

DMMDC
UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA
BAHIA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA BAHIA
LABORATÓRIO NACIONAL DE COMPUTAÇÃO CIENTÍFICA
DOUTORADO MULTI-INSTITUCIONAL E MULTIDISCIPLINAR EM
DIFUSÃO DO CONHECIMENTO

JOABSON GUIMARÃES DA SILVA

O ALCANCE DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA SOBRE ENERGIA
ELÉTRICA, COM ESTUDANTES DO TERCEIRO ANO DO ENSINO
MÉDIO, EM ESCOLAS DO SUDOESTE DA BAHIA

Salvador
2018

JOABSON GUIMARÃES DA SILVA

O ALCANCE DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA SOBRE ENERGIA ELÉTRICA, COM ESTUDANTES DO TERCEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO, EM ESCOLAS DO SUDOESTE DA BAHIA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação Multi-Institucional e Multidisciplinar em Difusão do Conhecimento, sediado na Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Difusão do Conhecimento.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Leon Ponczek.

Salvador
2018

SIBI/UFBA/Faculdade de Educação – Biblioteca Anísio Teixeira

Silva, Joabson Guimarães da.

O alcance da aprendizagem significativa sobre energia elétrica, com estudantes terceiro ano do ensino médio, em escolas do sudoeste da Bahia / Joabson Guimarães da Silva. – 2018.

164 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Leon Ponczek.

Tese (doutorado Multi-institucional e Multidisciplinar em Difusão do Conhecimento) – Universidade Federal da Bahia. Faculdade de Educação, Salvador, 2018.

1. Educação - Ensino médio. 2. Aprendizagem significativa. 3. Esquema conceitual. I. Ponczek, Roberto Leon. II. Universidade Federal da Bahia. Faculdade Educação. Programa de Doutorado Multi-institucional e Multidisciplinar em Difusão do Conhecimento. III. Título.

CDD 373 23. ed.

JOABSON GUIMARÃES DA SILVA

O ALCANCE DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA SOBRE ENERGIA ELÉTRICA, COM ESTUDANTES DO TERCEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO, EM ESCOLAS DO SUDOESTE DA BAHIA

Tese apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em Difusão do Conhecimento, na Universidade Federal da Bahia, à seguinte banca examinadora:

Aprovado em 18 de dezembro de 2018

Roberto Leon Ponczek (Orientador)

Doutor em Educação pela Universidade Federal da Bahia, Brasil.
Docente aposentado pela Universidade Federal da Bahia.

Dante Augusto Galeffi

Doutor em Educação pela Universidade Federal da Bahia, Brasil.
Docente da Faculdade de Educação da Universidade Federal da Bahia.

José Carlos Oliveira de Jesus

Doutor em Educação pela Universidade Federal da Bahia, Brasil.
Docente da Universidade Estadual de Feira de Santana.

José Wellington Marinho de Aragão

Doutor em Educação pela Universidade Federal da Bahia, Brasil.
Docente da Faculdade de Educação da Universidade Federal da Bahia.

Valmir Henrique de Araújo

Doutor em Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Docente da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Salvador, 18 de Dezembro de 2018

A todos os professores que procuram melhorias no processo de ensino/aprendizagem, entendendo que a construção do conhecimento é uma ação continuada, em constante desenvolvimento.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus pela sabedoria, ânimo, discernimento e perseverança a mim concedidos para realizar esta pesquisa.

Ao orientador, Dr. Roberto Leon Ponczek, por todo apoio, incentivo, orientações e, acima de tudo, pela confiança que depositou em mim para o desenvolvimento deste trabalho.

À minha esposa, Marília Manuela Rocha Guimarães, pela paciência, carinho e compreensão durante essa trajetória e, acima de tudo, pelo incentivo para a conclusão de mais uma etapa de minha vida.

À minha família, mãe, irmãos, cunhados, tios, sobrinhos, que me deram apoio e torceram pela conclusão de mais essa etapa.

Aos professores Dante Augusto Galeffi, José Carlos Oliveira de Jesus, José Wellington Marinho de Aragão, Valmir Henrique de Araújo, por aceitarem o convite para integrarem a banca de defesa e contribuírem para este trabalho.

Aos amigos e colegas do Doutorado, em especial aos colegas, Anderson Café, Cinara Meireles, Gillian Queiroga, Tereza Braga e Genilson Cunha, pelas conversas, orientações, sugestões, leituras, palavras de incentivo, troca de experiências.

Ao Instituto Federal Baiano – Campus Guanambi, pelo apoio e incentivo para conclusão dessa etapa.

À minha irmã, amiga Msc. Francineide Pereira de Jesus, pelas conversas e ideias nos momentos de reflexão;

À Iracema Souza Valente Ribeiro, pela atenção prestada, ao efetuar a revisão de texto ao longo da elaboração deste trabalho.

Aos colégios com seus respectivos diretores e professores, Colégio Modelo Luís Eduardo Magalhães (Guanambi), Colégio Estadual Antônio Batista (Candiba), Colégio Estadual Antônio Figueiredo (Ibiassucê), Instituto de Educação Anísio

Teixeira (Caetité), Colégio Estadual Tereza Borges Cerqueira (Caetité) e Colégio Estadual Petronílio da Silva Prado (Pindaí).

Ao programa de Pós-Graduação Multi-Institucional e Multidisciplinar em Difusão do Conhecimento, sediado na Universidade Federal da Bahia, incluindo os servidores e coordenadores.

Enfim, a todos os colegas e amigos, mestres e doutores que estiveram presentes durante todo esse percurso.

“O vento é um combustível
De simplicidade incrível
Há muito tempo acessível
A barco à vela e moinho.
É uma fonte natural
Sem lixo residual
Que tem nos dado o sinal
De que é mais um bom
Caminho”.

*(PINTO, Abdias Campos,
2013, p.139)*

SILVA, Joabson Guimarães da. **O alcance da aprendizagem significativa sobre energia elétrica, com estudantes do terceiro ano do ensino médio, em escolas do sudoeste da Bahia.** 167f. 2018. Tese (Doutorado Multi-Institucional e Multidisciplinar em Difusão do Conhecimento) – Faculdade de Educação, Universidade da Bahia, Salvador, 2018.

RESUMO

Esta pesquisa aborda a aprendizagem significativa sobre os conceitos de energia elétrica, ancorado nos subsunçores existentes na estrutura cognitiva dos alunos, partindo das ideias prévias sobre energia elétrica, energia eólica e nuclear. Tem como objetivo avaliar a potencialidade das ideias prévias na aprendizagem significativa sobre a transformação de energia eólica e nuclear em energia elétrica existente no sudoeste da Bahia. A pesquisa, com base em uma abordagem qualitativa, foi desenvolvida em duas escolas de ensino médio da rede estadual. A metodologia utilizada constou de dois instrumentos de coleta de dados com os alunos, sendo uma entrevista semiestruturada, no início e outra, após o desenvolvimento dos conceitos elétricos, conforme descrição na sequência didática. A entrevista inicial foi necessária para coletar as ideias prévias e a entrevista final, com as mesmas perguntas, objetivava saber os conceitos que foram construídos. O outro instrumento fez respeito à construção de um mapa conceitual para analisar a hierarquia dos conceitos aprendidos. Os resultados mostraram que, quando o ensino ocorre ancorado nos subsunçores, a aprendizagem ganha significado, dando uma nova estruturação às ideias e ampliando os conceitos existentes. A entrevista individual e a construção dos mapas conceituais evidenciaram o quanto os subsunçores presentes são idiossincráticos, confirmando que o conceito construído depende muito dessa base conceitual, o que foi observado pelos conhecimentos construídos. Com o desenvolvimento da pesquisa pode-se observar que a presença dos espaços elétricos na região, promoveu a construção de ideias pelos alunos, sem nunca terem ido a nenhum dos espaços, pelo fato de terem ou ouvirem falar. A abordagem central desta pesquisa se baseou nas ideias de David Ausubel, bem como de outros autores, que foram importantes para realizar outros estudos dentro da perspectiva da aprendizagem significativa de energia elétrica.

Palavras-chave: Ideias Prévias. Aprendizagem Significativa. Energia Elétrica.

SILVA, Joabson Guimarães da. **O alcance da aprendizagem significativa sobre energia elétrica, com estudantes do terceiro ano do ensino médio, em escolas do sudoeste da Bahia.** 167f. 2018. Tese (Doutorado Multi-Institucional e Multidisciplinar em Difusão do Conhecimento) – Faculdade de Educação, Universidade da Bahia, Salvador, 2018.

ABSTRACT

This research reports about the significant learning about the concepts of electric energy, anchored in the subsumes existing in the cognitive structure of the students, starting from the previous ideas about electric energy, wind energy and nuclear energy. The objective of this research is to evaluate the potentiality of previous ideas in meaningful learning about the transformation of wind and nuclear energy into electrical energy in southwestern of Bahia. The research, based on a qualitative perspective, was developed in two high schools from the public government. The methodology used consisted of two instruments of data collection with the students, semistructured as an interview, at the beginning and at the end, after the development of the electric concepts, as described in the sequence. The initial interview was necessary to collect the previous ideas and the final interview, with the same questions, aimed to know the concepts that were constructed. The other instrument was the construction of a conceptual map to analyze the hierarchy of concepts learned. The results showed that, when teaching process occurs anchored in the subsumes, the learning process gains meaning, giving a new structuring to the ideas and extending the existing concepts. The individual interview and the construction of the conceptual maps evidenced how much the present subsumes are idiosyncratic, confirming that the concept constructed depends very much on this conceptual basis, which was observed by the constructed knowledge. The development of the research it can be observed that the presence of the electric parks in the region, promoted the construction of ideas in the students, who never have gone to any of the parks, because they saw or heard speak about it. The central approach of this research was based on the ideas of David Ausubel, as well as of other authors, that were important to carry out other studies within the perspective of the significant learning of electrical energy.

Keywords: Previous Ideas. Meaningful Learning. Electricity.

SILVA, Joabson Guimarães da. **O alcance da aprendizagem significativa sobre energia elétrica, com estudantes do terceiro ano do ensino médio, em escolas do sudoeste da Bahia.** 167f. 2018. Tese (Doutorado Multi-Institucional e Multidisciplinar em Difusão do Conhecimento) – Faculdade de Educação, Universidade da Bahia, Salvador, 2018.

RESUMEN

Esta investigación aborda el aprendizaje significativo sobre los conceptos de energía eléctrica, anclado en los subsunçores existentes en la estructura cognitiva de los alumnos, partiendo de las ideas previas sobre energía eléctrica, energía eólica y nuclear. El objetivo es evaluar la potencialidad de las ideas previas en el aprendizaje significativo sobre la transformación de energía eólica y nuclear en energía eléctrica existente en el suroeste de Bahía. La investigación, sobre la base de un enfoque cualitativo, se desarrolló en dos escuelas secundarias de la red estatal. La metodología utilizada constó de dos instrumentos de recolección de datos con los alumnos, siendo una entrevista semiestructurada, al principio, y otra después del desarrollo de los conceptos eléctricos, según la descripción de la secuencia didáctica. La entrevista inicial fue necesaria para recoger las ideas previas y la entrevista final, con las mismas preguntas, objetivaba conocer los conceptos que se construyeron. El segundo instrumento fue a la construcción de un mapa conceptual para analizar la jerarquía de los conceptos aprendidos. Los resultados mostraron que, cuando la enseñanza ocurre anclada en los subsunçores, se le aporta significado al aprendizaje, dándole una nueva estructuración a las ideas y ampliando los conceptos existentes. La entrevista individual y la construcción de los mapas conceptuales evidenciaron cuánto los subsumidores presentes son idiosincráticos, confirmando que el concepto construido depende mucho de esa base conceptual, lo que fue observado por los conocimientos construidos. Con el desarrollo de la investigación se puede observar que la presencia de los espacios eléctricos en la región, promovió la construcción de ideas en los alumnos, sin que nunca hayan ido a ninguno de los espacios, apenas por el hecho de ver u oír hablar. El enfoque central de esta investigación se basó en las ideas de David Ausubel, así como de otros autores, que fueron importantes para realizar otros estudios dentro de la perspectiva del aprendizaje significativo de energía eléctrica.

