

# UM ESTUDO SOBRE A INTERFERÊNCIA DE CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS SOBRE ENERGIA NA COMPREENSÃO DA TEMÁTICA ENERGIA E AMBIENTE

## A STUDY ON INTERFERENCE OF ALTERNATIVE CONCEPTIONS OF ENERGY IN THE UNDERSTANDING OF ENERGY AND ENVIRONMENT SUBJECT

### Resumo

A relevância do conceito de *Energia* tem sido amplamente destacada, seja pelo seu caráter integrador, seja pela relação com problemas sócio-ambientais relevantes. De outro lado, diversos estudos atestam a interferência de concepções alternativas na aprendizagem de conceitos científicos. Relacionadas com *Energia*, foram registradas: energia vinculada com *seres vivos*; com *movimento*; energia como *agente causal*; *recurso mundial escasso*; *subproduto de processos*; *um fluido*; ou *sinônimo de força*. Contudo, não identificamos análises da influência dessas concepções na compreensão de questões ambientais envolvendo a temática. Com esse objetivo, realizamos um estudo junto a alunos numa Escola de Areia Branca-RN, onde analisamos questionários e registros de discussões dos alunos sobre textos e equipamentos. A literatura adotada mostrou-se insuficiente para interpretar concepções apresentadas. Por outro lado, constatamos informações muito restritas sobre crise energética, entre os alunos. Conhecimentos prévios e lacunas sobre outros conceitos, como níveis estruturais da matéria, interferiram significativamente na interação com a temática.

Palavras-chaves: Energia, Concepções Alternativas, Energia e Ambiente.

\*Apoio: PIBIC/CNPq

### Abstract

The relevance of energy concept has been widely evocated, either for its role on integrating disciplines, either for its relation to important social and environmental subjects. On the other hand, many studies certify the interference of alternative conceptions in the learning of scientific concepts. Related with Energy, there have been listed: energy linked to living beings; to movement; energy as causal agent; as a world-wide resource; a by-product of processes; a fluid; or synonymous of force. However, we don't have found any analyses of the influence of these conceptions in the understanding of environmental questions involving the subject. With this aim, we carried out a study next to pupils in a School at Areia Branca city, at the state of Rio Grande do Norte, in which we analyzed questionnaires and registers of collective discussions of the pupils on texts and equipments. The adopted literature revealed to be insufficient to interpret some of the presented conceptions. On the other hand, we verified very restricted information on energy crisis, between the pupils. Previous knowledge and gaps on other concepts, as structural levels of the matter, had interfered significantly on the comprehension about the Energy and Environment thematic.

Keywords: **Energy, Alternative Conceptions, Energy and Environment**

\***Support:** PIBIC/CNPq

## INTRODUÇÃO

É amplamente reconhecida na literatura a relevância do ensino do conceito de energia, seja enquanto integrador de vários campos de conhecimento (Angotti, 1993; Bastos Filho, 2000; Angotti, 2005) seja enquanto aspecto importante da vida social atual, em sua relação com os diversos desafios para obtenção e uso de energia nas atividades humanas (Domenéch et al., 2003; Solomon, 1983; Germano et. al., 2001). Os problemas ambientais resultantes das soluções que damos para estes desafios e a lógica integradora dos fenômenos, que o conceito de energia possibilita, são, desta forma, uma forte motivação para um ensino do conceito com ênfase sobre a educação ambiental.

No contexto do ensino da Física, vemos que nem os materiais didáticos, nem os próprios relatos das pesquisas, salvo raras exceções (tais como Bastos Filho, 2000; e Benjamin e Teixeira, 2001), têm sistematizado reflexões que orientem o trabalho da temática *energia* na perspectiva ambiental.

A possibilidade de trabalho com materiais paradidáticos reforça os desafios para as tendências atuais de ensino que procuram trabalhar temáticas no ensino de Física, evitando ênfase sobre mudanças conceituais. No caso específico da energia, se considerarmos aspectos *conceituais* extremamente relevantes para a compreensão de problemas ambientais, como é o caso da conservação e da degradação da energia, teremos em mente que não se pode abrir mão da preocupação com os conceitos, sob pena de desenvolvermos uma educação ambiental meramente informativa, ou prescritiva.

A literatura concernente a concepções alternativas sobre energia sugere, de um lado, uma interferência destas concepções sobre os significados atribuídos a informações relevantes em *energia e ambiente*. As críticas aos excessos de preocupação com as mudanças conceituais, de outro lado, demandam uma ponderação para evitar os “reducionismos conceituais”. Esta “dinâmica” nos leva a questionamentos do tipo: “como as concepções alternativas sobre energia interferem na interpretação de informações relevantes sobre a temática *energia e ambiente*?”; “até que ponto, e como, deve ser considerada a interferência destas concepções, num ensino do conceito com ênfase na perspectiva ambiental?”

Tendo em mente essas questões, desenvolvemos em 2006 um estudo de caso junto a um grupo de 20 alunos voluntários, estudantes de uma Escola de Ensino Médio, da rede pública da cidade de Areia Branca, RN. Nesse texto, descreveremos, inicialmente, algumas concepções alternativas em energia, que utilizamos para estruturar o nosso estudo. Em seguida, apresentaremos a estruturação do mesmo e posteriormente discutiremos os principais resultados.

## CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS SOBRE O CONCEITO DE ENERGIA

A literatura registra vários estudos de concepções alternativas sobre energia que, naturalmente, interferem no processo ensino-aprendizagem do conceito (Solomon, 1992; Nicholls, e Ogborn, 1993; Ogborn, 1990; Driver e Warrington, 1985).

Considerando que a componente conceitual também é extremamente relevante para uma sensibilização ambiental e para se atingir uma percepção mais ecológica, algumas críticas direcionadas para um ensino com ênfase excessiva nas mudanças conceituais devem ser revistas.

Um dos argumentos utilizados nessas críticas é que a ênfase nos princípios e conceitos físicos seria mais apropriada num contexto de formação de cientistas. Numa perspectiva pedagógica mais voltada para a cidadania, abraçada cada vez mais pelos documentos que orientam o ensino médio, aspectos informativos, inseridos em contextos significativos que provoquem a busca pelo conhecimento, assim como o trabalho de atitudes, procedimentos e tomadas de decisão, passam a ganhar relevância e, de certa forma, a disputar o tempo escolar. Domenéch et al. (2003) alertam para esta mudança de perspectiva em função de novos objetivos

sociais para o ensino de ciências e lembram ainda que “la comprensión significativa de los conceptos exige superar el reduccionismo conceptual”.

Com este comentário, os autores estão trazendo à tona outra linha de argumentação para amenizar a ênfase nas mudanças conceituais, que diz respeito ao fato de aparentemente não se conseguir mudanças definitivas nos conceitos, mas sim a construção de significados diferenciados para estes, em diversos campos, a depender dos contextos. Autores como Solomon (1992) sugerem trabalhar não na perspectiva de uma mudança conceitual dos alunos, mas buscar que eles elaborem uma distinção entre o mundo da vida e o mundo científico, tomando consciência dos dois, mas sem precisar abrir mão do mundo da vida. Mortimer (2000) propõe que se utilize o termo *mudança* para se referir à construção do conceito científico, a partir do senso comum dos alunos; contudo, não se deve entender com isso que as pessoas abandonem suas concepções alternativas; apenas constroem e partilham *novos* significados.

Desta forma, as críticas seriam apenas ao reduccionismo conceitual e à obsessão por uma superação do senso comum. Na construção do conceito científico, naturalmente, é fundamental a distinção dele em relação às concepções alternativas. No caso da energia, Solomon (1992) relata a presença, no senso comum, de concepções de energia como um agente imaterial, ou seja, uma entidade abstrata que, não estando associada a aspectos materiais, também não é usualmente reconhecida como algo que possa ser quantificado. Encontra-se ainda a idéia de energia vinculada a entidades vivas, energia associada apenas a movimento, energia como atividade humana, energia como algo capaz de causar acontecimentos (Solomon, 1992; Nicholls, e Ogborn, 1993; Ogborn, 1990), ou finalmente, energia como um ingrediente, um processo ou subproduto resultante de uma situação (Driver e Warrington, 1985).

Tendo em vista que não dispomos ainda de um referencial unificado ou integrador, que organize os vários “achados”, optamos por usar como referência o trabalho de Brook e Driver (1984) por se tratar de uma revisão que abrange resultados de várias nacionalidades.

Esses autores sistematizam as concepções alternativas sobre energia nos seguintes blocos:

1 - Energia associada particularmente a “objetos animados”: ocorre a associação entre energia e coisas vivas, as quais precisam de energia para viver e estar ativas.

2 - Energia como sinônimo de força: alguns estudantes misturam os termos força e energia, deixando explícita a ligação direta dos termos como sinônimos.

3 - Energia identificada com movimento (ou algum tipo de atividade óbvia/explicita): o movimento é visto como necessário para se reconhecer energia em qualquer que seja a situação.

4 - Energia como uma fonte de atividade: a energia é entendida como um tipo de agente causal que se encontra armazenado em alguns tipos de objetos, havendo uma distinção entre objetos que possuem, precisam ou gastam energia.

5 - Energia como combustível: a energia seria como um recurso mundial com baixo suprimento, que deve ser economizado.

6 - Energia como um fluido: particularmente presente na análise de fenômenos elétricos.

7 - Energia como elemento de uma receita: neste caso a energia é vista como um ingrediente necessário ou um subproduto de um processo.

## **A ESTRUTURA DO ESTUDO DE CASO**

O estudo de caso que realizamos junto a um grupo de alunos de Areia Branca se deu em três encontros que integraram, ao mesmo tempo, uma intervenção com caráter de ensino.

O objetivo da nossa investigação foi verificar a existência de concepções alternativas sobre energia, e a possível influência dessas concepções na compreensão de situações ou problemas ligados a energia e Meio Ambiente. Para isso foram planejados três encontros, em dias consecutivos, com uma turma de vinte estudantes do Ensino Médio da Escola Estadual

Cônego Ismar Fernandes de Queiroz, em Areia Branca. Nessa interação com a Escola contamos com a colaboração de dois estudantes de licenciatura da UERN e do professor de Física da Escola.

Cada encontro atendia a um objetivo distinto, os quais serão descritos a seguir.

### **Primeiro Encontro**

A proposta para o primeiro encontro era identificar as concepções dos alunos sobre energia e seu conhecimento e compreensão sobre crise energética. Foram preparados dois momentos: a aplicação de um questionário a ser respondido individualmente pelos alunos, e uma discussão em grande grupo, sobre situações abordadas no mesmo.

