto em relação ao nível artístico, bem como o científico das apresentações.

Também, o nível dos debates foi surpreendente. O professor, que fazia o papel de mediador, teve que interceder quando os integrantes dos debates ficavam entusiasmados.

Outro fato a se destacar na primeira fase foi a manifestação, de maneira até efusiva, de alunos que não costumavam se manifestar nas aulas regulares. Outro ponto a destacar na primeira fase foi que os debates não se encerraram na aula de Física, continuaram em um *site* de relacionamento na *internet* nas comunidades de cada sala. As aulas de Geografia também foram palco para a continuidade dos debates, promovendo a participação de professores que não estavam, a princípio, envolvidos no projeto.

Esta primeira fase teve como objetivo: que os alunos tivessem contato com a problemática que o projeto abordava, além de indicar os alunos que se davam melhor com a situação do debate. Estes objetivos foram alcançados.

A segunda fase teve sua apresentação à noite, com um número surpreendente de pessoas presentes no auditório do colégio, onde em torno de duzentas pessoas compareceram ao evento. As apresentações envolveram *softwares* como *power point*, músicas, vídeos e animações. Incorporaram-se ao projeto nesta fase, além do professor de Física e a professora de Química, presentes desde o início, os de Geografia e História.

A primeira equipe que se apresentou foi a que defendeu a geração de energia através de termelétricas e hidrelétricas, após foi a equipe que defendeu a nuclear e por último a da energia eólica e solar. As desvantagens eram apresentadas, por outra sala, logo após as equipes apresentarem as vantagens.

O evento envolveu de maneira ativa, além dos alunos que eram protagonistas do debate, cada convidado que ao entrar no auditório se tornou um membro da CSBAE. Cabia aos membros recém nomeados, por maioria simples, um veredicto sobre o debate entre os alunos.

Mais uma vez, o nível artístico e científico das apresentações surpreendeu. E o projeto transcorreu em quase três horas, com o público convidado sempre presente.

O segundo ano, que defendeu a geração de energia elétrica através de usinas termelétricas, usou os seguintes argumentos:

- Podem ser construídas próximas das cidades, evitando gastos com longas linhas de transmissão;
- O custo para a construção é mais baixo comparado com outras usinas;
- O tempo de construção é menor.

O mesmo grupo defendeu as hidrelétricas com os seguintes argumentos:

- O custo de geração de energia é baixo;
- Diminui os riscos de cheias;
- Energia limpa e sem poluentes.

Em seguida à apresentação deste segundo ano ocorreu a do nono que apresentou as desvantagens destes tipos de geração de energia, as apresentações consistiram em explicar:

- O que é o efeito estufa, com a necessidade de ele ocorrer para que a vida humana seja possível, e o perigo que corremos ao aumentarmos este efeito devido a emissões dos chamados gases estufas;

- A geração de gases estufas por termelétricas ao queimar os combustíveis fósseis;
- O fato de combustíveis fósseis serem um recurso não renovável e que irá acabar, portanto;
- A construção de barragem com o conseqüente alagamento de grandes áreas e a apresentação das reivindicações do Movimento dos Atingidos por Barragens;
- A explicação da forma de uma barragem através da Lei de Stevin da hidrostática.

Uma outra sala de segundo ano defendeu a usina nuclear com a explicação dos seguintes temas:

- Processo de fissão e fusão nuclear, com suas aplicações na produção de energia em usinas nucleares e no Sol;
- A famosa fórmula de Einstein $E = m \cdot c^2$ e sua relação na fissão e fusão nucleares;
- A segurança das modernas usinas nucleares e o fato de não contribuírem na emissão de gases estufas, além de não utilizarem combustíveis fósseis e permitirem produção de energia em larga escala.

As desvantagens desta alternativa energética foram lembradas pela outra turma que se apresentou em seguida, os principais pontos levantados foram:

- O perigo da exposição da radioatividade aos seres humanos, com a exposição de fotos inclusive;
- O acidente de Chernobyl foi lembrado com imagens das pessoas atingidas;
- O acidente de Goiânia foi também lembrado;
- O maior enfoque que o grupo criticou foi em relação ao lixo radioativo produzido que não tem uma solução definitiva para seu descarte.

A quinta equipe explanou as vantagens da alternativa solar e eólica, levantando os seguintes pontos:

- O que é luz, vento, corrente elétrica e o que são as células fotovoltaicas;
- Não emitem gases estufas e não têm o perigo da radioatividade;
- A solar não necessita de turbinas ou geradores para produção de energia elétrica;
- Utilizam energias renováveis.

Por fim, a equipe que expôs as desvantagens destes tipos de geração de energia elétrica levantou os seguintes pontos:

- Exige altos investimentos iniciais;
- Só têm resultados relevantes em regiões específicas, não podem, portanto, serem adotadas em qualquer região;
- O rendimento das células fotovoltaicas é muito baixo;
- As pás das turbinas eólicas causam poluição sonora e prejudicam as rotas dos pássaros.

Quando do final destas apresentações deu-se início o debate, que transcorreu de forma bastante efusiva entre os membros das equipes. Cada equipe no debate tinha três integrantes que deveriam preparar as perguntas com antecedência, pesquisar quais seriam as possíveis perguntas das outras equipes preparando as respostas e ainda preparar os contra-argumentos para a réplica e tréplica.