Palabras clave: Ideas previas. Aprendizaje Significativo. Energía eléctrica.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AIEA	Agência Internacional de Energia Atômica
CEFET	Centro Federal de Educação e Tecnologia
CHESF	Companhia Hidrelétrica do São Francisco
COELBA	Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia
CNEN	Comissão Nacional de Energia Nuclear
CNPQ	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
DIREC 30	Diretoria Regional de Educação e Cultura
GAMESA	Empresa produtora de Aerogeradores
GPEXPAN	Expansão Guirapá - Empresa responsável pela implantação de vários parques eólicos em Pindaí
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
INB	Indústrias Nucleares do Brasil
MEC	Ministério da Educação e Cultura
MW	Mega Watt
m/s	Metro por segundo
OBF	Olimpíada Brasileira de Física
OBFEP	Olimpíada Brasileira de Física das Escolas Públicas
NRE 13	Núcleo Regional de Educação - Caetité
PWR	Reator de água pressurizada
RPM	Rotações por minuto
SBF	Sociedade Brasileira de Física
SBPC	Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência
SECOM	Secretaria de Comunicação da Bahia
SIN	Sistema Interligado Nacional
URA	Unidade de Concentrado de Urânio
KV	Quilovolt
KWh	Quilowatt-hora

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Matriz das aprendizagens.....	40
Figura 2 - Mapa conceitual sobre energia elétrica A1.....	89
Figura 3 - Mapa conceitual sobre energia elétrica A2.....	89
Figura 4 - Mapa conceitual sobre energia elétrica A3.....	90
Figura 5 - Mapa conceitual sobre energia elétrica A4.....	90
Figura 6 - Mapa conceitual sobre energia elétrica B1.....	91
Figura 7 - Mapa conceitual sobre energia elétrica B2.....	91
Figura 8 - Mapa conceitual sobre energia elétrica B3.....	92
Figura 9 - Potencial Eólico no Estado da Bahia.....	124
Figura 10 - Torres Eólicas em Pindaí.....	127
Figura 11 - Partes de uma torre eólica.....	127
Figura 12 - Pás e Cubas de aerogeradores.....	128
Figura 13 - Nacele.....	129
Figura 14 - Representação de vários parques eólicos.....	131
Figura 15 - Demonstração de um gerador elétrico duplamente alimentado.....	132
Figura 16 - Fluxo magnético e a espira.....	134
Figura 17 - Transformador externo de um aerogerador.....	135
Figura 18 - Modelo básico de um transformador.....	135
Figura 19 - Representação do transformador no aerogerador.....	137
Figura 20 - Subestação da BW em Pindaí.....	137
Figura 21 - Linhas de 69KV chegando à subestação da Chesf.....	138
Figura 22 - Subestação da Chesf em Pindaí.....	138
Figura 23 - Transformador da Chesf em Pindaí.....	139
Figura 24 - Linha de transmissão saindo da Chesf em Pindaí.....	139
Figura 25 - Subestação da Coelba em Guanambi.....	141
Figura 26 - Mina a céu aberto em Caetité.....	144
Figura 27 - Pilha de minério.....	145
Figura 28 - Lixiviação com ácido sulfúrico.....	145
Figura 29 - Unidade de Beneficiamento em Caetité.....	146
Figura 30 - Cilindro com UF6.....	147
Figura 31 - Enriquecimento de Urânio.....	149
Figura 32 - Processo de reconversão.....	150
Figura 33 - Pastilhas do Elemento Combustível.....	150

Figura 34 - Elemento combustível.....	151
Figura 35 - Ilustração de uma fissão nuclear.....	152
Figura 36 - Esquema de um reator de potência do tipo PWR.....	153
Figura 37 - Subestação da eletronuclear.....	155

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 Medições dos ventos da Bahia.....	123
TABELA 2 Classificação das tensões elétricas.....	140
TABELA 3 Reservas de Urânio.....	143

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 Demonstração da Análise do Conteúdo- 1.....	61
Quadro 2 Análise Conceitual do Aluno A 04.....	92
Quadro 3 Análise Conceitual do Aluno A 08.....	93
Quadro 4 Análise Conceitual do Aluno A 09.....	94
Quadro 5 Análise Conceitual do Aluno B 02.....	95
Quadro 6 Análise Conceitual do Aluno B 07.....	96
Quadro 7 Demonstração da Análise do conteú – 2.....	98

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
1.1	JUSTIFICATIVA.....	19
1.2	PROBLEMA.....	21
1.3	OBJETIVOS.....	21
1.3.1	Geral	21
1.3.2	Específicos	21
1.4	PRESSUPOSTOS.....	22
1.5.	APRESENTAÇÃO.....	22
2.	APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: ESTUDOS RECENTES	24
3.	ASPECTOS IMPORTANTES DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	34
4.	METODOLOGIA	50
4.1	ABORDAGEM DA PESQUISA	50
4.2	O LOCAL E OS SUJEITOS DA PESQUISA.....	51
4.3	AS FONTES DE DADOS.....	53
4.4	TÉCNICAS DE COLETAS DE DADOS.....	54
4.5.	SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	56
4.6	ANÁLISE DO CONTEÚDO.....	59
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	64
5.1	RESULTADOS DAS ENTREVISTAS COM OS ALUNOS.....	64
5.2	CONCEPÇÕES FORMADAS.....	77
5.3	MAPAS CONCEITUAIS CONSTRUÍDOS.....	88
5.4.	DISCUSSÃO FUNDAMENTADA NOS RESULTADOS.....	92
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	113
	REFERÊNCIAS	116
	APÊNDICES	120
	APÊNDICE A. QUESTIONÁRIO.....	121
	APÊNDICE B. A ENERGIA EÓLICA E SUA TRAJETÓRIA ELÉTRICA.....	122
B.1	POTENCIAL EÓLICO.....	122
B.2	ORIGEM DOS VENTOS.....	124
B.3	OS AEROGERADORES.....	126
B.4	.PARQUE EÓLICO.....	130
B.5	FLUXO MAGNÉTICO E GERAÇÃO ELÉTRICA.....	131

B.6	TRANSFORMADORES.....	135
B.7	SUBESTAÇÃO E LINHAS DE TRANSMISSÃO.....	137
B.8	DISTRIBUIÇÃO ELÉTRICA.....	140
	APÊNDICE C. O POTENCIAL NUCLEAR E SUA GERAÇÃO ELÉTRICA.....	142
C.1	O URÂNIO DO BRASIL.....	143
C.2	MINERAÇÃO.....	144
C.3	CONVERSÃO.....	147
C.4	ENRIQUECIMENTO.....	147
C.5	RECONVERSÃO.....	149
C.6	PASTILHAS E O ELEMENTO COMBUSTÍVEL.....	150
C.7	REATOR NUCLEAR.....	152
C.8	FLUXO MAGNÉTICO E GERAÇÃO ELÉTRICA.....	153
C.9	TRANSFORMADORES.....	154
C.10	SUBESTAÇÃO E LINHA DE TRANSMISSÃO.....	155
C.11	DISTRIBUIÇÃO E CONSUMO ELÉTRICO.....	155
	APÊNDICE D – GRUPO FOCAL DOCENTE.....	157
D.1.	TEMÁTICA: PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM EM FÍSICA.....	157
D.2.	RESULTADO DO GRUPO FOCAL.....	158
	ANEXOS.....	164

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta uma pesquisa desenvolvida com os estudantes da terceira série do ensino médio, em duas escolas da rede estadual de ensino do estado da Bahia, versando sobre a aprendizagem significativa acerca da transformação de energia eólica e nuclear em energia elétrica.

Os professores que ministram aulas de Física, muitas vezes, desconsideram as ideias que os alunos constroem sobre esses processos de transformação da energia que acontece no sudoeste da Bahia. No entanto, devem utilizá-la na construção de novos conceitos para que alcancem uma aprendizagem significativa. A ideia prévia do aluno não precisa ocorrer, necessariamente, em espaços determinados; pode ser adquirida por meio de filmes, livros, jornais, etc. O importante é que o professor use esse saber, independente da sua origem. No caso dessa região, a construção do saber sobre as matrizes energéticas se torna mais fácil pela presença dos recursos energéticos ali existentes.

O avanço no setor elétrico que o sudoeste da Bahia tem vivenciado nos últimos anos, além de contribuir para a melhoria do setor elétrico nacional, permitiu a aproximação com o conteúdo, já que ele faz parte da grade curricular do ensino médio. Dessa forma, pensou-se em uma pesquisa sobre a aprendizagem significativa que envolvesse as matrizes energéticas da energia eólica e nuclear presentes nesta região.

A pesquisa foi desenvolvida em dois municípios, em duas escolas estaduais pertencentes à NRE 13, sendo uma turma por escola.

O projeto foi desenvolvido pelo autor da pesquisa, utilizando um grupo de 30% dos alunos por turma.

Espera-se que essa pesquisa possa contribuir com estratégias para melhoria do processo de ensino e, conseqüentemente, melhor aprendizado sobre energia elétrica e que esse aprendizado seja significativo.

1.1 JUSTIFICATIVA

No cenário regional e nacional existe um déficit muito grande de professores com habilitação em Física. A porcentagem regional é inferior a 10%, de acordo com a direção do NRE13. A maioria dos professores é habilitada em Matemática ou Engenharia e ministram aulas desta disciplina.

Pensando no resultado da pesquisa efetuada com um grupo de professores, o fato dos professores não usarem as ideias prévias para ministrarem novos conceitos, idealizou-se a construção deste trabalho, unindo o potencial elétrico que tem fortalecido a região sudoeste da Bahia com o ensino de Física, com objetivo de promover uma aprendizagem significativa.

Sabe-se que apenas a habilitação em licenciatura de uma disciplina não garante a utilização das ideias prévias dos alunos em sala de aula. No caso da disciplina de Física, alguns cursos focam em conteúdos de cálculo ou Física Aplicada, com pouca ênfase aos aspectos pedagógicos. Dessa forma, transmite-se um conhecimento pronto e acabado, gerando um processo tradicional, esperando apenas que o aluno responda a prova da forma como foi ensinado em sala de aula, concretizando, assim, uma reprodução de conhecimento cujo resultado mais provável será uma aprendizagem mecânica, que chega ao esquecimento em pouco tempo.

Durante muitos anos, em um contexto de onze cidades integrantes da Direc 30 (extinta pelo Governo do Estado – sede em Guanambi), existia apenas o autor desta pesquisa com habilitação em Física. Obtendo êxito em concurso público para o CEFET - Bahia – Campus Porto Seguro, transferiu-se da rede estadual para a rede federal. Após um ano e meio fora do sudoeste da Bahia, teve oportunidade de voltar a trabalhar nesta região, sendo transferido para o Instituto Federal Baiano – Campus Guanambi.

Por muito tempo, mesmo devidamente habilitado para o magistério, este professor continuou ministrando aulas sem considerar as ideias prévias dos alunos. Vivenciando o mestrado na área de educação, ele pôde estudar um pouco sobre as teorias de David Ausubel, mas de forma superficial. No entanto, o pouco contato que teve com essa teoria o fez pensar em aprofundar seus conhecimentos sobre a teoria cognitiva, defendida por esse psicólogo.

Assim, este projeto se justifica pelo anseio de discutir a ausência da utilização das ideias prévias dos alunos pelos professores, na expectativa de que outros docentes possam utilizar esses saberes nos processos de construção conceitual.

Esta pesquisa traz a discussão sobre as energias envolvidas, eólica e nuclear, tendo como base principal os conceitos de Ausubel no processo de aprendizagem significativa. Espera-se que, com a exploração dos conceitos elétricos dentro da aprendizagem significativa, os alunos possam construir novos elementos para

melhorar as definições conceituais, tanto quanto suas relações com outras áreas de conhecimento.

1.2 PROBLEMA

Partindo do diálogo realizado em um encontro de professores de Física da região, considerando o interesse do autor sobre o tema e também sobre sua formação como Licenciado em Física, observou-se que os professores não utilizam as ideias prévias existentes na estrutura cognitiva do aluno durante o processo de construção de novos conhecimentos. E, quando utilizam, o fazem superficialmente, o que, normalmente, acarreta uma aprendizagem mecânica.

Diante desta realidade, percebe-se que é preciso entender os aspectos envolvidos no processo ensino-aprendizagem. Não basta o professor utilizar as técnicas, se o aluno não estiver disposto a aprender; por outro lado, se o aluno estiver disposto a aprender e o conteúdo não for potencialmente significativo, pode acarretar uma aprendizagem mecânica do mesmo jeito.