**O questionário**, composto de duas partes, continha as perguntas listadas a seguir.

#### **Parte 1**

1. Para você, o que é energia?
2. O homem primitivo consumia energia? Explique sua resposta.
3. Nas situações abaixo, identifique se você reconhece ou não presença de energia e justifique cada resposta. (situações: um rio, uma fruta, uma geladeira, uma salina, uma fogueira, água numa cachoeira, uma floresta, um animal morto, um ferro elétrico, o sol, uma nuvem, pessoa se exercitando, um cacto, um computador e petróleo, outra que você considere instigante pensar sobre ela). Na seleção das situações utilizadas neste item procurou-se abranger: exemplos que pudessem explicitar diferentes concepções mencionadas na literatura, situações referentes à temática fontes de energia e ambiente (petróleo, floresta) e elementos próprios do ambiente próximo dos alunos (tais como salina e cacto).

#### **Parte 2**

A segunda parte do questionário, voltada para as idéias sobre crise energética, abrangia duas questões:

1. Você acha que é importante economizar energia? Por quê?
2. Você já ouviu falar em crise energética? O que você entende que é isso, ou seja, ela estaria relacionada com o quê?

Para essa discussão nós utilizamos também imagens, projetadas em retroprojeter, selecionadas conforme as situações analisadas com maior incômodo por parte dos alunos.

### **Segundo Encontro**

O segundo encontro foi estruturado a partir de três momentos:

Primeiro, seriam retomadas situações do dia anterior diante das quais os alunos tivessem encontrado mais dificuldades para se posicionar.

Em seguida, os alunos seriam apresentados a uma maquete de usina eólica montada pelas autoras - “movida” a um ventilador -, um par de células fotovoltaicas, e um carrinho movido a corda. As células fotovoltaicas estariam acopladas a um medidor de corrente.

O objetivo aqui seria satisfazer medianamente algumas necessidades cognitivas dos alunos, ilustrando que de fato é possível obter energia elétrica a partir da radiação solar ou do vento. Ainda sem apresentar uma discussão teórica sobre os fenômenos apresentados, esperava-se prepará-los para uma nova etapa de dados, no terceiro momento.

No terceiro momento programamos a leitura e discussão de pequenos textos sobre fontes de energia. A leitura seria realizada em grupos, com informações sobre uma fonte específica de energia. Cada grupo deveria apresentar, para os demais, informações sobre a fonte estudada. Caberia a nós o registro, na discussão dos textos, dos aspectos que ofereciam mais dificuldades para a sua compreensão, de possíveis interferências de concepções alternativas sobre energia na interação dos alunos com os textos e entre si. Os textos abrangiam a fotossíntese e transformações envolvendo o sol, o vento, o átomo, a biomassa, o petróleo.

### **Terceiro Encontro**

O terceiro encontro foi estruturado para esclarecimentos e explicações sobre os temas abordados nos dias anteriores. Previa a apresentação de alguns aspectos do conceito de energia em conformidade com a Física, incluindo-se aí a identificação de diferentes formas de energia. A partir disto, seriam retomadas as formas e transformações de energia nas diferentes fontes discutidas nos encontros anteriores, e sistematizados problemas relacionados à crise energética.

## **REALIZAÇÃO DOS ENCONTROS**

Os encontros foram realizados durante a manhã, no horário usual das aulas, transcorrendo conforme descritos a seguir.

### **Primeiro Encontro**

Inicialmente foi realizada uma breve apresentação do projeto, com o intuito de deixar os alunos mais à vontade com a pesquisa. Explicou-se que o objetivo do nosso trabalho seria conhecer melhor o que os jovens do Ensino Médio pensam e conhecem sobre energia para melhorar nossas propostas de como ensinar a Física. Além disso, esperávamos que pudessemos apresentar alguns assuntos ligados à Física e ao tema de energia, e que se relacionam com o dia a dia deles. Na etapa de respostas aos questionários, a atenção dos alunos pareceu totalmente voltada à tarefa a eles proposta.

Após entregarem os questionários respondidos, foi realizado um debate sobre as situações que os alunos disseram encontrar mais dificuldades para identificar se havia ou não a presença de energia. Um objetivo deste momento era, além de explicitar com mais clareza as idéias dos alunos, observar como as concepções que um deles apresentava iriam interagir com as do outro. Os alunos foram induzidos a discutirem entre si suas próprias opiniões, não recebendo respostas dos pesquisadores que satisfizessem suas curiosidades e dúvidas. Buscou-se apenas levá-los a expressar suas idéias e a interagir com as idéias dos colegas, as quais serão explicitadas na descrição dos resultados adiante. Esse encontro terminou com os alunos pedindo insistentemente para respondermos suas perguntas, fortemente incomodados com as dúvidas que haviam nascido.

### **Segundo Encontro**

No segundo encontro foram mostradas aos alunos a maquete da usina eólica e as células fotovoltaicas. Dois grandes grupos observaram os equipamentos em tempos diferentes, sob orientação das autoras.

Durante a exposição da maquete da usina eólica foi perguntado aos alunos como eles explicavam aquele fenômeno, ou como achavam que o vento conseguia acender as lâmpadas.

A defesa de que elétrons do vento estavam passando pela maquete estava encontrando adeptos, quando um dos alunos sugeriu que a causa das lâmpadas acenderem era a força do vento, mas não algo do vento em si. E se propôs a girar as hélices da maquete com as próprias mãos, para testar. O fato de as lâmpadas acenderem causou um pouco de espanto nos alunos que estavam construindo o modelo dos “elétrons do vento”.

