

# **ESTUDO DAS CONCEPÇÕES DOS ALUNOS SOBRE A ENERGIA ELÉTRICA E SUAS IMPLICAÇÕES AO AMBIENTE**

**Giani Mariza Bärwald Böhm - FURG**  
**Arion de Castro Kurtz dos Santos - FURG**

**RESUMO** - O presente artigo relata alguns resultados de um estudo piloto desenvolvido a partir do levantamento das concepções de alunos formandos de cursos técnicos do Centro Federal de Educação Tecnológica de Pelotas (CEFET/RS) sobre energia elétrica e suas implicações ao meio.

Inicialmente buscamos subsídios científicos em algumas literaturas sobre o tema, após elaboramos um referencial de pesquisa com a utilização de redes sistêmicas que serviram para orientar o trabalho e em especial para elaborar o instrumento de pesquisa. A partir dos posicionamentos do grupo com relação às questões propostas, foi delineada uma metodologia para a categorização das respostas com o auxílio de redes sistêmicas; além desta análise geral, apresentamos outra mais detalhada com a utilização de gráficos e redes parciais sobre cada tópico abordado pelos alunos.

Com este estudo foi possível classificar as diversas concepções do grupo, onde verificamos a existência dos diferentes níveis de percepção, o que ratifica a importância de um aprofundamento nesse tema objetivando ampliar o envolvimento junto à sociedade e tendo em vista a elaboração para um processo formador em Educação Ambiental sobre o ensino-aprendizagem de habilidades, conhecimentos e atitudes condizentes com o exercício pleno da cidadania e da profissão escolhida.

Palavras Chaves: Ensino, Currículo, Energia Elétrica, Educação Ambiental.

## **OBJETIVOS**

O objetivo dessa etapa da pesquisa foi identificar as concepções de um grupo de alunos formandos dos cursos técnicos de Manutenção Eletromecânica e Mecânica Industrial do CEFET/RS sobre as implicações da energia elétrica ao ambiente.

## **TEORIAS DE APRENDIZAGEM E FORMAÇÃO DE CONCEITOS**

O referencial de trabalho sobre concepções tem como base às idéias da psicologia genética de Piaget (1971), Vygotsky (1934)<sup>1</sup> e Ausubel et al. (1978) que trazem importantes esclarecimentos sobre a formação de conceitos e seu papel na aprendizagem. Bem como, os estudos realizados por Driver (1985, 1986) e Minguet (1998) que compartilham a possibilidade de se partir dos conhecimentos prévios dos alunos para a elaboração de uma proposta educativa.

Para Piaget (1971) as estruturas cognitivas apresentam-se por estágios qualitativamente distintos, que evoluem conforme a idade do aprendente. Desses estágios destacamos dois, que são: operações concretas e operações formais, que se desenvolvem durante a idade escolar.

---

<sup>1</sup> Vygotsky (1934) ; tradução Camargo, J. São Paulo, 1998.

Outros autores como Vygotsky (1934) e mais recentemente Ausubel, Novak e Hanesian (1978) abordaram a aprendizagem a partir de posturas mais coincidentes com a instrução. Vygotsky contribuiu com importantes idéias sobre a aquisição de conceitos espontâneos e científicos. Podemos encontrar aplicação dessa linha de pensamento em estudos mais recentes sobre a influência das concepções espontâneas dos alunos na compreensão de noções científicas (por exemplo, Driver 1986; Driver, Guesne e Tiberghien, 1985).

Os conceitos espontâneos formam-se no contexto da interação social, e neles a atividade consciente do sujeito se orienta aos objetos, quer dizer, o sujeito não é consciente de seus próprios conceitos: seu pensamento se caracteriza pela falta de conhecimento das relações, já que, mesmo que as manipule, o faz de maneira não intencional (Minguet, 1998).

Vygotsky considera os conceitos científicos como os verdadeiros conceitos. Esses, diferentemente dos espontâneos, são adquiridos no âmbito da instrução.

Embora possam seguir caminhos diferentes em sua formação existe uma conexão entre ambos os sistemas. O desenvolvimento da atividade espontânea e da científica se relacionam e influem mutuamente, fazem parte de um processo único, o da evolução da formação do conceito, que se encontra influenciado pelas variações externas e pelas condições internas (Vygotsky, 1998).

Ausubel, Novak & Hanesian (1978), dedicaram-se especificamente aos processos de ensino/aprendizagem dos conceitos científicos a partir dos conceitos previamente formados pela criança em sua vida cotidiana. Do ponto de vista da aprendizagem significativa formulada por Ausubel, uma pessoa adquire um conceito quando é capaz de dotar de significado uma informação, que se apresenta, e traduzir com suas próprias palavras. Dessa forma, é necessário relacionar os novos conhecimentos com as estruturas cognitivas que o aprendiz já possui. A dificuldade reside em delimitar quais são esses conhecimentos prévios dos alunos e a partir dos quais se pode construir a aprendizagem significativa.

Neste contexto, toma importância a análise dos conhecimentos prévios, ou construções pessoais, como base para a aquisição de novos conhecimentos. Segundo Minguet (1998, p.166), os conhecimentos prévios podem ter origem diferente e variar em estrutura conforme a área, pois...

*...o conhecimento do **mundo natural** é muitas vezes **espontâneo** e se baseia nas percepções imediatas do meio ambiente, em um raciocínio intuitivo e na utilização do raciocínio causal simples; o conhecimento do **mundo social** é, sobretudo, **induzido**, e se constrói por representações sociais transmitidas através de canais de socialização: família, relações sociais, meios de comunicação, etc. Em outras áreas, com **caráter formal**, é necessária a utilização de **analogias** ou modelos: este é o caso de alguns aspectos da física, química, filosofia, etc. (grifos meus).*

Ao conjunto de conhecimentos repassados pelo ensino formal e por aqueles resultantes da experiência de vida (senso comum) denominaremos de concepção. Para Giordan & Vecchi (1996) o termo concepção...