Dessa forma, com a intenção de buscar soluções para este problema, optou-se pela seguinte questão de pesquisa: Como as ideias prévias sobre os recursos energéticos do sudoeste da Bahia (Parque Eólico e INB), podem contribuir para a aprendizagem significativa da transformação da energia eólica e nuclear em energia elétrica?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Geral

Avaliar a potencialidade das ideias prévias na aprendizagem significativa sobre a transformação da energia eólica e nuclear em energia elétrica, partindo das matrizes energéticas existentes no sudoeste da Bahia.

1.3.2. Específicos

- coletar as ideias prévias relacionadas à energia elétrica, energia eólica e energia nuclear por meio de entrevista.

- Utilizar os organizadores prévios durante as entrevistas, quando os alunos não possuírem subsunçores relevantes ao tema;
- Desenvolver a trajetória da transformação da energia eólica e nuclear em energia elétrica em sala de aula;
- Identificar o conceito da transformação da energia elétrica, aprendido significativamente após o desenvolvimento dos conteúdos em sala de aula.

1.4. PRESSUPOSTOS

Pensando sobre o problema da pesquisa, acredita-se que a utilização dos subsunçores no processo de ensino e aprendizagem seja fundamental para a ocorrência de uma aprendizagem significativa.

Um ponto intrínseco do núcleo firme do programa de pesquisa ausubeliano é que a escolha dos conteúdos a serem desenvolvidos em sala de aula é essencial para a ocorrência da aprendizagem significativa. Neste caso, há dois pressupostos, sendo que, no primeiro, acredita-se que a utilização dos subsunçores no processo de ensino serve de ancoragem para o novo saber e, no segundo, o conteúdo a ser ministrado precisa ser potencialmente significativo, ou seja, ter relação com os estudantes.

Com base nestes pressupostos, serão levantadas algumas hipóteses:

I – A presença dos parques eólicos e das Indústrias Nucleares do Brasil (INB), em Caetité/BA, contribui para a construção de ideias prévias relacionadas à transformação da energia elétrica e torna o ensino desse conteúdo potencialmente significativo.

II – A utilização das ideias prévias dos estudantes sobre a transformação da energia no processo de ensino permite a construção de novo saber, realmente significativo se os alunos estiverem dispostos a aprender.

1.5. APRESENTAÇÃO

A pesquisa está estruturada em 7 (sete) capítulos. No primeiro, faz-se uma introdução ao trabalho, seu contexto local, o tema em estudo, a justificativa, os pressupostos, o problema, os objetivos - geral e específicos.

No capítulo dois, discutem-se alguns estudos recentes sobre a aprendizagem significativa do ensino de Física, apresentando-se a pesquisa realizada em dois ambientes de grande relevância nacional: o Caderno Brasileiro de Ensino de Física e a Revista Brasileira de Ensino de Física, observando-se os artigos relacionados ao ensino de Física, publicados entre 2013 e 2017, considerando-se o ensino do eletromagnetismo e, dentro do eletromagnetismo, a energia elétrica, e, dentre estes, enfatizando os que tratam de aprendizagem significativa.

No terceiro capítulo, apresenta-se a fundamentação da teoria sobre a aprendizagem significativa, baseando-se nas teorias do psicólogo David Ausubel. São também tratados os tipos de aprendizagem, condições de ocorrência, os subsunçores, os organizadores prévios, além de discutir a aprendizagem mecânica e do esquecimento, alcançando-se, assim, uma visão geral da aprendizagem significativa.

No quarto capítulo, apresentam-se os procedimentos metodológicos utilizados para realizar a pesquisa. São detalhadas questões como a abordagem da pesquisa, o local e os sujeitos, as fontes de dados, as técnicas e sequência didática utilizada para a coleta de dados e a análise dos dados coletados.

O quinto capítulo apresenta os resultados obtidos e as discussões dos resultados, analisando as entrevistas, os mapas conceituais e os conceitos construídos.

Em Considerações Finais, discorre-se sobre a pesquisa desenvolvida, enfatizando o alcance dos objetivos propostos e apresentam-se sugestões para futuras pesquisas.

Finalizando, são apontadas as referências, os apêndices (descrição da trajetória de transformação da energia eólica e energia nuclear, dentre outros) e, em anexo, o parecer do comitê de ética.

2 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: ESTUDOS RECENTES

Neste capítulo, aborda-se o ensino de Física, em sala de aula, na perspectiva do eletromagnetismo, buscando o alcance da aprendizagem significativa, mesmo que nenhuma das fontes consultadas trate de energia elétrica. O objetivo foi observar os estudos recentes em duas revistas de ensino de física de grande relevância nacional, buscando o que existe em comum nos trabalhos selecionados, o que existe de diferente, suas metodologias, seus métodos de coleta, de modo a contribuir para o desenvolvimento desta pesquisa.

A pesquisa foi realizada em dois ambientes virtuais, o Caderno Brasileiro de Ensino de Física e a Revista Brasileira de Ensino de Física, no período de 2013 a 2017. Dentre os temas pesquisados sobre o ensino de Física, destacam-se os que tratam de eletromagnetismo e, por último, os que tratam de energia elétrica, baseados na aprendizagem significativa.

No Caderno Brasileiro de Ensino de Física, foram encontrados dezesseis artigos que tratavam de eletromagnetismo, enquanto oito tratavam de aprendizagem significativa. Porém, nenhum artigo tratava de energia elétrica de maneira direta.

Na Revista Brasileira de Ensino de Física, foram encontrados oito artigos que tratavam de eletromagnetismo, e nenhum artigo que tratasse de energia elétrica de maneira direta, nem sobre a aprendizagem significativa.

O resultado geral da busca foi o seguinte: foram encontrados vinte e quatro artigos que tratavam da temática de eletromagnetismo e nenhum artigo que tratasse de energia elétrica de maneira direta. Dentre os vinte e quatro encontrados, foram trabalhados apenas nove, que apresentavam aplicações em sala de aula, utilizando vários métodos de ensino. Dentro da perspectiva da aprendizagem significativa, foram trabalhados os oito artigos em temáticas diferentes, mesmo que nenhum tratasse de energia elétrica.

Dos nove artigos selecionados dentro da temática do ensino de Física, oito tratam da Física no Ensino Médio e apenas um trata do ensino no Curso Superior de Física.

Os projetos que objetivam a aprendizagem no Ensino Médio usam diversas estratégias, como o uso de simulações em atividades investigativas nas aulas de eletromagnetismo, utilizando um simulador computacional sobre o movimento de cargas em um campo magnético (SOUZA; MALHEIROS; FIGUEIREDO, 2015).

Outro projeto usa um simulador, o “Mathemática”, para produzir imagens animadas de ondas eletromagnéticas propagando-se, atravessando polarizadores, meios ópticos. Neste caso, as imagens em GIF, objetivam estimular os professores, pesquisadores e estudantes a utilizarem o software para análise, embora ele não seja gratuito (SANTOS; PASSOS; ARRUDA; VISCOVINI, 2016). Um dos artigos analisados tem por objetivo compartilhar uma experiência didática bem sucedida com a combinação entre os métodos, Peer Instruction – Instrução pelos colegas (IpC) e Just-in-Time Teaching – Ensino sob medida (EsM) para o ensino-aprendizagem de eletromagnetismo. No método IpC, os alunos discutem entre si questões conceituais em sala de aula, e no método EsM, o aluno tem a responsabilidade de se preparar para a aula, realizando alguma tarefa prévia (OLIVEIRA; VEIT; ARAUJO, 2015). Uma pesquisa também utilizou o método de combinação entre IpC e EsM, explorando materiais didáticos interativos, como potenciadora para melhor aprendizagem. Neste caso, usaram-se práticas de laboratório e exploração de recursos digitais (QUINTAS; CARVALHO, 2016). Estes artigos foram desenvolvidos em Portugal, tendo como objetivo aplicar a lei de ohm generalizada, utilizando kits experimentais com vários graus de complexidade, como determinar a força eletromotriz, a resistência interna de um gerador, verificar as condições em que a potência fornecida por um gerador é máxima, determinar a força contra-eletromotriz e a resistência interna de um receptor (OLIVEIRA; PAIXÃO, 2017). Freitas e Oliveira (2015) utilizam quatro (4) vídeos curtos com o objetivo de ensinar tópicos de semicondutores. Outro artigo procura analisar as concepções espontâneas sobre os fenômenos relacionados à eletricidade atmosférica (ALMEIDA; JÚNIOR; SILVA, 2016). Uma das pesquisas encontradas tem por objetivo relatar um método de ensino, usando um modelo problematizador que parte de um problema histórico a ser investigado baseado nos conceitos de eletromagnetismo (PINTO; SILVA; FERREIRA, 2017).

O único artigo relacionado ao Ensino Superior desenvolve um estudo qualitativo e descritivo sobre a trajetória dos estudantes na disciplina de evolução dos conceitos da Física, quanto às suas concepções acerca da natureza da ciência (PENA; TEIXEIRA, 2017).

Os nove artigos relacionados ao ensino de eletromagnetismo são de abordagem qualitativa; dentre estes, um, além de qualitativo, também é quantitativo.

Além da abordagem, outro ponto semelhante entre alguns artigos foi o método

de coleta de dados. Em quatro (4) deles, Oliveira et al (2015), Santos et al (2016), Oliveira; Paixão (2017), Quintas; Carvalho, (2016), utilizaram um método alternativo e o método tradicional, para ter um referencial da eficácia do método. Os outros, Pena e Teixeira, (2017), Almeida et al. (2016), Freitas e Oliveira, (2015), Souza et al. (2015); Pinto et al. (2017) aplicaram um método único como forma de coleta, utilizando vários artifícios, como exemplo, aplicação de questionário e uso de experiências. Em um artigo, Souza; Malheiros e Figueiredo (2015) utilizaram vários métodos, como o uso de questionários, descrição da observação pelo professor, distribuição de fichas para os alunos, além de um caderno, por grupo, para registros das observações.

Exceto o artigo desenvolvido no Curso Superior, todos os outros foram desenvolvidos no terceiro ano do Ensino Médio, uma vez que o conteúdo de eletromagnetismo faz parte do currículo escolar pertinente.

Sobre a realização dos projetos, com exceção de um, todos foram realizados em escolas públicas. Dentre estes nove, dois foram desenvolvidos em Portugal, na cidade de Coimbra.

Finalizando esta parte do ensino, os resultados dos projetos tiveram boa aprendizagem. Dentre os citados, um artigo apenas (QUINTAS; CARVALHO, 2016), teve um resultado não muito significativo, uma vez que utilizou um grupo experimental e outro grupo controle, do que se conclui que a parte dos recursos interativos precisa ser mais explorada para melhor utilização em sala de aula, para que tenha impactos efetivos na aprendizagem dos estudantes.

Mesmo que nenhum dos oito artigos encontrados na pesquisa realizada tenha relação com energia elétrica, explora-se, doravante, o aspecto da aprendizagem significativa. Observando os objetivos dos projetos desenvolvidos, percebe-se a variedade de aplicações em relação à aprendizagem significativa. Araujo e Mazur (2013) utilizam os métodos de ensino IpC e EsM citados anteriormente. O método EsM solicita que os alunos mandem as respostas 12 (doze) horas antes de iniciar a aula, para que o professor analise-as e tenha noção das ideias prévias e das dificuldades dos alunos, para que possa programar sua aula baseando-se nessas respostas para desenvolver o método IpC. Pereira; Olenka; Oliveira (2016), no entanto, tratam sobre uma experiência didática, em que se analisa a viabilidade de ensinar Física com base em uma sequência didática alicerçada na aplicação diversificada de tirinhas e inspirada nos ideais construtivistas, com o foco na

participação do aluno, objetivando a aprendizagem significativa. Anjos; Sahelices e Moreira, (2017) buscaram investigar a relação dialógica entre as aprendizagens significativas dos conteúdos de Matemática (funções e equações lineares) e da Física (momento linear e conservação), ou seja, procuraram verificar as possibilidades dos conteúdos de Matemática contribuírem para o aprendizado de Física, e o ensino dos conteúdos de Física contribuírem para o aprendizado em Matemática. O artigo de Darroz e Santos (2013) constroem um caminho pedagógico para obter a aprendizagem significativa por meio de um curso de extensão com a temática de conceitos básicos em Astronomia, para um grupo de 13 (treze) estudantes do Ensino Médio, concluintes do curso de Formação de Professores. O artigo de Gaudio (2015) tem como objetivo utilizar a mágica, desafiando um princípio ou lei natural, tornando interessante o seu uso, procurando desvendar seu segredo de forma científica. Souza e Mello (2017) utilizam uma técnica de ensino-aprendizagem baseada em uma sequência didática construída a partir de jogos educacionais, atividades experimentais e simulações computacionais. Moro; Neide; Rehfeldt (2016), buscam investigar as implicações do uso de simulações vinculadas às atividades experimentais na aprendizagem significativa no tópico sobre energia térmica. E, para finalizar essa parte dos objetivos, dentre os oito artigos selecionados, apenas o de Damasio et al (2014) desenvolve o conteúdo de aprendizagem significativa no Ensino Superior. Os outros artigos são todos referentes ao Ensino Médio. Esse projeto ofereceu um curso de extensão para atuarem em ambientes não formais, buscando atingir, prioritariamente, os alunos do curso de Licenciatura, dando oportunidade para trabalharem na organização e divulgação de eventos em espaços não formais; porém, com a aplicação do curso de extensão, atingiu, também, os estudantes do Ensino Fundamental e Médio.