Os próprios alunos chegaram à conclusão de que seria a força do vento a responsável pela geração de eletricidade e, com a ajuda de alguns questionamentos, concluíram que na verdade outra coisa que movesse as hélices também poderia produzir eletricidade. “A água do mar poderia?”, perguntamos. Neste ponto houve certa divisão, alguns alunos se comprometendo com o modelo que surgira no primeiro dia, que o sal “corta” a eletricidade, e outros questionando que através do movimento, a água do mar poderia exercer força na hélice e produzir energia elétrica.

No caso da placa fotovoltaica, a mesma foi mostrada sem questionamentos aos alunos, sem que fosse solicitado deles explicações para seu funcionamento.

O ultimo objeto mostrado foi um carrinho de brinquedo movido a corda. Nesta situação, alguns alunos conseguiram identificar energia, por causa do seu movimento, enquanto outros não.

Terminado esse contato com os equipamentos, os alunos foram novamente divididos em grupos menores para a realização de leitura dos textos sobre fontes de energia. Após a leitura cada grupo foi solicitado a explicar para o restante da turma o que tinha entendido sobre a fonte descrita em seu texto. Os registros sobre esta etapa serão discutidos no item a seguir.

O segundo encontro foi então concluído com o compromisso de que no dia seguinte algumas visões da Física seriam finalmente apresentadas. Algumas questões foram solicitadas: O animal morto tem energia?; As pedras tem energia?; Existe uma energia mãe a partir da qual todas as outras seriam derivadas? Seria o sol?; Qual a diferença entre energia e eletricidade ou energia e energia elétrica?

### **Terceiro Encontro**

O terceiro encontro foi organizado a partir de momentos de explicações e esclarecimentos de dúvidas levantadas pelos alunos, sendo as pesquisadoras responsáveis por esse processo.

A concepção apresentada sobre energia fez uso de reflexões desenvolvidas por Knight (2002), muito próximas da visão de Richard Feynmann (2001), que explicita energia como uma quantidade. Nas palavras de Knight: **Não há uma coisa em que você apontar o seu dedo e dizer: “Aqui! Isto é energia!”**. Foi abordado que esta quantidade é obtida a partir de diferentes características de um sistema, que caracterizam formas específicas de energia, exemplificando-se algumas delas para dar sentido à idéia. Abordamos inicialmente as formas de energia que são mais intuitivamente aceitas, porque se associam a características do sistema que explicitam atividade e em seguida discutimos formas menos evidentes, associadas à arranjos das partes do sistema entre si, tais como energia potencial elétrica ou química e energia potencial gravitacional. Finalmente, trabalhou-se a informação de que a mera existência de massa permite atribuir ao sistema uma energia de repouso.

Outras afirmações foram oferecidas para dar sentido às situações discutidas nos encontros anteriores. Os alunos conseguiram, em seguida, interpretar as situações tidas como mais problemáticas para analisar a relação com energia.

A discussão sobre crise energética foi um tanto prejudicada pelo tempo, ocorrendo em torno das seguintes questões: a intensificação deste consumo energético; a interferência que as formas usuais de aproveitamento energético, voltado para nossas ações, provocam na transformação do ambiente.

## **ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS**

Com a estruturação descrita anteriormente, o estudo de caso contou com os seguintes dados levantados: Resposta individual dos alunos ao Questionário sobre concepções sobre energia e conhecimentos sobre crise energética; Registros da discussão coletiva sobre situações do questionário; e das discussões sobre pequenos textos relacionados a fontes de energia.