*... enfatiza o fato de que se trata, num primeiro nível, de um conjunto de idéias coordenadas e imagens coerentes, explicativas, utilizadas pelos aprendentes para raciocinar ante situações-problemas, mas sobretudo põe em evidência a idéia de que esse conjunto traduz uma estrutura mental subjacente responsável por essas manifestações contextuais (p.89).*

A integração do senso comum e escolaridade são variáveis que darão subsídios ao aluno, contribuindo para aumentar o grau de complexidade e variabilidade de formas e níveis de percepção e as conseqüentes concepções e atitudes sobre o mundo que o cerca.

Para Minguet (1998) é a experiência dos sujeitos que irá condicionar o tipo de conhecimento a ser construído. Em outras palavras, da mesma maneira que a sobrevivência das espécies está em função da adaptação ou ajuste dos organismos ao meio ou ao nicho ecológico, a sobrevivência do conhecimento estará em função da experiência prévia, que é o que condiciona, em seu duplo sentido de limitar e de possibilitar a construção e o desenvolvimento do conhecimento mais ajustado.

Porém, destacamos que no presente artigo quando utilizamos o termo *concepção* não estamos necessariamente pretendendo carregar todo o significado teórico de trabalhos já desenvolvidos na área de Educação em Ciências, como, por exemplo, pela pesquisadora Rosalind Driver e outros. Nossa intenção é, na verdade, que o termo concepção refira-se a todo o conhecimento do aluno de senso comum ou adquirido através do ensino formal na escola.

## **UMA VISÃO CIENTÍFICA SOBRE A ENERGIA ELÉTRICA E SUA INFLUÊNCIA SOBRE O AMBIENTE**

A palavra energia, derivada do vocábulo *enérgeia*, que em grego significa “em ação”, é a propriedade de um sistema que lhe permite existir, ou do ponto de vista físico, capacidade de realizar trabalho; para Branco (2000) esse é um dos conceitos mais aceitáveis e simples. Quando a energia está realmente realizando trabalho, ela é chamada de cinética, por exemplo, ação do vento ou ondas luminosas do sol. Outra forma de energia é a potencial, aquela que em repouso é capaz de realizar trabalho, como, por exemplo, a energia nas ligações químicas da biomassa.

Um aspecto fundamental relacionado à energia é que esta pode se apresentar de diferentes formas tais como: calor (energia térmica), eletricidade (energia elétrica), força e movimento (energia mecânica), luz (energia luminosa), etc. Cada uma dessas formas de energia pode ser convertida em outra (Branco, 2000). Entre as formas de energia mais utilizadas pela humanidade podemos citar a energia elétrica. É difícil para uma pessoa nascida neste último quarto de século e que tenha contato com o desenvolvimento e seus prazeres, imaginar sequer a vida em uma cidade sem eletricidade. Dessa forma, a energia elétrica adquiriu fundamental importância para o desenvolvimento das nações e passou a ser utilizada de modo crescente pela humanidade. Com isso diversos problemas começaram a surgir, uma vez que é muito difícil falar em energia sem relacioná-la ao ambiente, já que qualquer uma de suas formas de produção exige modificações substanciais no local de instalação, praticamente proporcionais às quantidades de energia gerada. Acrescida à geração, levar energia através de linhas de transmissão e distribuição para todas as populações distantes das centrais geradoras pode ser também dispendioso e danoso ao meio.

Para Goldemberg (2001) muitos dos problemas ambientais estão relacionados com a energia como por exemplo: poluição do ar, chuva ácida e aquecimento global devido ao efeito estufa, distúrbios esses que se originam da queima de combustíveis fósseis (ou da biomassa), seja para cozinhar, para gerar eletricidade ou para o transporte.

Quanto mais estudamos os problemas ambientais, mais somos levados a perceber que eles não podem ser entendidos isoladamente. São desconformidades sistêmicas, o que nos leva a vislumbrar sua interligação e interdependência. Segundo Capra (1996) vivemos uma crise de percepção resultante de uma visão de mundo obsoleta e percepção de realidade inadequada para lidarmos com um mundo superpovoado e globalmente interligado. Dessa forma é necessária uma mudança radical em nossas percepções, em nosso pensamento e valores. Para Jannuzzi et al.

(1999) compreender o uso e a possibilidade de conservação de energia significa considerar não apenas os fatores técnicos, mas as atitudes e comportamentos que interferem no seu uso e economia.

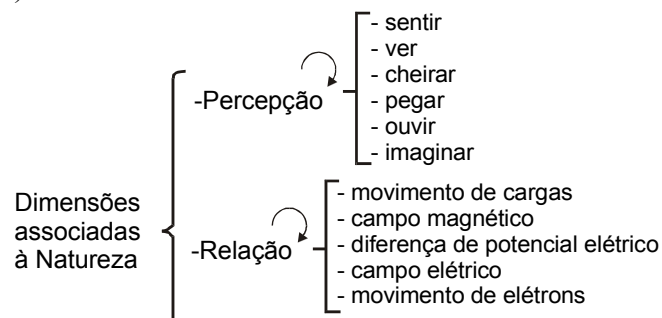
Do ponto de vista da energia, o referencial básico para buscar a harmonia do ecossistema se faz através da avaliação sobre a recuperação da energia gasta para sustentar o sistema. *Este é um pressuposto básico de qualquer ser vivo: ele não pode gastar mais energia para obter um recurso do que a energia que o recurso lhe fornecerá* (Vivan, 1998).

## REFERENCIAL DA PESQUISA

O referencial da pesquisa segue a convenção das redes sistêmicas de Bliss et al. (1983). As redes desenvolvidas para este trabalho foram construídas a partir de três aspectos gerais ligados ao tema energia elétrica e suas implicações ao meio, que são: dimensões associadas à natureza, às causas e às conseqüências ambientais.