Em relação à abordagem efetuada pelos artigos pesquisados, seis eram qualitativas e duas, qualitativas e quantitativas.

O referencial teórico utilizado quanto à aprendizagem significativa traz em todos os artigos a teoria de David Ausubel, sendo que apenas dois artigos citam Ausubel de fato; os outros citam Moreira. Os conceitos usados nos projetos são relativos à utilização de cada metodologia. Alguns aprofundaram as explicações no referencial teórico, outros ficaram apenas na superficialidade.

A ideia central do pensamento de Ausubel foi usada praticamente em todos os projetos: ensinar com base nos saberes existentes na estrutura cognitiva dos alunos.

Para Ausubel (1980), o novo saber deve ancorar nas ideias dos alunos, para que o conhecimento construído tenha significado para o aprendiz. Em dois artigos, Araujo e Mazur (2013) e Anjos et al. (2017), a teoria da aprendizagem significativa se complementa com o pensamento sociointeracionista de Vigotsky.

Outro conceito bastante utilizado pelos artigos de Pereira et al. (2016), Anjos et al. (2017), Damasio et al. (2014), Darroz e Santos (2013), de acordo com o pensamento de Ausubel, é o da importância em utilizar um conteúdo potencialmente significativo. Para ele, isso é um dos fatores para ocorrência da aprendizagem significativa; o outro ponto é que o aluno esteja disposto a aprender.

O projeto de Damasio et al (2014) trata dos organizadores prévios como pontes cognitivas para um aprendizado significativo. Os organizadores são conteúdos introdutórios desenvolvidos antes de ministrar o novo conteúdo em sala, para que essas informações produzam ideias prévias a respeito do conteúdo que vai ser ministrado e possa haver uma relação entre o novo saber com a estrutura cognitiva do aluno. O projeto de Darroz; Santos (2013) aplica a teoria da assimilação, de forma que ocorre a interação entre o novo saber com as ideias do subsunçor, ao ponto de modificá-lo, pela aquisição e organização conceitual.

Outras formas que facilitam o processo de aprendizagem significativa citadas por vários autores, como Pereira et al. (2016), Damasio et al. (2014), Darroz e Santos (2013) são a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. A diferenciação progressiva é o método que usa os organizadores de forma abrangente; usam aspectos do todo, para ir diferenciando, progressivamente, pelas partes, para se chegar ao entendimento do todo. Os organizadores gerais oferecem ancoragem para que o aluno tenha ideias prévias ao receber conteúdos mais específicos, neste caso, partindo do geral para o particular. A reconciliação integradora é o método de explorar as ideias partindo das suas semelhanças e diferenças. Esse processo busca agrupar os organizadores observando suas igualdades e diferenças e, ao mesmo tempo, ir construindo uma diferenciação progressiva dos organizadores.

Dois conceitos foram desenvolvidos por Damasio et al. (2014) como complemento aos apresentados anteriormente. São eles: organização sequencial e consolidação. A organização sequencial consiste em trabalhar uma sequência de conteúdos que proporcione melhor aprendizagem dos conceitos, de forma que o conteúdo aprendido sirva de ancoragem para o desenvolvimento de novos

conceitos, enquanto a consolidação é o resultado bem sucedido de uma organização sequencial, ao ponto de levar uma associação de conceitos aprendidos proporcionando uma consolidação do aprendizado.

Os tipos de aprendizagens significativas relatados pelos autores Darroz e Santos (2013) e Gaudio (2015) são: subordinativa, superordenada e combinatória. A aprendizagem subordinativa se refere ao novo saber que se ancora nas ideias já existentes na estrutura cognitiva, ficando subordinada a elas. Como a estrutura cognitiva é estruturada de forma hierarquica, o novo saber fica então subordinado à estrutura cognitiva existente. Gaudio (2015) especifica, ainda mais, e fala da aprendizagem subordinativa correlativa, quando o novo saber se correlaciona com as ideias já existentes na estrutura cognitiva. A aprendizagem superordenada diz respeito ao novo saber mais amplo que as ideias existentes na estrutura cognitiva e, neste caso, o aprendizado envolve síntese de ideias compostas, até construir o conceito geral. E, por último, tem-se a aprendizagem combinatória, saberes não absorvidos de forma direta, por serem abrangentes e necessitarem de associações com os conceitos originais, que podem ser trabalhados de forma individual ou correlacionados com outros conceitos.

Outros tipos de aprendizagem citados por Darroz e Santos (2013) são: a representacional, conceitual e proposicional. A aprendizagem representacional representa a unicidade das coisas, como única, como se só existisse aquele objeto na Terra. O contato com outros objetos semelhantes, faz com que esse objeto não seja único e, então, começa-se a formular um conceito sobre o objeto, com base na sua estrutura física e composição química. Por último, deixa de ser conceitual e passa para proposicional, quando se tem a necessidade de formular frases com base nos conceitos aprendidos. No entanto, uma proposição não é a soma das interpretações individuais, ou seja, a proposição vai muito além da definição conceitual.

Em relação ao quesito avaliação, Darroz e Santos (2013) apresentam uma reflexão com essa temática, enfatizando a importância da avaliação ser diferenciada do convencional, para que o estudante seja despertado a pensar diferente do tradicional e buscar soluções por caminhos diferentes, para que ocorra a aprendizagem significativa.

Em contrapartida ao aprendizado mecânico, Souza e Mello (2017) usam a ideia bancária de Freire junto à aprendizagem significativa para desenvolver atividades

experimentais e também pela utilização das TIC (Tecnologias de Informações e Comunicação). Os autores também citam os modelos mentais, que são construídos por pesquisadores para elaborar suas teorias e facilitar a compreensão, sendo, muitas vezes, representações complexas de fenômenos físicos ou de determinada teoria.

Souza e Mello (2017) fazem uma reflexão sobre o ensino de ciências, destacando que, na década de 1970, as pesquisas eram norteadas pelas ideias de Piaget, enquanto nos anos 1980, devido às críticas alusivas a essa mesma teoria, a preocupação maior se baseou nas ideias prévias dos estudantes, dentro dos projetos qualitativos, construindo conceitos a partir dessas ideias.

Pode-se observar que houve utilização bem variada dos conceitos desenvolvidos por Ausubel. Cada pesquisador usou a parte teórica para dar embasamento a sua pesquisa, o que mostra a grande possibilidade de aplicabilidade da aprendizagem significativa de Ausubel.

Em virtude dos diferentes objetivos dos artigos, foram adotadas diferentes metodologias, para que pudessem surtir resultados positivos nos processos de ensino e de aprendizagem.

Araujo e Mazur (2013), mostram que é possível usar o IpC e EsM de modo separado. Porém, buscam unir os dois métodos como melhor opção, quando existe possibilidade, para sua implementação. A execução do EsM operacionaliza o levantamento de questões e dúvidas existentes, para que o professor leve em conta esse saber no momento de sua exposição conceitual. Salienta-se que que, embora esse artigo não tenha sido aplicado, sugere-se que a união dos dois métodos pode contribuir muito no processo de aprendizagem, tanto para se conhecer as ideias prévias dos alunos, quanto proporcionar melhor interação social entre os estudantes.

O projeto de Pereira et al (2016) trata de um estudo de caso de caráter qualitativo, com enfoque prático-metodológico com objetivo exploratório. A aplicação se deu por várias etapas, sendo primeiro, a apresentação da proposta de ensino e a aplicação de um pré-teste com seis questões, para conhecer as ideias prévias dos alunos e adaptar a aula à realidade da turma. Na aula seguinte, exploram-se os conceitos fundamentais, destacando as palavras-chave. Tirinhas são apresentadas para obter informações iniciais e desenvolver alguns conceitos. Na etapa diferenciação progressiva, são usadas tirinhas para trazer lucidez e facilitar a comunicação, bem como despertar o interesse pelo assunto. Em diferenciação e

reconciliação de conceitos, as tirinhas envolvem conceitos e reflexão, estabelecendo relação entre o conteúdo estudado e a realidade do cotidiano. Outra etapa consiste em uma abordagem matemática e consolidação; a etapa seguinte diz respeito à socialização do conhecimento, momento este que os estudantes recebem um questionário com sentenças conceituais dos conteúdos abordados, para serem respondidos, sendo este questionário um termômetro para avaliar a metodologia até o momento. Outra etapa foi a avaliação, quando os estudantes são incentivados a socializar seu conhecimento na construção de tirinhas. Após a criação das tirinhas o pré-teste foi reaplicado com mudanças sutis no texto e nas gravuras, respeitando o grau de evolução conceitual, procedimento adotado para averiguar a evolução do aprendizado e eficácia metodológica.

Anjos et al. (2017) apresentam um estudo de caso de caráter interpretativo e descritivo. Neste projeto, são elaborados dois questionários: um para os estudantes e outro para os professores, com questões relacionadas ao ensino de Física. De forma aleatória e voluntária, são escolhidos dois estudantes por turma, aos quais é aplicado um questionário de dezenove questões abertas. No caso dos professores, o critério adotado foi escolher pelos diversos tipos de formação acadêmica: dois graduados em Física, dois estudantes de Física e mais dois graduados em outra área distinta da Física. Buscando ressignificar o papel das equações matemáticas no ensino de Física, através de propostas metodológicas alternativas, o objetivo consistia em promover a aprendizagem significativa. Desenvolvendo o projeto de extensão de Damasio et al (2014) com a temática Astronomia, foram contatados os estudantes de graduação para desenvolverem o projeto com os estudantes do Ensino Médio. Foram realizadas três edições do “luau astronômico”, sempre articulando com atividades de campo, observação de telescópio, observação a olho nu, curso de fotografia, lançamento de foguetes, etc. Darroz e Santos (2013) também apresentam um curso de extensão com treze alunos do Ensino Médio, realizando o curso em encontros. No final de cada encontro, realiza-se uma avaliação por meio de questionários, construção de maquetes, descrição da memória do encontro, simulações, mapas conceituais, etc. No final do projeto, aplica-se um questionário para constatar se houve aprendizado significativo.

Gaudio (2015) usa a mágica para ensinar, utilizando um vídeo como recurso didático. Após a visualização, os alunos tentam explicar o ocorrido, de maneira científica, ou usando o senso comum. Essa fala dos alunos é muito importante para

o professor, porque serve de ideia prévia para desenvolver novos conhecimentos. Após a explicação dos alunos, o professor passa a explicar, utilizando algumas hipóteses possíveis citadas pelos alunos e por ele também. Junto aos estudantes, vai excluindo as menos prováveis. Pelas exclusões, fica apenas uma; caso essa não seja a certa, abre-se nova rodada de hipóteses, até que se chegue à explicação científica sobre a realização da mágica.