## **RESULTADO DA ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS (RESPOSTAS INDIVIDUAIS)**

### **Parte 1 – Concepções sobre Energia**

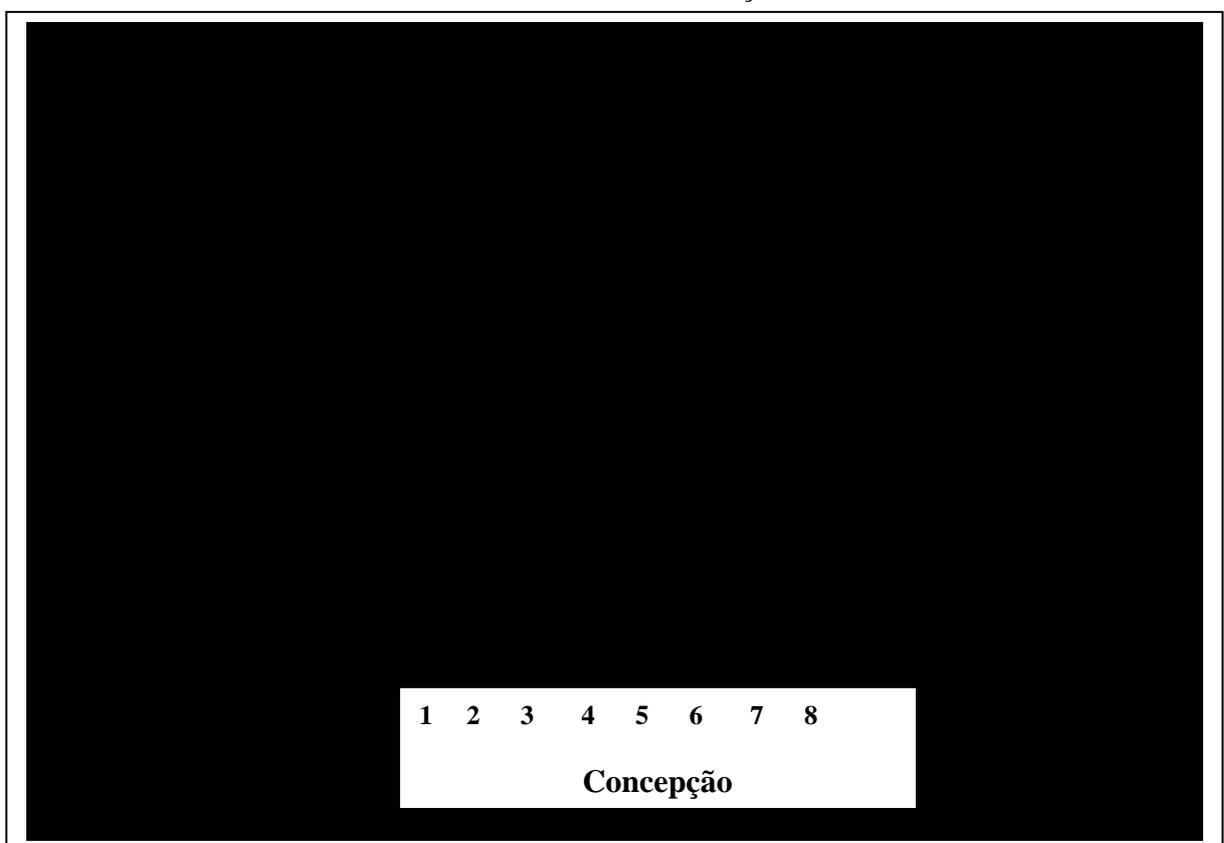
Para identificar as concepções alternativas sobre energia mantivemos como referência a classificação de Brook e Driver (1984), descrita anteriormente.

Alguns padrões de argumentos encontrados nas falas dos alunos não possuem registro nas categorias levantadas por aqueles autores. É o caso da tendência a identificar energia de

forma diferenciada com energia elétrica, que nos levou a interpretá-la como uma concepção alternativa junto às demais identificadas na literatura. Sete (07) alunos apresentaram esta concepção, sendo que 03 deles utilizaram-se dela de forma bem restritiva nas suas considerações sobre energia; nesses 03 casos, o reconhecimento de que uma situação se relacionava com o uso de energia elétrica era praticamente o único critério para associá-la ou não com a presença de energia.

Outros padrões não discutidos por aqueles autores foram identificados nos critérios utilizados por alunos para identificar (ou não) a presença de energia numa dada situação: a) se tratava-se (ou não) de um elemento da Natureza (01 aluno); b) se eram úteis para os seres humanos (02 alunos); c) se era um ser vivo ou não, mas dentro de uma visão animista da Natureza, que incluía por exemplo o rio como ser vivo (01 aluno). Como estes padrões apareceram em bem menor quantidade, não os tratamos ainda como concepções, mas pretendemos retomar seu estudo com base em outros referenciais teóricos.

O Gráfico 1 oferece uma síntese inicial das informações reunidas.



**Gráfico 1. Frequência das concepções sobre energia, no grupo de alunos estudados.**

**Códigos das Concepções:** 1. energia como ser vivo; 2. energia como movimento; 3. energia como sinônimo de força; 4. energia como agente causal ou fonte de atividade; 5. energia como combustível; 6. como fluido; 7. energia como subproduto de uma receita; 8. energia como energia elétrica.

Os dados não mostraram nenhuma concepção com elevada predominância, sendo mais frequentes, contudo, as concepções de **energia como energia elétrica** (07 alunos) e energia **como fonte de atividade** (06 alunos). Identificamos ainda que quatro alunos apresentaram um discurso estruturado com base em mais de uma concepção. Por outro lado, duas concepções, Energia como combustível e energia como ingrediente, não foram explicitadas pelas respostas de nenhum dos alunos.

Questionários Parte 2 – Conhecimentos sobre Crise Energética.

Uma primeira coisa a chamar a atenção é que as respostas às questões sobre crise energética foram bem mais vagas do que as referentes à Parte 1 do Questionário. Havia pouquíssima informação sobre crise energética nos conhecimentos prévios dos alunos. Ainda assim, uma análise dos textos escritos nos permitiu fazer algumas afirmações.

Para a pergunta 1, todos os alunos afirmaram que acham necessário economizar energia, sendo que um (01) deles colocou uma condição: se a fonte utilizada for não renovável. Para a pergunta 2, treze (13) alunos disseram já ter ouvido falar sobre energia, 02 disseram que não lembravam, e 07 afirmaram nunca ter ouvido falar.

Vimos que poucos alunos relacionam os problemas energéticos com fontes específicas de energia, no caso destacando-se a relação estabelecida entre crise energética com energia elétrica. Nesta mesma linha estão a maioria dos argumentos que relacionam a crise energética com a falta de água, sendo que um destes argumentos, por exemplo, identifica o problema da poluição da água com a seca e com a falta de energia elétrica. O petróleo é mencionado apenas por um aluno, na resposta sobre por que devemos economizar energia.