Os elementos básicos de uma rede sistêmica são o colchete e a chave, onde: um colchete é usado para representar qualquer conjunto de escolhas exclusivas; uma chave é usada para representar um conjunto de escolhas que ocorrem simultaneamente.

A partir destes elementos foram construídas as redes sistêmicas dos enfoques abordados pelo tema. Foi utilizado também o aparato técnico denominado recursão que é representado pela notação  $\curvearrowright$ . Esse recurso foi utilizado, por exemplo, no colchete relação da figura 01 e significa que se deve passar pelo mesmo colchete quantas vezes forem necessárias, antes de seguir adiante na rede, até se obter a descrição desejada da situação (Bliss et al., 1983).



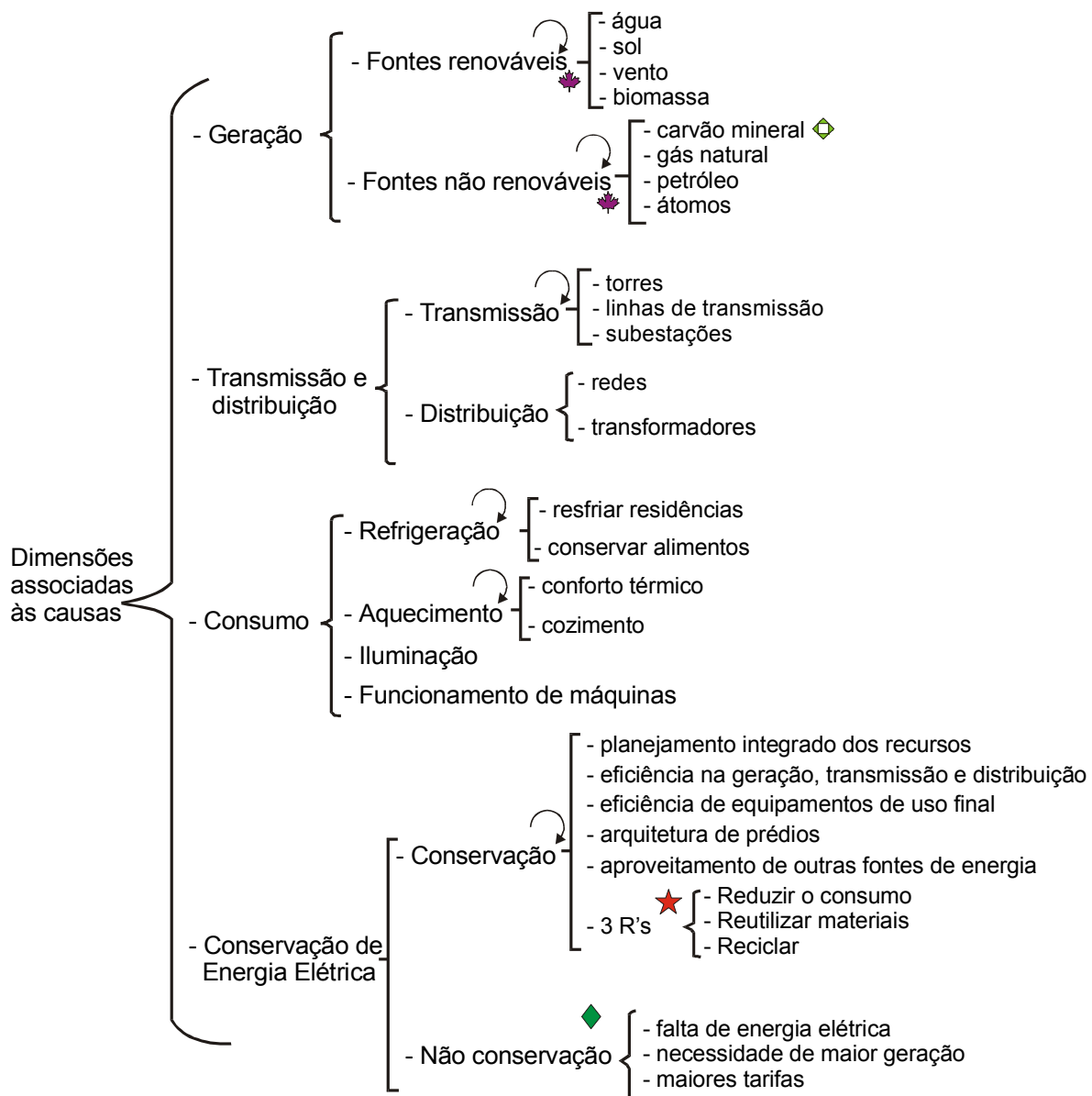


Figura 02 – Dimensões associadas às causas da energia elétrica.