O artigo de Souza e Mello (2017) trata de uma pesquisa-ação do tipo de pesquisa experimental, abordagem qualitativa e quantitativa. Inicialmente, se aplica um pré-teste para obter as concepções prévias e espontâneas dos conteúdos que serão abordados na simulação, nas atividades lúdicas e nos jogos didáticos. Propõe-se a realização de uma oficina de aviões de papel, para o que se distribui o material de aerodinâmica. Realiza-se, então, uma atividade experimental simulando as asas de um avião; outra atividade experimental procura comprovar o efeito Bernoulli; a seguir, usa-se o software Modellus e, por fim, como forma avaliativa, realizam-se jogos avaliativos. Moro et al (2016) também utiliza simulações computacionais vinculadas às atividades experimentais, realizando sua pesquisa em três etapas: a primeira foi realizada para verificar os conhecimentos prévios dos estudantes relacionados às formas de propagação da energia térmica e suas aplicações em situações do cotidiano. A segunda, para desenvolver o conteúdo de transferência de energia térmica por meio da interação entre as atividades experimentais e simulações computacionais, durante as aulas no segundo ano do ensino médio. A última etapa procura investigar se as atividades desenvolvidas sobre termologia são potencialmente significativas para a aprendizagem dos alunos.

Os resultados em todos os projetos foram interessantes, na medida em que se observaram melhorias na aprendizagem. No projeto teórico, observa-se o potencial do método e suas recomendações de aplicação e da necessidade de enfrentar os problemas encontrados no ensino de Física. No projeto de Anjos et al., (2017), a investigação trouxe bons resultados, porém, os elementos não foram suficientemente consistentes para responder o questionamento da pesquisa.

A interdisciplinaridade esteve presente em alguns projetos da arte com o lúdico, da pedagogia, da ciência, dos jogos, proporcionando uma melhor visão para os alunos, tornando-os mais ativos no processo de ensino e aprendizagem. Em muitas situações, os professores não são formados na área específica, ou não foram

preparados para desenvolverem tais atividades, o que pode ser uma lacuna a ser preenchida com realização de cursos de formação de professores.

Um destaque especial para Darroz e Santos (2013) que utilizaram os organizadores prévios e materiais introdutórios. Pode-se observar que eles tiveram papel importante no processo de aprendizagem, porque quando notam que os conteúdos aprendidos têm ligação com seus saberes, isso desenvolve maior potencial de aprendizagem, o que dá sentido ao processo. No entanto, o professor precisa saber lidar com os novos métodos para não reproduzir um ensino tradicional, mesmo usando métodos alternativos.

Após as observações desenvolvidas sobre os artigos explorados, apresenta-se o projeto pertinente a este trabalho de pesquisa, demonstrando suas especificidades dentro do tema estudado, buscando alcançar o objetivo de avaliar a ocorrência da aprendizagem significativa, a partir das ideias prévias dos alunos sobre a transformação da energia eólica e nuclear em energia elétrica.

Neste caso específico, os saberes prévios foram coletados por meio de entrevista, para que professor pudesse usá-los no desenvolvimento do conteúdo em sala de aula. Após o desenvolvimento do conteúdo, os alunos construíram um mapa conceitual sobre a temática de energia elétrica envolvendo as duas energias estudadas. No final do processo, realizou-se nova entrevista com os mesmos alunos entrevistados anteriormente. Durante a realização da primeira entrevista, o professor precisou ir preparado, para que, se houvesse necessidade, ele já utilizaria os organizadores prévios durante a entrevista.

Alguns pontos importantes mostram o diferencial desta pesquisa em relação aos artigos explorados, uma vez que a mesma tem por base a aprendizagem significativa, utilizando conceitos presentes nos recursos elétricos da região, o que pode tornar o conteúdo potencialmente significativo. Ressalta-se, ainda, que a pesquisa desenvolve os organizadores prévios durante a entrevista e utiliza o mapa conceitual para observar os conceitos hierárquicos que foram construídos.

3 ASPECTOS IMPORTANTES DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Ao pensar a construção do conhecimento de forma significativa, é preciso ter em mente que a característica essencial é a interação entre os novos conhecimentos ministrados pelo professor com as ideias prévias dos estudantes.

Nesta perspectiva, aprendizagem significativa é aprendizagem com sentido, que emite um conceito, exprimindo-o com clareza, enfim, que envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específica, ou seja, é o processo em que os conhecimentos ministrados pelo professor se relacionam com os saberes relevantes existentes na estrutura cognitiva do estudante. Essa estrutura cognitiva são os conceitos, que o aluno possui e são construídos no decorrer da sua vida, por aquilo que ele viu, ouviu ou estudou.

Segundo Ausubel “o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos” (AUSUBEL, 1980, XIII).

Para Ausubel, (1980, p. 23), aprendizagem significativa é a interação do que o aprendiz já sabe com o novo conhecimento, de maneira substantiva e não arbitrária, ou seja, o ensino não é “ao pé da letra” e essa relação dos saberes não se dá com qualquer ideia prévia, mas, com conhecimentos relevantes presentes na estrutura cognitiva do aluno. Desse modo, o conhecimento aprendido passa a ter significado para os estudantes e as ideias prévias ganham maior estabilidade cognitiva.

É importante destacar que para se concretizar a aprendizagem significativa, essa interação entre os saberes precisa ser muito mais forte do que simples ligação; é preciso que o novo conhecimento se ancore nas ideias prévias dos alunos, de modo que esse novo saber amplie os conhecimentos de sua estrutura cognitiva.

Quando as novas informações ministradas pelo professor não interagem com as ideias prévias existentes da estrutura cognitiva dos estudantes, essas informações são armazenadas de forma arbitrária. Essa aprendizagem é conhecida como mecânica ou automática. Numa linguagem cotidiana, informal, ela é conhecida como a famosa “decoreba”, em que as informações ficam por alguns dias e, logo depois, são esquecidas, pelo fato de ter ocorrido pouca ou nenhuma interação entre o novo conhecimento com os saberes existentes na estrutura cognitiva do aluno.

Ausubel (1980, p. 32) explica que a aprendizagem significativa somente se concretiza com a existência de dois pontos básicos: 1) Que o material a ser

aprendido seja potencialmente significativo e 2) Que o aluno manifeste uma predisposição para aprender.

Sobre o primeiro ponto, o material precisa ter relação com a estrutura cognitiva do estudante. Em muitas situações, os professores ensinam de maneira que os alunos devem responder, em suas avaliações, da mesma maneira como lhes foi ensinado, favorecendo a reprodução automática, podendo os correlacionamentos com os saberes existentes na estrutura cognitiva.

O trabalho de ministrar um conteúdo potencialmente significativo depende de dois fatores principais que Ausubel define como sendo “a natureza do assunto a ser aprendido e a natureza da estrutura cognitiva de cada aluno” (1980, p.36). A natureza do assunto precisa ter “significado lógico¹”, ou seja, precisa estar dentro do campo da capacidade humana de entendimento. Quanto à natureza da estrutura cognitiva, não basta ter ideias prévias; é preciso ter as ideias prévias específicas para correlacionar com o novo saber.

A estrutura cognitiva existente nos alunos é conhecida como “subsunçor²”. Essa estrutura é formada de conceitos organizados por hierarquias construídas pelas vivências do aprendiz, ou seja, os subsunçores são as ideias prévias relevantes em que o novo conhecimento vai se ancorar para desenvolver os novos conteúdos.

A ancoragem do novo saber sobre os subsunçores específicos é fundamental para a ocorrência de aprendizagem significativa, para que o conhecimento desenvolvido permaneça por mais tempo na estrutura cognitiva do aluno e, ao mesmo tempo, suas ideias prévias possam adquirir novos significados.

Sobre o segundo ponto, é necessário que o aluno esteja disposto a aprender, de modo que consiga relacionar os saberes novos com os existentes na estrutura cognitiva.

Se o aluno não estiver disposto a aprender, mesmo que o conteúdo seja potencialmente significativo, ele não vai aprender significativamente. Se seu interesse for aprender mecanicamente, isso vai acontecer de forma natural, mesmo que existam vários fatores favoráveis para a aprendizagem significativa. Por outro lado, não basta ter disposição para aprender se o material não for potencialmente

¹ Denomina-se significado lógico a propriedade da tarefa da aprendizagem propriamente dita que determina se ela é ou não potencialmente significativa (AUSUBEL, 1980, p.36)

² A palavra “subsunçor” origina-se do inglês “subsumer”, cujo significado é, mais ou menos, equivalente a facilitador ou subordinador (NOVAK, 1981).

significativo, ou seja, ambos os fatores precisam estar presentes para efetivar aprendizagem significativa.

Em uma sala de aula, coexistem várias experiências diferentes, uma vez que cada aluno tem uma história diferente do outro, o que proporciona formação de conceitos diferentes, caracterizando uma estrutura idiossincrática. Para Novak,

estas diferenças não são, geralmente, suficientemente grande para impedir a comunicação; seu conceito de aprendizagem, por exemplo, está suficientemente próximo ao meu para que este 'rotulo de conceito' (aprendizagem) signifique aproximadamente o que quero exprimir quando uso o termo. (NOVAK, 1981, p.10).

Para Masini e Moreira,

os subsunçores podem ser proposições, modelos mentais, construtos pessoais, concepções, ideias, invariantes operatórios, representações sociais e, é claro, conceitos, já existentes na estrutura cognitiva de quem aprende. (MOREIRA, 2011, p.28).

O professor deve utilizar as ideias prévias, mesmo que elas estejam em formação ou completamente formadas para desenvolver novos conhecimentos. No decorrer da aprendizagem significativa, elas vão se tornando cada vez mais elaboradas/estruturadas, para servir de base para aprender novos conhecimentos.

Um aspecto relevante dos subsunçores é sua formação. O aspecto mais provável da sua origem se dá quando ocorre o primeiro contato com o objeto propriamente dito, seja ele, físico, visual ou auditivo. A maioria dos subsunçores é construída quando criança; com o decorrer dos anos, eles vão se solidificando, ficando mais elaborados e servindo de âncora para a construção de novos conhecimentos. Por exemplo, se uma pessoa nunca viu, tocou ou ouviu falar sobre o violão, na sua estrutura cognitiva não existe nada sobre isso. Depois que ocorrer o primeiro contato, isso começa a fazer parte dos subsunçores, mesmo que em caráter único. Após o contato com outros violões, pela análise das suas características físicas e sonoras, o conceito de violão vai se formando, e, então, a pessoa consegue fazer distinção entre um violão e outro instrumento de corda. Porém, a formação de subsunçores não ocorre apenas na infância, mas, durante a vida toda, porque se constroem, também, conceitos abstratos.

Moreira (2011, p. 28) afirma que esse processo de construção passa por “inferência, abstração, discriminação, descobrimento, representação, envolvidos em sucessivos encontros do sujeito”.

No entanto, pode acontecer que o aluno não tenha os subsunçores adequados, ou seja, as ideias âncoras. Neste caso, Ausubel, recomenda o uso *de organizadores prévios*.

[...] normalmente introduzidos antes do próprio material de aprendizagem e são usados para facilitar o estabelecimento de uma disposição significativa para a aprendizagem. Os organizadores antecipatórios ajudam o aluno a reconhecer que elementos dos novos materiais podem ser significativamente aprendidos relacionando-os com aspectos especificamente relevantes da estrutura cognitiva existente. (AUSUBEL, 1980, p.143).

De modo geral, se o aluno não tem subsunçores relevantes sobre determinado assunto, os organizadores prévios são os conteúdos que devem ser ministrados antes de se ministrar um novo conteúdo, com o objetivo de construir ideias na estrutura cognitiva, a fim de facilitar a aprendizagem significativa.

Os organizadores devem ser apresentados com um nível de generalidade, inclusividade, do material a ser ensinado. Desse modo, “a principal função do organizador está em preencher o hiato entre aquilo que o aprendiz já conhece e o que precisa conhecer antes de poder aprender significativamente a tarefa com que se defronta”. (AUSUBEL, 1980, p.144).

Existem três razões para o uso dos organizadores prévios. São elas:

A importância de ter ideias estabelecidas relevantes e de outra forma apropriadas já disponíveis na estrutura cognitiva para tornar logicamente significativas ideias novas potencialmente significativas e lhe dar um esteio estável;

As vantagens de usar as ideias mais gerais e inclusivas de uma disciplina como ideias de esteio ou subordinadores (a saber, a adequação e a especificidade da sua relevância, sua maior estabilidade inerente, seu maior poder exploratório e sua capacidade de integração);

O fato de que eles próprios tentam tanto identificar um conteúdo relevante já existente na estrutura cognitiva (e a ser explicitamente relacionada com ele) como indicar explicitamente a relevância desse conteúdo e sua própria relevância para o novo material de aprendizagem. (AUSUBEL, 1980, p.144).