A natureza das respostas não permite um confronto claro de possíveis interferências entre as concepções sobre energia e dificuldades de compreensão da crise energética. Maior clareza a esse respeito deveria ser buscada, de forma complementar, nas discussões coletivas sobre os textos que abordam fontes de energia, discutidos mais adiante.

## **RESULTADO DA ANÁLISE DA DISCUSSÃO COLETIVA SOBRE O QUESTIONÁRIO**

O debate em grande grupo sobre pontos do questionário iniciou-se com a seguinte seqüência de perguntas: “Como foi responder ao questionário?”; “Alguma parte levou a pensar mais do que outras?”; “Em quais das situações vocês encontraram mais dificuldade de identificar energia?”. E para essa pergunta obtivemos algumas respostas que dirigiram a discussão para o seguinte ponto: “Por que a dificuldade de se identificar energia nessas situações?”.

As situações destacadas pelos alunos como mais difíceis de pensar foram: a) rio, b) floresta, c) estação elétrica (situação introduzida por nós, pesquisadores, através de transparências), d) petróleo, e) pedras em repouso, f) pessoa dormindo e g) animal morto.

Algumas de suas respectivas justificativas serão ilustradas a seguir, conforme registramos através de anotações por escrito e fita cassete.

O rio:

“No rio tem energia, mas eu não sei explicar por que.”

Alguns alunos afirmavam que sabiam que no rio tem energia, já que do rio obtemos energia elétrica. Mas não sabiam como isso era possível.

Um dos estudantes colocou que sabia que era através de um canal, com turbinas, que se produzia energia elétrica a partir do rio. Mas que não seria porque no rio em si tem energia, a força da água do rio é que faria produzir energia. Interrogados se alguém mais já tinha visto ou ouvido falar algo sobre o processo de produção de energia elétrica numa hidrelétrica, nenhum outro aluno se manifestou.

Uma outra vertente foi defendida: “O rio não tem energia porque a água não se dá bem com a energia, se jogar água na energia, leva choque.” (Aluna “S”).

Não procuramos fazer com que eles fechassem uma decisão sobre o rio, mas somente esgotar a defesa de argumentos, para as diferentes posições. Esta foi uma postura geral nossa.

b) a Floresta

“A floresta tem energia porque o fósforo, para acender o fogo, é retirado dela.”

“Acho que todo tipo de objeto tem sua própria energia.”

“Na floresta não tem energia por que está tudo parado.”

Como se vê, enquanto argumentos lançados por alguns alunos defendiam a existência de energia na floresta, parte deles negava-se a fazer essa ligação, dado que a floresta se encontrava parada, em repouso.

c) Estação Elétrica

“Acho que na estação elétrica tem energia, mas não sei por que vem da água, é um pouco sem lógica!”

“Como é que vem da água se eles não se entendem?” (Aluna “S” que tendia, durante a conversa, a construir modelos nesta perspectiva: água e energia não se entendem, já que dá choque, se misturar os dois).

Os alunos ficaram confusos ao pensarem em hidroelétricas. Alguns lançaram a pergunta “A água do mar produz energia?”, e como resposta de um de seus colegas obteve:

“Claro que não por que o sal corta a energia, é como se um fosse positivo e o outro negativo”. (Aluna “S”, novamente).

Formou-se um razoável consenso no grupo, que da água do mar não se poderia obter energia elétrica, embora um dos estudantes, o mesmo que referia-se a detalhes de partes de uma hidrelétrica, afirmasse já ter lido que sim.

d) Petróleo

“O petróleo tem energia porque faz o carro se mover.” Ou:

“No petróleo não tem energia por que não é como a gasolina que move o carro.”

“**Quando vira gasolina** é por que já adquiriu energia.”

Num retorno ao questionário, verificamos que 15 dos 20 alunos identificam petróleo como energia.

e) Pedras em repouso (introduzida na discussão com uso de transparência):

Para alguns, não tem energia nas pedras, porque estão paradas, em repouso. Para outros:

“Nas pedras tem energia por que se usavam as pedras para gerar o fogo.”

“Como a água do mar produz pedras, então as pedras têm energia.”

“Como na crosta terrestre tem energia, então nas pedras também tem.”

f) Pessoa Dormindo

g) Animal Morto

“Tem energia porque quando se degradar mais, será vitamina para o solo.”

“Depende do tempo de sua morte, se fizer pouco tempo ele tem.” (A idéia neste caso era: já que a gente come carne fresca, de vaca, por exemplo, no animal morto podia ter energia).

“Tem energia por que está quente, por causa da agitação molecular.” (Mesmo aluno que argumentou com os colegas que energia não necessariamente estaria por dos seres vivos, senão comeríamos, comeríamos, e continuaríamos vivos).

A posição contrária:

“Não tem porque não é um ser vivo.”

(Ou porque não possui atividade.)

Esses momentos de discussão coletiva entre os alunos podem ser resumido com as seguintes afirmações, vistas como características do grupo estudado:

Há uma tendência a entender energia como **energia elétrica**;

Embora os alunos (à exceção do que foi visto em um questionário) não restrinjam a idéia de energia unicamente aos **seres vivos**, aceitam com certo conforto a idéia de que seres vivos possuem/relacionam-se com energia. Isso é particularmente verdade quando o argumento é associado às atividades dos seres vivos (ou a seres vivos com atividade explícita).

Os motivos usados em grupo são vários, desde o fato de que estes seres necessitam de energia para realizar suas atividades, ou necessitam da água e do solo para sobreviverem (no caso das plantas) e estes têm energia; até o fato de terem água em sua composição e a água poder gerar energia elétrica.