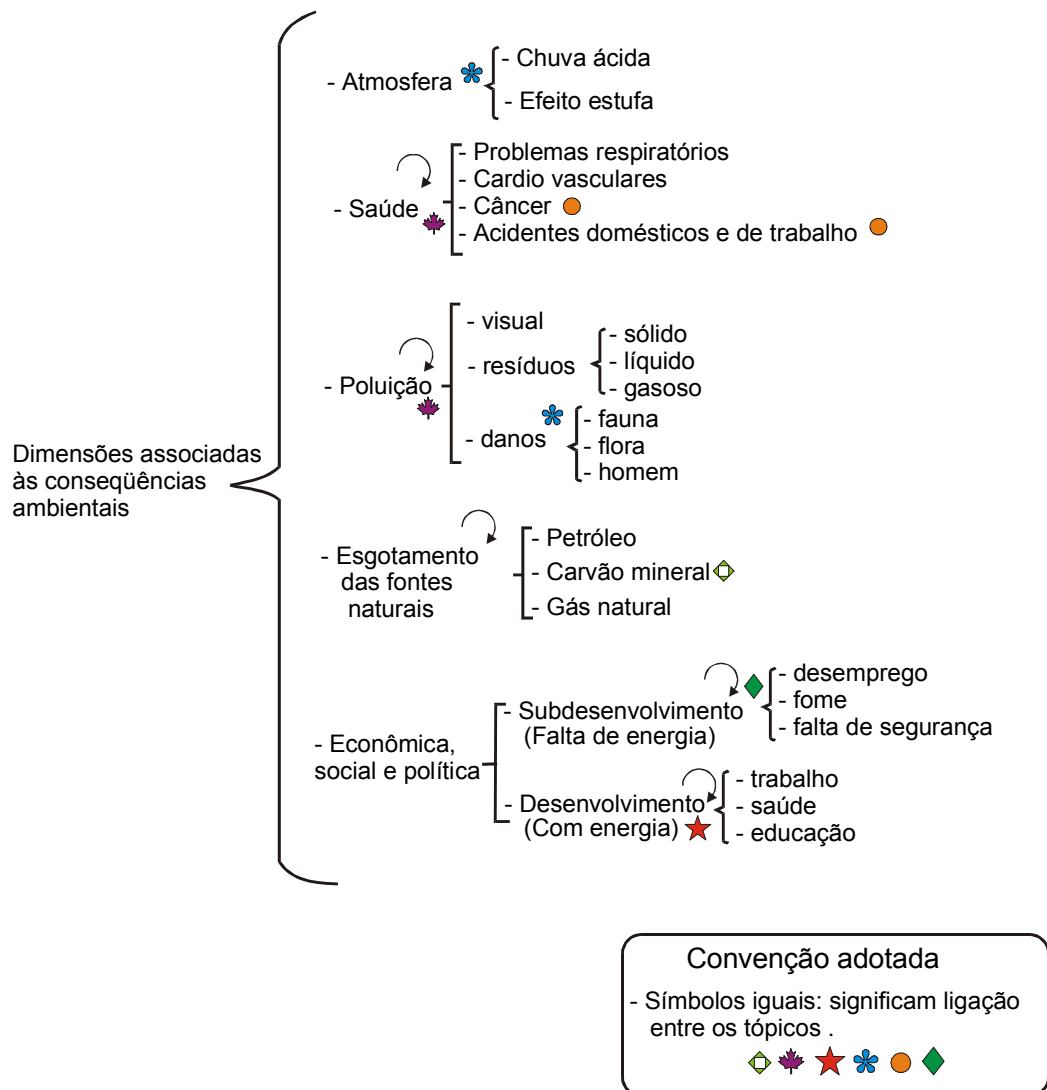


Figura 03- Dimensões associadas às conseqüências ambientais da energia elétrica.

## DIMENSÕES ASSOCIADAS À NATUREZA DA ENERGIA ELÉTRICA

Na primeira dimensão de estudo, à natureza da energia elétrica, são abordados os aspectos da **percepção**, da **relação** ou da **não relação** mostrados na figura 01. A **percepção** envolve os seguintes sentidos: sentir, ver, cheirar, pegar, ouvir e imaginar. Quanto à **relação** são analisados os seguintes tópicos: movimento de cargas elétricas, campo magnético, diferença de potencial elétrico, campo elétrico e relâmpago. A **não relação** é abordada através do tópico deslocamento de prótons.

## DIMENSÕES ASSOCIADAS ÀS CAUSAS DA ENERGIA ELÉTRICA

Com relação às causas da energia elétrica, a rede aborda quatro aspectos simultâneos que são apresentados na figura 02. As dimensões observadas são: **geração**, **transmissão** e **distribuição**, **consumo** e **conservação** de energia elétrica. Esses aspectos estão diretamente relacionados com a disponibilidade da energia para a utilização do ser humano, dessa forma podem ser consideradas como as causas dessa grandeza física.

Na primeira dimensão, **geração**, aparecem em conjunto as fontes renováveis e não renováveis. Quanto as renováveis são abordadas as seguintes fontes: água, sol, vento e marés. Para fontes não renováveis temos: o carvão mineral, gás natural, biomassa e átomos.

Na segunda dimensão, temos para **transmissão** os seguintes tópicos: torres, linhas de transmissão e subestações. Quanto à **distribuição** temos, em conjunto, redes e transformadores. Esse conjunto formado pela transmissão e distribuição é responsável por disponibilizar a energia elétrica para o consumo.

Na terceira dimensão, **consumo**, são abordados os itens a seguir: refrigeração, aquecimento, iluminação e funcionamento de máquinas. O consumo para refrigeração é visto através dos tópicos resfriar residências e conservar alimentos. Quanto ao consumo para aquecimento temos: conforto térmico e cozimento.

A quarta dimensão, **conservação**, tem enfoques sobre conservação ou não conservação. Na conservação são abordados os seguintes aspectos: planejamento integrado de recursos; eficiência na geração, transmissão e distribuição; eficiência dos equipamentos de uso final; arquitetura dos prédios, aproveitamento de outras fontes de energia e os 3 R's da conservação. Os 3 R's apresentam em conjunto: reduzir o consumo, reutilizar materiais e reciclar. Enquanto que a não conservação é vista como causa da falta desse recurso, de necessidade de aumento na geração e de ocasionar maiores tarifas de energia elétrica.

## **DIMENSÕES ASSOCIADAS ÀS CONSEQÜÊNCIAS AMBIENTAIS DA ENERGIA ELÉTRICA**

Em relação a este segmento são abordados em conjunto cinco aspectos que são apresentados na figura 03. As dimensões analisadas são: **atmosfera**, **saúde**, **poluição**, **esgotamento das fontes naturais** e conseqüências **econômicas, sociais e políticas** da energia elétrica.

No plano **atmosfera** são analisados em conjunto a chuva ácida e o efeito estufa, os quais também estão relacionados ao tópico poluição devido aos danos que causam a fauna, flora e ao homem.

Na dimensão **saúde** temos os seguintes aspectos: problemas respiratórios, cardiovasculares, câncer e acidentes domésticos e de trabalho.