O uso dos organizadores é de grande importância no processo educativo, pois permite identificar os conteúdos relevantes, dando uma visão geral mais abstrata, ressaltando as relações importantes e preparando os elementos organizacionais para a chegada do novo conhecimento.

Os organizadores podem ser apresentados antes ou durante o desenvolvimento do material aprendido, porém, é interessante que seja antes, para que esse saber seja mais bem incorporado/elaborado pela estrutura cognitiva, para uma futura utilização pelo professor.

Se os organizadores forem utilizados para construir conceitos pouco ou não familiares pelos estudantes, ele é conhecido como um organizador “explicativo”, e sua função é promover subsunções específicas próximos, favorecendo uma ancoragem de ideias já familiares pelos alunos. Se o organizador for utilizado para desenvolver conceitos de um material familiar, ele é conhecido como organizador “comparativo”, propiciando melhor integração entre os conceitos existentes na estrutura cognitiva, bem como, para aumentar a distinção entre as ideias existentes e as novas (AUSUBEL, 1980, p.144).

A ideia de organizadores foi sugerida por Ausubel (1980, p. 146), como estratégia para melhorar a aprendizagem de materiais potencialmente significativos e não de nenhum material. Seus artifícios podem ser uma situação-problema, enunciado, filme ou até mesmo a aula anterior. Os organizadores sempre devem ser utilizados no processo de ensino, para que o aprendiz perceba sua importância, e que, num futuro próximo, ele consiga correlacionar as ideias existentes na sua estrutura cognitiva com os novos conhecimentos ministrados pelo professor.

A aprendizagem cognitiva ocorre em duas dimensões diferentes. A primeira dimensão é *mecânica* ou *significativa*; a segunda, por *recepção* ou *descoberta*. Assim, tanto a aprendizagem mecânica quanto a significativa podem ocorrer por recepção ou por descoberta (AUSUBEL, 1980, p. 3).

Para melhor compreensão, será apresentada uma visão geral sobre cada uma delas, aprofundando-se, um pouco mais, sobre a aprendizagem significativa, que é objeto deste estudo.

A aprendizagem mecânica receptiva acontece quando não ocorrem interações entre as ideias prévias do aluno com o novo saber ministrado pelo professor. Esse novo saber é recebido de forma já definida, sem a necessidade do aluno raciocinar para construir um pensamento, ou seja, o conhecimento ministrado vem em sua forma final, pronto e acabado. O aluno só precisa internalizar esse material sem sentido. A diferença da aprendizagem mecânica receptiva para aprendizagem mecânica por descoberta se dá na parte final do processo de aprendizado. O ensinamento do professor acontece da mesma forma, porém, o entendimento do

aluno não ocorre apenas com as informações ensinadas pelo professor, parte desse conhecimento é descoberto pelo aluno.

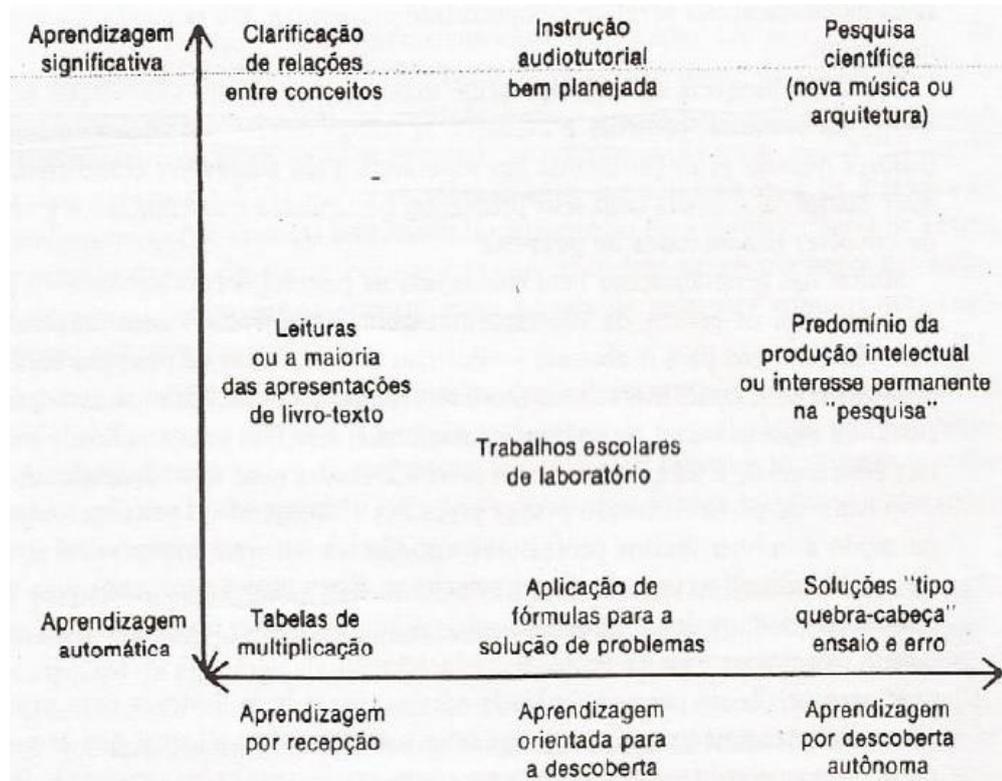
O aprendizado por recepção pode advir de vários fatores, e não unicamente do professor. Pode ser, por exemplo, de um filme, uma experiência observada na escola ou mesmo no computador, de um livro, etc.

Em algumas situações, a aprendizagem mecânica por descoberta caminha para uma aprendizagem significativa. Para tanto, é preciso que o aluno consiga reagrupar as informações e integrá-las à estrutura cognitiva existente (AUSUBEL, 1980, p. 22).

A aprendizagem significativa receptiva é confundida com a aprendizagem mecânica. O fato de o aluno receber o conhecimento pronto, não é motivo para definir sua dimensão. Sua característica mais importante é a interação entre os saberes, da estrutura cognitiva com os ministrados pelo professor, o que caracteriza ser uma aprendizagem com significado. Na aprendizagem significativa por descoberta, o entendimento do aluno não é completo com as informações ministradas pelo professor. A construção final do conhecimento ocorre em seu particular; o aluno descobre, sozinho, esse novo saber, interagindo as ideias prévias da estrutura cognitiva com o novo saber descoberto, caracterizando, assim, a aprendizagem significativa.

A figura 1 apresenta as variáveis da aprendizagem mecânica (automática) e significativa e entre a aprendizagem por recepção e por descoberta. Observa-se nesta figura que as tabelas de multiplicação tendem a ser aprendidas mecanicamente e por recepção, enquanto as pesquisas científicas tendem para a aprendizagem por descoberta e de forma significativa.

Figura 1: Matriz das aprendizagens



Fonte: AUSUBEL, 1980, p.21.

Grande parte da aprendizagem escolar é realizada por recepção, enquanto os problemas do cotidiano são resolvidos por meio da aprendizagem por descoberta. No entanto, esse conhecimento aprendido por recepção pode ser utilizado para resolver problemas diários; o mesmo é válido para a aprendizagem por descoberta, que pode ser utilizada, em sala de aula, para aplicar, integrar e melhorar a compreensão do conteúdo. Em certas situações práticas, na aprendizagem por descoberta, ocorre o "insight" de proposições já conhecidas, levando-os a uma redescoberta científica. (AUSUBEL, 1980, p. 21).

Embora a aprendizagem possa ocorrer por recepção ou por descoberta, ela somente se caracteriza como significativa, se o conhecimento recebido ou descoberto, interagir de forma substantiva, e não arbitrária, com as ideias prévias da estrutura cognitiva, pois

Do ponto de vista do processo psicológico, a aprendizagem por descoberta significativa é obviamente mais complexa do que a aprendizagem receptiva significativa. Envolve uma experiência prévia na solução de problema antes que o significado emergja e possa ser internalizado. (AUSUBEL, 1980, p.22).

O conceito de Ausubel, sobre as aprendizagens mecânicas e significativas, não corresponde a uma dicotomia, mas a um *continuum*. Assim, uma aprendizagem escolar não ocorre de maneira absolutamente mecânica, pois depende do grau de significação dessa nova aprendizagem. O aprender mecanicamente, ou significativamente, vai depender da disponibilidade do aprendiz para aprender e se o material é potencialmente significativo (NOVAK, 1981, p. 91).

Existem três tipos de aprendizagem receptiva significativa de acordo com Ausubel (1980, p. 32). São elas: representacional, conceitual e proposicional, cujos detalhes e correlações aplicadas serão discorridos no processo de construção do conhecimento.

A aprendizagem representacional demonstra a unicidade das coisas ou de palavras; são os primeiros contatos, as primeiras impressões. Para Ausubel (1980), esse tipo de aprendizagem,

implica aprender o significado de símbolos particulares (de um modo geral, palavras) ou aprender o que eles representam. As palavras particulares de qualquer língua, conseqüentemente, são convenções ou símbolos especialmente compartilhados, cada um representando um conceito, uma situação ou um objeto unitário do mundo físico, social ou das ideias. (AUSUBEL, 1980, p.39)

Essa representação demonstra a construção dos símbolos como sendo únicos, com característica de corresponder um signo para representar certos objetos. Assim, as palavras são usadas para definir objetos. Por exemplo, quando uma criança conhece o primeiro cachorro, ele passa a representar um símbolo, ou seja, ainda não existe o conceito de cachorro; ainda está na representação. Após o contato com outros cachorros, ou mesmo outros animais, ela vai conseguir diferenciá-lo de outros animais. Neste estágio de percepção, as várias analogias/comparações à noção representacional de unicidade, começam a dar espaço ao conceito e, então, começa a se formar a noção da palavra-conceito.

Em Física, pode-se pensar essa aprendizagem representacional com o aprendizado inicial de energia. Sempre se fala de energia quando se relaciona às lâmpadas, aos eletrodomésticos ou, até mesmo, com a sua falta.

Para Masini e Moreira,

Aprendizagem representacional é a que ocorre quando símbolos arbitrários passam a representar, em significado, determinados objetos ou eventos em uma relação unívoca; quer dizer, o símbolo significa apenas o referente que representa. (MOREIRA, 2011, p. 38).

Este tipo de aprendizagem é fundamental para a construção do conhecimento, uma vez que a formação dos conceitos e proposições passa antes pela representação.

A formação da representação dos objetos ocorre de forma idiossincrática, uma vez que depende da experiência particular. Na maioria das vezes, os conceitos formados são de caráter conotativo. Após o contato com os atributos essenciais do objeto e realizando correlações com o conceito existente, esse conceito passa a ter um caráter denotativo.

Após o ensino infantil, o significado de novas palavras é adquirido por definição ou através de descobertas em contextos apropriados e relativamente explícitos. Por exemplo: normalmente, a aprendizagem representacional da palavra “presidente” é acompanhada da formação do conceito, como sendo chefe de estado ou de uma república. Esse conceito é perpetuado culturalmente para as próximas gerações. De modo geral, somente na aprendizagem representacional é que se observa a aprendizagem do conceito junto com a palavra, uma vez que o vocabulário utilizado é sinônimo de aprendizagem representacional e pelo fato de existir grande relação entre o significante e o significado (AUSUBEL, 1980, p. 45).

Nesta perspectiva, a partir do momento em que existe o contato com outro objeto com características e atributos semelhantes, o que era de caráter único, deixa de ser aprendizagem representacional e passa a se construir uma aprendizagem conceitual.

A aprendizagem de conceitos se desenvolve através do encontro com outros objetos, pelas características e atributos comuns, conhecido como signo ou símbolo. Para Moreira,

Na aprendizagem representacional, o sujeito estabelece uma relação significativa entre uma dada representação e um referente. Analogamente, no caso do conceito formado, há uma relação significativa com uma classe de situações que dão sentido ao conceito (MOREIRA, 2008, p. 28).

A ocorrência sucessiva de encontros com objetos, eventos, características, proporciona a consolidação de um conceito. A experiência é extremamente importante no processo de assimilação de hipóteses ou generalização, como afirma Ausubel (1980, p.47), “por meio de encontros sucessivos com cachorros, gatos,

vacas e assim por diante, até que possam generalizar os atributos essenciais que constituem o conceito cultural”.