No caso da floresta, o conflito entre os argumentos: tem seres vivos e nada acontece nela, está tudo parado não foi resolvido em grupo.

**Atividade explícita**, de modo geral, é um elemento razoavelmente utilizado para justificar que algo possui energia, enquanto certa resistência aparecia, nas conversas coletivas, para aceitar que algo em repouso possuía energia. Assim, havia dúvidas se a água do rio possuía energia, embora fosse sabido que a partir dela obtinha-se energia elétrica. Para a floresta também teve repercussão no grupo a defesa de que nada acontecia ali, estava tudo parado. A tentativa de argumentar em torno da temperatura do organismo morto, por exemplo, recebia impacto por parte do grupo. Embora a palavra atividade não tenha sido elaborada no primeiro encontro, em grupo, no segundo dia ela já seria enunciada (energia é tudo que apresenta alguma atividade, nas palavras de um dos alunos).

Presenciamos, na discussão coletiva, uma tendência em utilizar certa idéia de **continuidade ou encadeamento na existência da energia**, para analisar sua presença ou não numa situação. Um exemplo seria uma das justificativas aceitas pelo grupo para que seres vivos tivessem energia: ele está pleno de água, como a água possui energia, o ser vivo possui. A gasolina faz o carro se mover, a gasolina tem energia. Como a gasolina vem do petróleo, isso quer dizer que o petróleo tem energia. Alimenta-se de água e solo, como o solo tem energia, ele tem energia. Ao mesmo tempo, contudo, esta tendência não se torna um compromisso de raciocínio. Por exemplo, cala-se diante da defesa, de um dos alunos, de que o petróleo não tem energia, só a gasolina. Parece haver uma tendência de fechar uma seqüência/encadeamento/“caminho” da energia ou mais exatamente de elementos que contêm e repassam energia, mas isso não se constitui um vínculo permanente. A energia pode simplesmente acabar: Num ser morto, para alguns, a energia acaba. E ninguém cobrava, até o fim, a sua continuidade.

Estes seriam os principais elementos que a observação da discussão em grupo nos levou a concluir. Para finalizar a discussão dos resultados, passamos agora aos registros da apresentação dos textos no grande grupo.

### **Resultado da Apresentação dos Textos sobre Fontes de Energia**

Com relação à etapa de discussão sobre fontes de energia, no Segundo Encontro, foi visível um desestímulo dos alunos em relação aos textos, aparentemente não apropriados para interagir com os seus conhecimentos prévios sobre ciências, ou para suas habilidades de leitura.

Diante dessa reação de não entusiasmo, sugerimos a comunicação inicial dos fenômenos por meio de mímica. Isso facilitou um pouco a disponibilidade de alunos para participar.

Apesar das estratégias buscadas, as problematizações que esperávamos observar entre os alunos na discussão dos textos não ocorreram. Na prática, tivemos que intervir ajudando os alunos na sistematização dos textos lidos. Pôde-se verificar alguns movimentos nas falas dos alunos, tais como: ao falar em biomassa, a aluna que estava narrando o entendimento do grupo parecia um pouco confusa sobre a possibilidade de gerar eletricidade com a biomassa; em relação ao grupo que falou sobre energia solar, por sua vez, a utilização de alguns números dificultaram o acesso ao texto como um todo. Na representação do texto sobre a energia do vento, o aluno deixou bem claro no seu discurso que o vento não tem energia, somente força. Sobre isso, como não é comum a distinção entre termos como força e energia, talvez a identificação de energia com energia elétrica tenha gerado esta ocorrência, com a força sendo mais visualizada com impacto, e esforço mecânico, e “energia” aos fenômenos elétricos.

Os alunos foram interrogados sobre o significado que atribuíam à expressão “energia química”, utilizada por eles ao discutirem fotossíntese e biomassa, e ainda, sobre o que lembravam que tinham estudado sobre átomo, carga, molécula, célula. Nas respostas, foi explicitado que estes termos ainda não faziam sentido para a maioria deles, e principalmente,

verificou-se que não estava disponível no grupo a informação de quais destas estruturas compõem as outras. A palavra célula (que remetia a alguma estrutura ou ente, e não às células fotovoltaicas) não era associada unicamente a seres vivos, por exemplo. Parece-nos, portanto, que os textos não dialogaram apropriadamente com os saberes prévios dos alunos e os dados que poderiam ter sido levantados nesta etapa ficaram realmente prejudicados. Consideramos que a presença de outras concepções (sobre matéria, fotossíntese, carga, célula) pode ter interferido de forma mais marcante nas informações presentes nos textos, dificultando o acesso à interação entre as concepções sobre energia e textos sobre energia e ambiente.

## **CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS**

No que se refere ao objetivo de visualizar de que forma concepções alternativas sobre energia podem interferir na compreensão de alunos do Ensino Médio sobre crise energética, consideramos que os dados obtidos são insatisfatórios para ilustrarem de forma incisiva como pode se dar esta interferência.

No estudo desenvolvido, conhecimentos prévios do grupo relacionados com conceitos diferentes de energia, parecem ter interferido de forma sobreposta, ou prioritária, com um dos instrumentos escolhidos para a investigação (os textos sobre fontes). Rever o instrumento proposto é uma das recomendações para um segundo estudo que pretendemos realizar, tendo em vista outros resultados significativos que alcançamos.