A dimensão **poluição** é analisada através dos tópicos: visual, resíduos e danos. A poluição poderá se dar através de resíduos sólidos, líquidos e gasosos. Quanto aos danos ambientais decorrentes dessa, relatamos os impactos sobre a fauna, a flora e ao homem.

A dimensão **esgotamento das fontes naturais** é abordada através dos seguintes itens: petróleo, carvão mineral e gás natural.

Na última dimensão, as conseqüências **econômicas, sociais e políticas** são analisadas através dos pontos de vista: subdesenvolvimento (falta de energia elétrica), ou desenvolvimento (com energia elétrica).

Do ponto de vista da falta da energia elétrica, temos o subdesenvolvimento caracterizado pelos seguintes aspectos: desemprego, fome e falta de segurança.

Enquanto que, do ponto de vista do desenvolvimento este é abordado a partir dos aspectos trabalho, saúde e educação.

Ao chegarmos ao final do desenvolvimento dessas redes, notamos a existência de relações sistêmicas entre diversos tópicos das dimensões analisadas. Estas relações foram representadas através de símbolos legendados ao final da apresentação da rede da figura 03.

Com o intuito de facilitar a compreensão dessas relações, vejamos exemplos possíveis de leitura no conjunto das redes das figuras 01, 02 e 03.

- A geração de energia elétrica a partir da fonte não renovável carvão mineral, tem conseqüências ambientais como: poluição visual e residual; e danos à fauna, flora e ao homem.
- A não conservação de energia elétrica relaciona-se a falta desse recurso, ocasionando o subdesenvolvimento do país, através dos seguintes aspectos: desemprego, fome e falta de segurança.

O referencial aqui apresentado serviu para orientar todo o trabalho, em particular a construção do instrumento principal de pesquisa que utilizamos para coletar os dados.

## **METODOLOGIA**

Baseando-nos em aspectos descritos nos itens anteriores desenvolvemos um estudo piloto com 17 estudantes formandos dos cursos técnicos de Manutenção Eletromecânica e Mecânica Industrial do CEFET/RS, os quais foram solicitados para posicionarem-se sobre 20 afirmativas relacionadas as implicações da energia elétrica ao meio.

O critério de escolha das questões a serem incluídas no estudo foi que elas deveriam ser fenômenos ou aspectos de interesse científico e ao mesmo tempo serem conhecidas dos alunos.

O instrumento utilizado foi um questionário onde o aluno era solicitado a responder cada questão inicialmente através de um dos itens da escala Likert e após justificar sua resposta.

- A. Eu tenho certeza que está certa;
- B. Eu acho que está certa;
- C. Eu não sei se está certa;
- D. Eu acho que está errada;
- E. Eu tenho certeza que está errada.

Para a codificação dos dados foi utilizada uma escala variando de 5 a 1 (5,4,3,2,1) para as afirmativas positivas correspondendo, respectivamente, às alternativas A, B, C, D, E. Para as afirmativas negativas procede-se de modo inverso, isto é, utilizando uma escala variando de 1 a 5 (1,2,3,4,5) correspondendo, respectivamente, as alternativas A, B, C, D, E.

## **OS RESULTADOS**

Para a análise de dados utilizamos inicialmente redes sistêmicas sendo possível à construção de uma rede que traduzisse os modos de raciocínio dos alunos para cada dimensão analisada sobre o tema. Desse modo, apresentamos na figura 04 (veja o anexo 01) uma das redes construídas a partir dos posicionamentos do grupo. Escolhemos, para



exemplificar, a rede construída para a dimensão relacionada às conseqüências ambientais da energia elétrica por ser o tópico mais abordado pelo instrumento de pesquisa, bem como, por razões de espaço. Após, apresentamos uma análise mais detalhada, para cada questão individualmente, utilizando inicialmente um gráfico de barras que dará uma visão geral do comportamento do grupo.

Para a análise dos gráficos, adotamos um padrão semelhante ao proposto por Vianna (1998) para estimar o grau de concepção do aluno, ou seja, como o grupo se dividiu percentualmente nos níveis de concepção. Onde estabelecemos que o grupo pesquisado manifesta significativo grau de incerteza, quando a soma das porcentagens correspondente às respostas variando das alternativas “acho que está certa” a “eu tenho certeza que está errada”, corresponde a mais de 50% do total da amostra para afirmativas positivas e para negativas o grau de incerteza é dado pela soma das porcentagens correspondentes às respostas variando das alternativas “eu tenho certeza que está certa” a “eu acho que está errada”. O grau de certeza do grupo é representado somente pela porcentagem dos estudantes que escolheu a alternativa “eu tenho certeza que está certa” quando esta de fato está correta ou “eu tenho certeza que está errada” quando a afirmativa estiver incorreta.

Como segundo critério, utilizamos a pontuação média obtida em cada questão do questionário, o que proporciona uma interpretação das concepções gerais do grupo de alunos. Para essa análise, as concepções foram classificadas conforme o quadro 01.

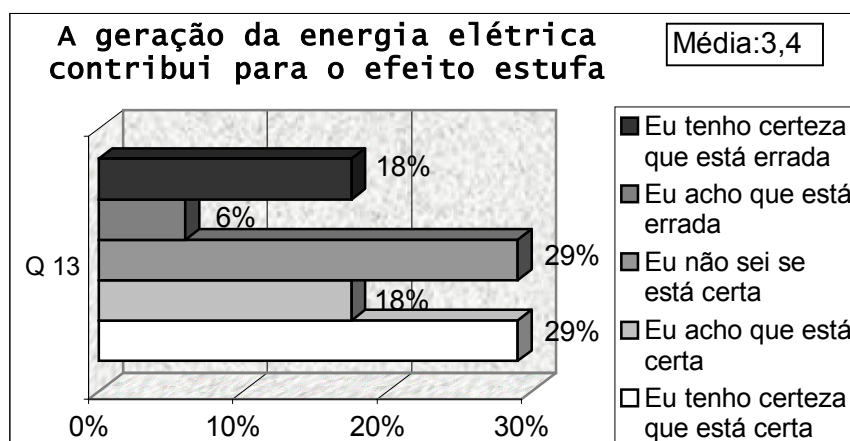
*Quadro 01- classificação das concepções pela média de pontos*