Todas as três equipes estavam muito bem preparadas para o debate, o qual ocorreu acima das expectativas dos professores envolvidos no projeto.

Ao final, o público presente pôde fazer perguntas às equipes, que tiveram um minuto para responder. Um fato que corrobora o sucesso da alternativa pelo debate foi que este não foi esgotado devido ao horário limitado do evento, que foi de três horas.

Os convidados, que eram os comissários da CSBAE, preencheram os formulários ao final do debate, e o resultado sobre a alternativa que julgavam mais adequada está reproduzido na Tabela 1.

Tabela 1 – Percentual da escolha dos comissários da CSBAE.

Alternativa Energética Escolhida	Porcentagem de comissários
Hidrelétrica e Termelétrica	5 %
Nuclear	58 %
Eólica e Solar	37 %

Sobre a opinião prévia dos comissários, estes preencheram o segundo campo do formulário e os resultados estão produzidos na Tabela 2.

Tabela 2 – Percentual sobre a opinião prévia dos comissários antes do evento.

Opinião prévia dos comissários	Porcentagem de comissários
Já tinha opinião formada e não mudou após as explicações e debates	58 %
Já tinha opinião formada e mudou após as explicações e debates	30 %
Não tinha opinião formada e tomou conhecimento problema energético	22 %

Alguns comissários fizeram questão de deixar registrados alguns comentários em seus pareceres, como o por M.E.M.B.

Muito bons os trabalhos. Apesar de conhecer o assunto aprendi muito. Parabéns pela iniciativa deste trabalho.

O comentário de G.Z.

As vantagens futuras da energia eólica e solar são favoráveis e cobrem os custos de sua instalação.

O comissário B.D. escreveu no seu parecer:

Comentários finais

A recepção e participação dos alunos ao projeto foram surpreendentes e gratificantes. Eles tomaram parte na alternativa energética por eles defendida e pesquisaram sobre suas vantagens e desvantagens, procurando inclusive argumentos para defendê-la.

Os objetivos do projeto foram alcançados. A estratégia, centrada em evento com debate sobre temas científicos foi aprovada. Os alunos participaram de uma busca pelos conhecimentos seja em revistas, livros ou *internet*, deixando de ser passivos em relação ao professor tornando-se ativos no processo ensino-aprendizagem. A interação entre alunos e alunos-professor teve um acréscimo, inclusive com casos de “espionagem” dos trabalhos das outras equipes, temas sociais pertinentes como a questão do efeito estufa e do aquecimento global entraram nas discussões diárias em casa e na escola, as tecnologias associadas à ciência foram exploradas, como o funcionamento das usinas eólicas, solares e nucleares e a participação dos pais ocorreu de maneira muito satisfatória, seja com a sua presença, manifestações e interação com os materiais produzidos pelos seus filhos.

Já os resultados dos pareceres devem ser analisados com cuidado. O fato de a alternativa nuclear ter sido a vencedora não significa que esta seja a melhor alternativa para a produção de energia em larga escala. Fatores devem ser considerados ao analisar tal resultado como o grau de parentesco dos comissários com os estudantes que defendiam as alternativas.

A maior virtude do projeto foi, sem dúvida, aproximar os estudantes de questões científicas que influenciam seu dia-a-dia. Conhecer e debater temas como os descritos, mesmo fora do ambiente escolar, é sem dúvida o maior mérito do projeto.

O fato de professores de áreas não-científicas terem se agregado ao projeto no seu transcorrer, mostra que a interdisciplinaridade é promovida por ele, pois esta agregação não foi planejada e ocorreu naturalmente.

As perspectivas após a realização do projeto são grandes. Para o próximo ano letivo, os alunos pediram para que tal estratégia fosse repetida. Os professores já começaram a discussão sobre qual tema será adotado para o próximo ano.

Como aprendizado final, após o transcorrer do projeto, para os professores fica a clara visão de que os alunos participam ativamente do processo escolar quando incentivados para isto, e que estratégias para uma escola menos opressora podem ser adotadas. Uma destas estratégias foi o projeto descrito neste artigo.

Referências

DAMASIO, F. & STEFFANI, M. H. (2007). Ensinando Física com consciência ecológica e material que viraria lixo: projeto interdisciplinar. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 29(4), 293-297.

FREIRE, P. (1996). *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra.

FREIRE, P. (2005). *Pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra.

GLEISER, M. (2000). Por que ensinar Física? *Física na Escola*, 1(1), 4-5.

GUERRA, A., REIS, J. C. & BRAGA, M. (2002). Um julgamento no ensino médio – uma estratégia para trabalhar ciência sob o enfoque histórico-filosófico. *Física na Escola*, 3(1), 8-11

MENEZES, L. C. (2000). Uma Física para o Novo Ensino Médio. *Física na Escola*, 1(1), 6-8.

MOREIRA, M. A. (1999). *Teorias de aprendizagem*. São Paulo: EPU.

ROGERS, C.R. (1973). *Liberdade para aprender*. Belo Horizonte: Interlivros.

SAMAGAIA, R. & PEDUZZI, L. O. Q. (2004). Uma experiência com o projeto Manhattam no ensino fundamental. *Ciência & Educação*, 10(2), 259-276.

SILVA, L. F. & CARVALHO, L. M. (2002). A temática ambiental e o ensino de física na escola média: algumas possibilidades de desenvolver o tema produção de energia elétrica em larga escala em uma situação de ensino. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 24(3), 342-352.