De fato, a investigação trouxe resultados relevantes na medida em que:

- os dados sobre concepções alternativas sobre energia sugerem fortemente que a referência utilizada para discuti-las seja revista de modo a incluir padrões de argumentos encontrados no estudo de caso: energia como algo necessariamente útil para o ser humano; energia como energia elétrica e energia como algo restrito a elementos da Natureza;
- os dados mostraram a necessidade, já atestada, dos professores das Ciências se ocuparem em inserir no ensino a compreensão e conscientização sobre problemas ambientais de dimensão global, como é o caso da crise ou dos problemas energética;
- as concepções apresentadas pelos alunos e seus conhecimentos sobre crise energética talvez possam sugerir que se busquem padrões de interação entre as concepções dos alunos e as informações nos textos sobre energia e ambiente distintos de conflitos cognitivos. Esta é uma hipótese a se considerar no aprofundamento dos instrumentos de análise.

Apesar de não identificadas interferências do tipo “produção de conflitos”, o estudo de caso permite apontar pontos necessários, a serem buscados através do ensino da Física, para uma abordagem de ensino sobre energia vinculado à preocupação com problemas energéticos globais. Considerando-se o padrão de concepções alternativas identificadas, entre outros pontos a Física deve contribuir para ampliar o conceito de energia dos alunos, um desafio aparentemente não tão trivial, incluindo, nesta ampliação a integração do seu conceito de energia com a concepção cotidiana de energia como energia elétrica.

## **BIBLIOGRAFIA**

ANGOTTI, J. A. Conceitos Unificadores e Ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. V. 15, n. (1 a 4), p.191-198, 1993.

ANGOTTI, J. A. P. **Ensino de Ciências e Complexidade**. Disponível em: <[http://www.ced.ufsc.br/men5185/artigos/angotti\\_ensino\\_de\\_ciencias.htm](http://www.ced.ufsc.br/men5185/artigos/angotti_ensino_de_ciencias.htm)>. Acesso em: 15/07/2005.

BASTOS FILHO, J.B. **Um Breve Ensaio sobre Eventuais Contribuições da Física para o Estudo Questões Educacionais, Ambientais e de Desenvolvimentos**. Anais do VII EPEF, 2000.

- BENJAMIN, A. A. e TEIXEIRA, O.P.B. Análise do Uso de um Texto Paradidático Sobre Energia e Meio Ambiente. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 23, no. 1, Março, 2001, p. 74-82.
- BERMANN, C. **Energia no Brasil: Para Que? Para Quem?** São Paulo: Livraria da Física, 2003.
- BRANCO, S. M. **Energia e Meio Ambiente**. São Paulo: Moderna, 1990.
- BROOK, A., and DRIVER, R. Aspects of Secondary Students Understanding of Energy: Full Report. **Children's Learning in Science Project**. Leeds: The University of Leeds, 1984.
- DRIVER, R.; WARRINGTON, L. Student's use of the principle of energy conservation in problem situations. **Physical Education**, Vol. 20, p.171-176, 1985.
- DOMÉNECH, J. L.; GIL-PÉREZ, D.; GRAS, A.; GUIASOLA, J.; MARTÍNEZ-TORREGROSA, J.; SALINAS, J.; TRUMPER R. y VALDÉS, P. La enseñanza de la energía: una propuesta de debate para para un replanteamiento global. Em: **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Vol. 20, nº 3, Dezembro 2003.
- FEYNMANN, R. P. **Física em Seis Lições**. São Paulo: Ediouro, 2001.
- GERMANO, A. S. M., SOUZA, A. M., QUEIROZ, A.S.B., BRITO, E., A. T., COSTA, G. B., FREIRE, R. S. e SILVA, R.R. “ Física para quê? Respostas em espaços informais.”, XIX Encontro de Físicos do Norte e Nordeste. Natal – RN, 2001.
- KNIGHT, R. D. **Five Easy Lessons. Strategies for Successful Physics Teaching**. San Francisco, CA: Addison Wesley, 2002.
- MORTIMER, E. F. *Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciência*. Belo Horizonte – MG: Ed. UFMG, 2000.
- OGBORN, J. Energy, Change, Difference and Danger. **SSR**, 72 (259), 81-85. 1990.
- QUADROS, S. A. **Termodinâmica e a Invenção das Máquinas Térmicas**. São Paulo: Scipione, 1996.
- RAVIOLO, A.; SIRACUSA, P. y HERBEL, M. Desarrollo de Actitudes Hacia el Cuidado de la Energía: Experiencia em la formación de Maestros. **Enseñanza de la Ciencias**, 18 (1), 79-86. 2000.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA. **Física para o Brasil - Pensando o Futuro**. São Paulo: SBF, 2005.
- SOLBES, J. y TARÍN, F. Algunas Dificultades en Torno a la Conservación de la Energía. **Enseñanza de las Ciencias**, 16 (3), 387-397, 1998.
- SOLOMON, J. **Getting to know about energy**. Bristol, PA: The Falmer Press, 2002.
- NICHOLLS, G. e OGBORN, J., Dimensions of children's conceptions of energy. **International Journal of Science Education**. 1993, VOL. 15, NO.1, 73-81.
- VILCHES, A. y GIL, D. **Construyamos un futuro sostenible. Diálogos de supervivencia**. Madrid: Cambridge University Press, 2003.