<u>Média dos Pontos</u>	<u>Concepção</u>
<u>1,0 ⇒ 2,5</u>	<b>Baixa</b>
<u>2,6 ⇒ 3,5</u>	<b>Média baixa</b>
<u>3,6 ⇒ 4,4</u>	<b>Média alta</b>
<u>4,5 ⇒ 5,0</u>	<b>Alta</b>

Para categorização dos dados utilizamos a técnica das redes sistêmicas, para cada questão apresentamos uma rede e explicações adicionais necessárias a compreensão do texto, bem como, destacamos os principais enfoques dados pelo grupo e citamos exemplos de posicionamentos transcrevendo na íntegra as respostas dos alunos.

Dessa forma, para exemplificar nossa proposta, escolhemos uma das questões analisadas pelo estudo piloto a fim de mostrar detalhadamente como foi feita a análise de dados. Após, mostramos resumidamente os demais resultados obtidos através desse trabalho.

### **Questão 13: A geração da energia elétrica contribui para o efeito estufa.**



*Gráfico 01- A geração da energia elétrica contribui para o efeito estufa*

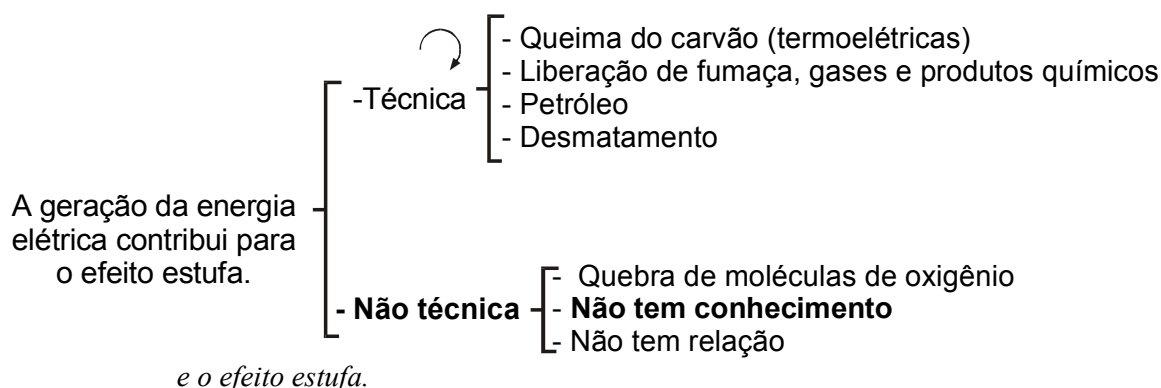
O gráfico 01 mostra valores sugerindo que a maioria do grupo não tem conhecimento claro sobre o tópico perguntado, pois apenas 29% do grupo manifestou ter certeza que a geração da energia elétrica contribui para o efeito estufa.

Nos outros quatro níveis da escala de concepções temos: 17,5% do total de alunos acham que a geração da energia elétrica contribui para o efeito estufa; 29% não sabem sobre o assunto; 6% acham que a geração da energia elétrica não contribui para o efeito estufa e 17,5% tem certeza que a geração da energia elétrica não contribui para o efeito estufa.

A distribuição das porcentagens através dos cinco níveis da escala sugere que os alunos do grupo de pesquisa, em sua maioria não conhecem o assunto abordado neste tópico.

Para verificarmos, com maior clareza, as concepções do grupo sobre essa questão apresentamos a rede sistêmica elaborada através das explicações dos alunos, que abordaram os aspectos mostrados na figura 05.

*Figura 05- Rede sistêmica das explicações dos alunos sobre a geração da energia elétrica*



*e o efeito estufa.*

Para esse tópico o grupo apresentou posicionamentos através dos pontos de vista técnico ou não técnico.

Do ponto de vista técnico o grupo justificou através dos seguintes aspectos: queima do carvão (termoelétricas); liberação de fumaça, gases e produtos químicos; petróleo e desmatamento. O que pode ser exemplificado com a citação abaixo.

*“Certamente, na geração em termoelétricas há grande queima do carvão, e os gases gerados por essas queimas ficam na atmosfera contribuindo para o efeito estufa”.*

*Aluno: A 17*

Do ponto de vista não técnico, apareceram posicionamentos como: quebra de moléculas de oxigênio, ou não tem conhecimento, ou não tem relação.

Sendo assim, podemos dizer que para o tópico em questão o grupo pesquisado apresentou concepções gerais classificadas como **média baixa** (média 3,4). A maioria dos alunos demonstrou uma **visão não técnica** sobre este tópico manifestando **desconhecer o assunto**. Os resultados aqui obtidos demonstraram que o grupo possui uma visão reducionista sobre a energia elétrica e o meio ambiente, uma vez que não relacionam os problemas decorrentes de sua geração com a totalidade do sistema o que

vem ao encontro das colocações de Capra (1996) ao afirmar que o reconhecimento necessário a uma profunda mudança de percepção e de pensamento para garantir a nossa sobrevivência ainda não atingiu a maioria das instituições de ensino.

Em seguida, apresentamos na tabela 02 a distribuição das questões de acordo com as dimensões abordadas pelo estudo e os resultados de todas as questões de forma resumida pela tabela 03.