Como o vocabulário é enriquecido com novos conceitos, a estrutura cognitiva é ampliada e adquire maior estabilidade cognitiva; ou seja, os conceitos apreendidos ficam mais encorpados e melhor definidos, para serem usados futuramente. Esse processo de formação conceitual ocorre com maior intensidade na infância. Ocorre também com jovens e adultos, porém em menor intensidade; como exemplo, a construção dos conceitos de democracia, cidadania, lealdade, corrupção, entre outros.

Dentro do contexto da energia elétrica na aprendizagem de Física, por exemplo, essa aprendizagem conceitual pode ocorrer quando diferenciam os seus tipos, tais como: hidrelétrica, eólica, nuclear, solar.

A aprendizagem conceitual ocorre por dois métodos: formação ou assimilação de conceitos. O método de formação conceitual ocorre, primordialmente, com crianças de idade do período da Educação Infantil, enquanto o de assimilação ocorre de maneira dominante na fase escolar das crianças e dos adultos. De fato, nos anos iniciais da Educação Infantil, os conceitos são adquiridos por formação, com base em hipóteses e processos significativos pelas observações dos atributos essenciais dos objetos/eventos e, com isso, formam-se conceitos pelas várias observações no seu cotidiano. Na fase final da Educação Infantil, surgem fatos que servem de análise empírico-conceitual, não mais para formar conceitos, mas para assimilá-los. Todo esse processo de construção conceitual é sempre absorvido pela estrutura cognitiva, ampliando seu leque de conceitos. No Ensino Médio, o aluno já traz consigo muitos conceitos formados, podendo desenvolver proposições conceituais bem elaboradas (AUSUBEL, 1980, p. 47).

A construção de conceito ocorre depois da representação única construída pela pessoa. Após a formação do conceito, são usados símbolos linguísticos para representá-los.

Por fim, tem-se a aprendizagem proposicional, que é a junção dos conceitos formados em uma proposição; porém, essas definições dos conceitos vão muito além da simples definição conceitual.

Na aprendizagem proposicional, em outras palavras, o objetivo não é aprender proposições de equivalência representacional, e sim aprender o significado de proposições verbais que expressam outras ideias diferentes daquelas da equivalência proposicional. Ou seja, o significado da

proposição não é simplesmente a soma do significado das palavras componentes (AUSUBEL, 1980, p.40).

O todo de uma proposição não representa a soma das partes, porém, para se chegar a um todo, o pré-requisito é o entendimento representacional das partes básicas que compõem o todo, no intuito dessas partes formarem uma nova estrutura conceitual, além das somas das partes.

Em Física, pode-se pensar essa aprendizagem proposicional quando o aluno consegue correlacionar as energias dentro de uma proposição; por exemplo, quando se diz que a energia hidrelétrica causa maior impacto ambiental que a energia eólica.

De acordo com Ausubel (1980, p. 48), a aprendizagem proposicional pode ser: subordinativa, superordenada (sobreordenada) e combinatória.

A aprendizagem proposicional subordinativa é o processo em que as novas informações se apoiam sobre os saberes existentes na estrutura cognitiva, sobre os conhecimentos relevantes para o novo saber, o que ocorre, por exemplo, quando o professor se refere aos vários tipos de energia e o aluno tem, apenas, a ideia de energia elétrica. Neste caso, o novo conceito vai se apoiar neste saber existente da estrutura cognitiva, uma vez que é relevante para o assunto a ser ministrado.

Sobre este aspecto, Ausubel, ensina que

isso implica a subordinação de proposições potencialmente significativas a ideias mais gerais e abrangentes na estrutura cognitiva existente, e isto, por sua vez, resulta na organização hierárquica da estrutura cognitiva (AUSUBEL, 1980, p.49).

A ocorrência da aprendizagem subordinativa é muito comum pela necessidade do ancoradouro de conhecimento em que as novas ideias se apoiam. Os conhecimentos construídos significativamente são incorporados ao subsunçor, como conceitos conotativos e denotativos. Em sala de aula, com o ensino do conceito denotativo pelo professor, cada aluno constrói esse saber com base na sua estrutura cognitiva e essa construção conceitual sofre interferências dos conceitos conotativos. É muito comum essas ideias fazerem parte da aula. Como exemplo, quando se trata de energia, muitos alunos pensam num estado de espírito, como de “positividade”, “mandar energia positiva”, “energia negativa” etc., o que denota que os significados das coisas estão nas pessoas e não nos objetos. Assim, um mesmo objeto pode ter significantes bem diferentes em uma sala de aula.

A aprendizagem subordinativa pode ser derivativa e ou correlativa. A derivativa ocorre quando o conteúdo aprendido é entendido como exemplo de um conceito já existente na estrutura cognitiva ou é sustentado por um conceito já existente. A correlativa ocorre quando os saberes aprendidos são elaborados ou qualificados de conceitos e proposições adquiridos anteriormente, mas seu significado não está implícito nos conceitos e nem pode ser representado adequadamente por eles. (AUSUBEL, 1980, p. 48)

Quando o professor fala, por exemplo, sobre elasticidade ou atrito, esses conceitos são específicos de um conceito mais relevante, que é o conceito de força. Então, o aprendizado ocorre de maneira rápida, uma vez que é derivado diretamente de um conceito implícito já existente. Tem-se, neste caso, a aprendizagem derivativa.

A aprendizagem correlativa ocorre quando se fala, por exemplo, sobre força gravitacional ou magnética e na mente do aluno só existem forças de contato. Torna-se necessário expandir o conceito de força, correlacionando e mostrando a existência e as diferenças entre as forças de campo e as forças de contato.

A aprendizagem superordenada ocorre quando o conceito construído serve de base para conceitos já existentes na estrutura cognitiva. Assim, “a nova aprendizagem apresenta uma relação superordenada para a estrutura cognitiva quando se aprende uma nova proposição inclusiva que condicionará o surgimento de várias outras ideias” (AUSUBEL, 1980, p.49).

Por fim, a aprendizagem proposicional combinatória, ocorre quando os novos conceitos não interagem com subsunçores específicos, mas com o todo de modo geral, ocasionando, assim, grande relação entre as partes. Ausubel (1980) ensina que, se os novos conceitos não se relacionarem de forma específica com os subsunçores, torna-se mais difícil aprender e lembrar esses conceitos, quando comparados àqueles aprendidos sob as formas subordinativas ou superordenadas.

Um dos fatores de rejeição no processo de aprendizagem das disciplinas de ciências exatas é a maneira como, muitas vezes, são desenvolvidos certos conteúdos em sala de aula, sem levar em conta as ideias prévias dos alunos. O resultado é o esquecimento de grande parte dos assuntos estudados, tornando-se um conhecimento apenas temporário, que fica na mente até a avaliação, dias depois não se lembra de mais nada do que foi aprendido. O interessante é que haja um

aprendizado significativo, algo que o aprendiz possa levar por toda a vida, com possibilidade de aplicação em seu cotidiano.

Por mais significativo que tenha sido a aprendizagem de um conceito, ele pode vir ao esquecimento. O importante nesse processo é saber como ele foi construído, e como ele vai ser usado futuramente. De acordo com Novak (1981, p.65), “Na teoria de Ausubel, a variação nas taxas de esquecimento depende primordialmente do grau de significância associado ao processo de aprendizagem”. Dessa forma, se na aprendizagem houver envolvimento do material novo com as ideias prévias, haverá um aprendizado com significado; porém, se esse conceito construído ficar muito tempo sem ser usado, entra para o esquecimento.

De acordo com Ausubel:

Embora tenha ocorrido ‘esquecimento significativo’, há um ganho total na diferenciação cognitiva e um potencial adicional de facilitação da aprendizagem de quaisquer assuntos novos e relevantes. Não existe tal argumento cognitivo residual de assuntos aprendidos automaticamente (AUSUBEL, 1980, p.115).

Quando ocorre a aprendizagem mecânica, pelo fato dos conceitos serem formados sem se ancorarem nas ideias prévias, eles acabam tendo pouca ou nenhuma ligação com a estrutura cognitiva, levando-os ao esquecimento mais facilmente. Caso volte a estudar o mesmo conteúdo futuramente, é como se não soubesse nada do que já foi estudado; então, é preciso começar do zero novamente. Por outro lado, se o esquecimento foi de um conceito aprendido significativamente, ocorre “esquecimento significativamente” (AUSUBEL, 1980, p.115), uma vez que o conceito faz parte da estrutura cognitiva e é lembrado com muito mais facilidade.

Para Moreira (2011, p.40), “na aprendizagem significativa o esquecimento é residual, ou seja, o conhecimento esquecido está ‘dentro’ do subsunçor; há um ‘resíduo’ dele no subsunçor”.

Para se efetivar a aprendizagem significativa, o professor precisa diversificar os métodos e técnicas de ensino e de avaliação da aprendizagem, fugindo do padrão de certo ou errado, verdadeiro ou falso, sim ou não, pois todos esses métodos indicam uma aprendizagem mecânica, uma vez que não permitem expressar o significado em seu contexto de transferência de aprendizagem.

A avaliação, em sala de aula, deve fazer parte do conjunto de estratégias formativas, uma vez que é neste momento que o aluno pode expressar os conceitos aprendidos e explicar suas respostas.

Neste sentido,

A proposta de Ausubel é radical: para ele, a melhor maneira de evitar a simulação de aprendizagem significativa é propor ao aprendiz uma situação nova, não familiar, que requeira máxima transformação de conhecimento adquirido (MOREIRA, 2011, P.51).

Assim, a mudança de postura avaliativa não pode ser usada apenas nas provas; a avaliação precisa ser um processo contínuo, durante as aulas, sempre inserindo estratégias diferentes, para que não ocorra bloqueio no momento da avaliação diferenciada.

Como perspectiva de mudanças no processo avaliativo, sugere-se a utilização do mapa conceitual, ou mapas de conceitos, para que se possa observar a representação de conceitos dos alunos, uma vez que esses mapas constituem relações significativas. Eles não buscam classificar conceitos, muito menos dizer se está certo ou errado; sim, relacionam e hierarquizam esses conceitos partindo do mais geral. A utilização dos mapas conceituais é importante porque trata do processo de construção e não do produto final (MOREIRA, 2010, p. 26).

Quando se tem a preocupação de alcançar a aprendizagem significativa, é interessante se revestir de uma postura avaliativa diferente da tradicional, saindo do reducionismo da “decoreba” e partindo para a construção conceitual com relações significativas vistas por parte do aluno, o que torna interessante o mapa conceitual nesse processo de construção de conhecimento.

Um dos problemas da avaliação tradicional é que os exames de verdadeiro-falso ou de múltipla escolha não conseguem examinar mais do que uma pequena parte dos conhecimentos relevantes considerados na instrução. Tentem adivinhar quantas perguntas de múltiplas escolhas seriam necessárias para avaliar a capacidade dos alunos compreenderem e relacionarem todos os conceitos e proposições apresentados. Além disso, os alunos não teriam oportunidade de mostrar como organizaram os conhecimentos, nem a criatividade demonstrada na seleção de conceitos adicionais incluídos na organização do mapa. Do meu ponto de vista, os mapas conceituais são a ferramenta de avaliação mais importante à disposição dos educadores, mas só podem ser utilizados depois de o serem na facilitação da aprendizagem. Talvez por volta de 2050 se possa ver uma aplicação vasta e a nível mundial desta ferramenta nas empresas e também na educação (NOVAK, 2000, p.192).

Além da avaliação, outro fator que precisa ser repensado é a utilização do livro didático. Devido ao grande número de professores que ministram aulas de ciências exatas não serem formados na área específica e, até mesmo, muitos professores habilitados que se apegam ao livro didático como único caminho a ser seguido nas salas de aula, o ensino se limita à transmissão de meros conceitos, em grande parte sem relevância para o educando.

O livro didático tornou-se a principal ferramenta disponível, de maior suporte em sala de aula. E é por esse motivo que muitos matemáticos e engenheiros que ministram aula de Física dão ênfase à parte matemática, dedicando-se, raramente, à parte prática.

Dessa forma, a educação desenvolvida acaba se tornando refém de um livro, transformando os estudos das ciências exatas em mera “decoreba”, aplicação matemática, mantendo muitos erros conceituais ao longo do tempo. Esse não é o objetivo das ciências e nem dos livros.