*Quadro 02- Distribuição das questões pelas dimensões de estudo.*

<b>Dimensões da energia elétrica</b>	<b>Questões</b>
Natureza	1; 2; 3; 4; 5
Causas	6; 7; 8; 9; 10; 11; 12
Conseqüências ambientais	13; 14; 15; 16; 17; 18; 19; 20

*Quadro 03 – Resumo dos resultados das questões de pesquisa.*

<b>Questão</b>	<b>Média geral</b>	<b>Resumo dos principais relatos do grupo</b>
1- A energia elétrica é algo que podemos sentir.	Baixa (2,0)	- Percepção direta através do choque elétrico e da corrente elétrica.
2- A energia elétrica é algo que podemos ver.	Média baixa (2,8)	- Percepção direta através do raio e do arco elétrico; - Percepção indireta através de seus efeitos.
3- A energia elétrica está relacionada a campo magnético.	Média alta (4,4)	- Relação da energia elétrica ao campo magnético de diversas formas.
4- A energia do relâmpago é de natureza elétrica.	Alta (4,5)	- Atrito entre nuvens e diferença de potencial.
5- A energia elétrica está relacionada com campo elétrico.	Média alta (3,8)	- Relação com a corrente e cargas elétricas positivas e negativas. - Desconhece o termo campo elétrico.
6- Parte da energia elétrica que consumimos é gerada a partir de combustíveis fósseis.	Média alta (4,1)	- Geração de energia elétrica através de combustíveis fósseis. -Desconhece o termo combustível fóssil.
7- A energia elétrica é gerada a partir de fontes renováveis e não-renováveis.	Média alta (4,1)	- Fontes renováveis: água usada por hidrelétricas; - Fontes não-renováveis: carvão mineral.
8- A energia elétrica pode ser gerada a partir de resíduos.	Média alta (3,8)	- Resíduos do tipo lixo e casca de arroz.
9- A energia elétrica é transmitida através de geradores.	Média alta (3,8)	- Geradores geram energia elétrica.
10- A energia elétrica é consumida para conforto térmico.	Média alta (3,9)	- Ar condicionado e aquecedores
11- Conservamos energia elétrica através de mudanças na arquitetura dos prédios.	Média alta (4,0)	- Aproveitamento da luz solar.
12- Conservamos energia elétrica através da reciclagem.	Média baixa (3,5)	- Desconhece o assunto.
13- A geração da energia elétrica contribui para o efeito estufa.	Média baixa (3,4)	- Desconhece o assunto.
14- As usinas hidrelétricas utilizam uma fonte de energia renovável, por isso não causam danos ao meio ambiente.	Média baixa (3,2)	- Destruição do ecossistema; - Submerge cidade, campos e florestas; - Mudança no curso dos rios.

15- A geração de energia elétrica gera resíduo.	Média alta (4,0)	- Cinzas e material radioativo.
16- O carvão é uma fonte de energia que nunca vai acabar.	Média alta (4,3)	- Carvão é uma fonte não renovável.
17- A geração da energia elétrica contribui para a formação de chuvas ácidas.	Média baixa (3,2)	- Desconhece o assunto.
18- A geração da energia elétrica causa danos à fauna e flora.	Média alta (4,2)	- Extração do Carvão; - Construção das Hidrelétricas; - Destruição de matas e animais.
19- A geração da energia elétrica causa danos à saúde.	Média alta (3,6)	- Usinas nucleares e poluição; - Desconhece o assunto.
20- A falta de energia elétrica causa desemprego.	Alta (4,8)	- Diminui empregos; - Reduz produção nas empresas.

O tema desse estudo foi abordado a partir dos três enfoques seguintes: dimensões associadas à natureza; às causas e às consequências ambientais da energia elétrica - os resultados obtidos pelas dimensões analisadas foram apresentados na tabela 03 e seguem os comentários de maior relevância abaixo.

O enfoque, dimensões associadas à natureza da energia elétrica, foi abordado a partir de dois aspectos: percepção e relação. A percepção foi analisada nas questões relativas a sentir (questão 01) e ver (questão 02) onde o grupo apresentou concepções gerais classificadas como baixa (média 2,0) e média baixa (média 2,8) respectivamente. Para exemplificar, destacamos alguns comentários: percepção direta através do choque, da corrente e do arco elétrico e, percepção indireta através dos seus efeitos.

Para as questões sobre campo magnético (questão 03) e campo elétrico (questão 05) o grupo obteve concepções gerais mais elaboradas do que para o tópico anterior, classificadas como média alta (médias 4,4 e 3,8) e concepções alta (média 4,5) para a questão relativa ao relâmpago (questão 04). Nesse segmento destacamos alguns comentários do grupo como: relação da energia elétrica ao campo magnético de diversas formas, relação do campo elétrico a corrente e carga elétrica, desconhecimento do termo campo elétrico e formação do relâmpago a partir do atrito entre nuvens.

O segundo enfoque, dimensões associadas às causas da energia elétrica, foi analisado a partir dos seguintes aspectos: geração, transmissão, consumo e conservação. Para a geração o grupo apresentou concepções gerais classificadas como média alta nas questões relativas aos combustíveis fósseis (questão 06), fontes renováveis e não renováveis (questão 07) e geração a partir de resíduos (questão 08) com médias 4,1; 4,1 e 3,8 na seqüência. Nesse segmento o grupo apresentou justificativas como: geração de energia elétrica a partir de combustíveis fósseis como, por exemplo, o carvão; geração através de fontes renováveis e não renováveis e geração através de lixos e casca de arroz. Porém parte do grupo manifestou o fato de desconhecer o termo combustível fóssil.

Para os tópicos: transmissão, consumo e conservação, o grupo apresentou concepções gerais classificadas como média alta nas questões relacionadas à transmissão de energia elétrica através de geradores (questão 09), consumo de energia elétrica para conforto térmico (questão 10) e conservação de energia elétrica através de mudanças na arquitetura de prédios (questão 11) com médias 3,8; 3,9 e 4,0 na ordem supracitada. Onde destacamos os seguintes relatos: geradores geram energia elétrica, consumo de energia elétrica por ar condicionado e aquecedores e, conservação de energia elétrica através do aproveitamento da luz solar. Porém, no que tange à questão da conservação da energia elétrica através da reciclagem (questão 12) o grupo apresentou concepções classificadas como média baixa (média 3,5) afirmando desconhecer o assunto.

O último enfoque, dimensões associadas às conseqüências ambientais da energia elétrica, foi analisado a partir de quatro aspectos; atmosfera (questões 13 e 17), esgotamento do carvão (questão 16), poluição (questões 14, 15, 18 e 19) e falta de energia elétrica (questão 20). O grupo apresentou concepções gerais classificadas como média baixa para as questões relacionadas com o efeito estufa (questão 13), usinas hidrelétricas não causam danos ao meio ambiente (questão 14) e chuvas ácidas (questão 17) com médias 3,4; 3,2 e 3,2 respectivamente. Entre as manifestações do grupo destacamos: desconhecer o assunto efeito estufa e chuva ácida e, como danos causados pelas hidrelétricas, citam mudança no curso dos rios, entre outros.

Nesse mesmo enfoque, o grupo obteve concepções gerais classificadas como média alta nas questões relacionadas à poluição do meio ambiente através da geração da energia elétrica (questões 15, 18 e 19) e carvão como fonte inesgotável (questão 16) com médias 4,0; 4,2 ; 3,6 e 4,3 nessa ordem. Entre os relatos dos alunos destacamos que a maioria do grupo abordou aspectos relativos aos danos à fauna, flora e pessoas, mencionando principalmente os problemas causados durante a construção de hidrelétricas e pela extração e queima do carvão. Com relação aos resíduos percebemos citações sobre cinzas e materiais radioativos. Porém, parte do grupo, demonstrou ter dificuldades de percepção quanto aos malefícios causados pela geração da energia elétrica, uma vez que apresentaram relatos como: usinas hidrelétricas não poluem ou que apenas as regiões próximas as usinas são afetadas.

Para o último aspecto abordado pelo estudo relativo a questão da falta da energia elétrica (questão 20) o grupo apresentou concepções gerais classificadas como alta (média 4,8) relatando que a falta de energia elétrica traz conseqüências econômicas para a sociedade como: diminui empregos e reduz a produção nas empresas.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A partir do estudo piloto realizado, foi possível fazer uma análise das concepções gerais do grupo sobre o tema energia elétrica e suas implicações ao meio ambiente.

Podemos concluir que o grupo pesquisado apresentou concepções bastante restritas sobre o tema evidenciado nas questões 01, 02, 12, 13, 14, 17 e 19. Através das dimensões abordadas pelo estudo, foi possível identificar muitos tópicos como: reciclagem, efeito estufa, prejuízos ambientais causados por usinas hidrelétricas, chuva ácida e danos causados a saúde pela geração da energia elétrica, entre outros - onde o grupo apresentou dificuldades ao relacionar este tipo de energia a um sistema mais amplo, o que demonstra que o ensino nos cursos técnicos ainda é bastante fragmentado. Notamos através dos posicionamentos dos alunos, que eles têm ampla capacidade de responder diante de situações técnicas, como as questões relacionadas a geração, transmissão, consumo e conservação da energia elétrica (questões 06, 07, 09, 10 e 11) porém a maioria dos estudantes não relacionam este processo ao sistema no qual eles estão inseridos e dependem para manterem-se em equilíbrio. Portanto, notamos a necessidade de uma mudança no currículo desses cursos de modo a possibilitar o desenvolvimento pleno do aluno diante de uma perspectiva atual de mundo e vinculada as reais aspirações de uma sociedade mais equitativa e sustentável.

Dessa forma, podemos dizer que os resultados aqui relatados em conjunto com os aspectos sobre a energia elétrica e implicações ao meio abordados pelo artigo subsidiam o desenvolvimento da pesquisa sobre concepções no contexto da Educação Ambiental a partir de uma visão sistêmica do processo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUSUBEL, D. P. NOVAK, J. D. & HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. 20<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Editora Interamericana Ltda, 1978.
- BLISS, J.;MONK, M. & OGBORN,J. *Qualitative data analysis for educational research*. London & Camberra: Croon Helm, 1983.
- BRANCO, S. M. *Energia e Meio Ambiente*.São Paulo: Moderna, 2000.
- CAPRA, Fritjof. *Teia da Vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos*. São Paulo: editora Cultrix, 1996.
- DRIVER, R. GUESNE, E. & TIBERGHIE, A. *Children's ideas in science*. Philadelphia: Open University Press, 1986.
- DRIVER, R (Ed.). *Children's ideas in science*. Philadelphia: Open University Press, 1985.
- GIORDAN, A. & VECHI, G. *As origens do saber: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
- GOLDEMBERG, J. *Energia, meio ambiente & desenvolvimento*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.
- JANNUZZI, G. M. DORNELLAS, V. F. S & BITTENCOURT, M. F. L. (1999) *Implementação e avaliação de Programas de Iluminação Eficiente no Setor Residencial*. Conforme site <http://www.fem.unicamp.br/~jannuzzi/rela> acesso em agosto/2001.
- MINGUET, P. A . (Org). *A construção do conhecimento na educação*. Porto Alegre: ArtMed, 1998.
- PIAGET, J. *Epistemologia Genética*. [L'Épistémologie Génétique,1970]. Petrópolis: Vozes, 1971.
- VIANNA, J. C. T. *Uma proposta de implementação de Educação Ambiental com ênfase em Meteorologia no ensino de ciências nas escolas de 1<sup>o</sup> grau de Pelotas. Dissertação de Mestrado. FURG, 1998.*
- VIVAN, Jorge. *Agricultura e florestas: princípios de uma integração vital*. Guaíba: Livraria e editora agropecuária, 1998.
- VYGOTSKY, L. S. (1934); tradução CAMARGO, J. *Pensamento e Linguagem*. 20 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

Figura 04- Rede sistêmica das explanações do grupo sobre as dimensões associadas às conseqüências ambientais da energia elétrica