Um fator que se deve levar em conta é a elaboração dos livros, fora de um contexto de evolução, de quebra de paradigmas, lançando mão de um conceito pronto, acabado, como se este tenha sido descoberto dessa maneira, permitindo lacunas entre seu descobrimento e desenvolvimento, deixando os próprios estudantes sem oportunidade de questionar sobre as teorias dos chamados “grandes cientistas”. O professor é o responsável por realizar essa intermediação entre o contexto histórico e atual, mostrando essas quebras de pensamento; porém, apoiando-se unicamente no livro didático, não realiza a intermediação necessária.

O professor não pode desconsiderar as ideias iniciais dos alunos sobre os processos evolutivos, e transmitir uma teoria como se ela já fosse descoberta, como definem os livros didáticos, sem mostrar a evolução do conceito.

O educador deve exercer o papel de “mediador” entre a ideia prévia do estudante e a evolução do conceito científico, mostrando que na ciência há desenvolvimento conceitual, que há quebras de postulados, para, assim, chegar às atuais teorias existentes.

Diante do exposto, é preciso rever os métodos de ensino, repensando sua tradição e propondo uma reforma consistente. Como alternativa, propõe-se o construtivismo, cuja metodologia se volta para o aprendiz, tendo a visão centrada no mesmo, fazendo-o ativo no processo de construção conceitual, partindo do saber existente na mente dos alunos, para se formar um conceito significativo.

Destaca-se, portanto, a partir destas considerações, o diferencial que a aprendizagem significativa tem sobre a aprendizagem mecânica. Na aprendizagem significativa, o material aprendido permanece na mente do estudante por mais tempo, uma vez que esse conhecimento construído é estruturado sobre os saberes existentes na estrutura cognitiva, modificando-a. Caso venha esquecer, é muito mais fácil lembrar, uma vez que, no subsunção, há resíduos do que foi aprendido significativamente, favorecendo a reaprendizagem de forma bem mais rápida.

4 METODOLOGIA

Para alcançar os objetivos pretendidos, é necessário percorrer alguns caminhos para o desenvolvimento desta pesquisa. Inicialmente, se faz uma abordagem sobre o local, os sujeitos, as fontes de Informações, técnicas de coletas de dados e, em relação a essas técnicas, apresentam-se os procedimentos de coleta, a sequência didática, e por fim, a análise do conteúdo.

O projeto foi desenvolvido com os alunos do terceiro ano do Ensino Médio da rede estadual de ensino, avaliando a aprendizagem significativa da transformação da energia eólica e nuclear em energia elétrica, partindo das ideias prévias sobre essas energias.

Considerando a relevância da prática pedagógica na construção de conceitos em Física, verifica-se que as riquezas energéticas do sudoeste da Bahia são importantes, não apenas para o desenvolvimento dessa região, mas, também, como para todo o Brasil. Dessa forma, torna-se de grande valor estudar as contribuições desses espaços para a aprendizagem significativa sobre energia elétrica.

4.1 ABORDAGEM DA PESQUISA

A pesquisa desenvolvida é classificada pela sua finalidade como sendo pesquisa aplicada, que, de acordo com Gil (2010, p.25), trata-se de “pesquisas voltadas à aquisição de conhecimentos com vistas à aplicação numa situação específica”. Dessa forma, essa pesquisa busca resolver um problema na perspectiva do ensino de Física.

A abordagem desta pesquisa é qualitativa, de forma que os objetivos propostos, os instrumentos de coletas de dados e o percurso metodológico adotado têm relação com a abordagem escolhida.

De acordo com Bogdan e Biklen (1982, apud, Ludke; André, 2012, p. 30), a pesquisa qualitativa trata o ambiente natural como sua fonte de pesquisa e o pesquisador como seu principal instrumento. Sendo descritivos os dados coletados, tem-se como preocupação tanto o processo quanto o produto final, necessitando, assim, de uma atenção especial com o significado das informações prestadas pelas pessoas e a análise dos dados tende a seguir um processo indutivo. A abordagem qualitativa se preocupa com a qualidade das ações, com os significados atribuídos

aos fatos, porque depende do olhar do pesquisador e do referencial teórico adotado. Neste processo, o observador procura participar, entender as informações obtidas, levando em consideração o significado observado pelo sujeito da pesquisa. Para Creswell (2010, p.209) “a pesquisa qualitativa é uma forma de investigação interpretativa, em que os pesquisadores fazem uma interpretação do que enxergam, ouvem ou entendem”.

No processo de desenvolvimento da abordagem qualitativa, é preciso ter cuidado, para não fugir dos pontos importantes a serem abordados, ou anotar coisas demais, ou de menos. Segundo Patton (1980) e Bogdan e Biklen (1982) (apud LUDKE, ANDRÉ, 2012), o conteúdo das observações deve envolver duas partes: a descritiva e a reflexiva. No aspecto descritivo, é importante delinear os sujeitos, locais, eventos especiais, atividades, reconstrução do diálogo e o comportamento do observador. No aspecto reflexivo, são importantes as reflexões analíticas e metodológicas, mudanças na perspectiva do observador e esclarecimentos necessários.

De acordo com Creswell (2010, p. 209), as pesquisas qualitativas podem sofrer mudanças em relação ao plano inicial. Quando o pesquisador entra em campo e começa a coletar dados, questões podem ser alteradas, locais de visitas podem ser mudados, número de participantes, dentre outros, a fim de melhorar a qualidade dos dados coletados.

Esta pesquisa apresenta um cunho descritivo, pois descreve as trajetórias das transformações da energia e procura entender esse conhecimento no processo de ensino, utilizando as ideias prévias.

Quanto aos procedimentos técnicos, essa pesquisa é de levantamento. Para Gil (2010, p.35) este tipo de pesquisa caracteriza-se pela interrogação de pessoas de quem se deseja conhecer o comportamento. É realizada com um grupo significativo de pessoas sobre um problema, para, em seguida, realizar uma análise qualitativa, obtendo-se conclusões. As vantagens do levantamento são descritas por Gil (2010, p.36) como conhecimento direto da realidade, economia, rapidez e quantização.

4.2 O LOCAL E OS SUJEITOS DA PESQUISA

O local da pesquisa engloba a INB, em Caetité, os Parques Eólicos em Guanambi/Pindaí e duas escolas da rede pública estadual de ensino, pertencentes ao Núcleo Regional de Educação – Treze (NRE-13).

A INB atua na cadeia de produção de urânio, desde a extração da rocha até a fabricação do combustível nuclear. Ela está vinculada ao Ministério da Ciência e Tecnologia e Inovação, sendo que sua sede fica no Rio de Janeiro. Está presente também nos estados de Minas Gerais, Ceará e São Paulo. A INB iniciou sua produção de urânio em 1982, no município de Poços de Caldas, em Minas Gerais, cuja exploração durou 13 anos, encerrando sua produção em 1995. Com a descoberta de novas reservas, em 1998, deu-se início à exploração no município de Caetité, sendo a única unidade de exploração de Urânio em funcionamento na atualidade, com extração de 400 toneladas de concentrado de Urânio por ano. Essa quantidade de produção é o suficiente para abastecer Angra 1 e 2. Esse concentrado extraído em Caetité, sob a forma de um pó de cor amarela, é conhecido como *yellowcake*. A missão da INB é garantir o fornecimento do combustível nuclear para a geração de energia elétrica, com segurança, qualidade, transparência, responsabilidade social e ambiental. (BRASIL, 2016a).

Outro recurso energético do sudoeste da Bahia é a energia eólica, que teve seu início de funcionamento em 2012. Atualmente, esse potencial eólico passa por momento de grande expansão, tornando a Bahia um dos estados de maior produção de energia eólica do Brasil. Em janeiro de 2015, a Bahia era o quarto estado em potência instalada, perdendo apenas para o Rio Grande do Sul, Ceará e Rio Grande do Norte. Com o potencial em construção, a Bahia vai se tornar o estado de maior produção de energia eólica do Brasil, de acordo com boletim de dados da Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEÓLICA, 2015).

No sudoeste da Bahia, a energia eólica está presente nos municípios de Igaporã, Caetité, Guanambi, Licínio de Almeida, Pindaí, Urandi e Brumado. Nesses municípios, existem vários parques eólicos, sendo que certo número de parques compõe um complexo eólico. A concessão para a construção desses parques se efetua por meio de leilões. As empresas vencedoras dos leilões constroem os parques eólicos e os administra, e o governo federal apenas compra a energia elétrica gerada.

A sede do NRE-13 fica localizada em Caetité, e é composta por dezenove municípios; porém, apenas dez municípios fazem vizinhança com os Parques

Eólicos e a INB. Dentre esses municípios circunvizinhos aos recursos energéticos, há um total de dezenove escolas que oferecem Ensino Médio regular, o que seria uma amostra muito grande para desenvolver a pesquisa. Inicialmente, a pesquisa seria realizada com sete escolas, utilizando as notas no ENEM para selecioná-las; porém, houve uma mudança de metodologia, e a pesquisa foi realizada apenas com duas escolas, uma com nota e outra sem nota do ENEM/2014, em dois municípios diferentes.

A pesquisa foi desenvolvida pelo autor deste projeto, escolhendo uma turma do terceiro ano do Ensino Médio por escola. Em cada turma, uma amostra de 30% foi entrevistada para coletar as ideias prévias sobre energia elétrica, energia eólica e energia nuclear. Somando as duas escolas, deu um total de dezesseis alunos: nove em uma escola e sete na outra.

Na próxima seção, serão apresentadas as fontes dos dados, com detalhamento de informações sobre sua coleta.

4.3 AS FONTES DE DADOS

No tópico anterior, citou-se o local da pesquisa; porém, é necessário apontar detalhes importantes dentro desse universo, indicando o que é essencial para se obter dados no processo da aprendizagem significativa.

Na INB, foram colhidas informações sobre todo o processo de extração do urânio, começando pela extração do minério do solo, enriquecimento, construção das pastilhas, elemento combustível e sua geração elétrica. Essa trajetória do urânio foi descrita numa linguagem acessível aos alunos, sujeitos da pesquisa. Uma parte dessa trajetória foi descrita com base na visita à INB em Caetité, uma vez que é possível observar o processo de extração do urânio das rochas, até a produção do diuranato de amônio (DUA), que é o pó amarelo conhecido como *yellowcake*. Os procedimentos, após essa produção, foram descritos com base nas informações do sítio da INB (<http://www.inb.gov.br/>) e pelas apostilas educativas do Conselho Nacional de Energia Nuclear – CNEN, disponibilizadas no sítio <http://www.cnen.gov.br/>.

Outro espaço em que foram coletados dados são os parques eólicos no sudoeste da Bahia. Como são muitos parques, foi escolhido um deles, para prestar as informações necessárias. Para desenvolver a pesquisa relacionada à energia

eólica, foi realizada uma visita a uma torre de um aerogerador, em uma subestação, para melhor entendimento sobre geração elétrica, corrente contínua e alternada, transformadores, etc. Por fim, foi feita visita a uma subestação da Chesf – Companhia Hidrelétrica do São Francisco, em Pindaí, onde se obteve informações sobre o processo de chegada da energia elétrica, vinda das torres eólicas, e, conseqüentemente, sua distribuição para as cidades.

O mapeamento elétrico da energia eólica foi descrito pelas informações recebidas durante as visitas técnicas nos espaços de transformação, transmissão e distribuição da energia. Essa descrição foi complementada com pesquisas bibliográficas que tratam do tema.

O conhecimento obtido na INB e nos Parques Eólicos foi utilizado para descrever as trajetórias das energias envolvidas e, posteriormente, foi utilizado pelo proponente desta pesquisa para desenvolver esse conteúdo em sala de aula.

Até aqui foram explicadas apenas as fontes de dados coletados por meio de visitas técnicas. Porém, ainda existe uma que precisa ser descrita, a estrutura cognitiva dos estudantes. Esta fonte de dados é de extrema importância, pois é por meio dela que serão coletadas as ideias prévias para desenvolver novos conceitos.

Concluindo esta seção, observa-se que não foi apresentada a análise bibliográfica dos dados sobre as fontes da energia eólica e nuclear. Tal análise está retratada em apêndices desta pesquisa. Em relação às ideias prévias, como fazem parte de um processo empírico, foram analisadas por meio de análise do conteúdo e farão parte dos resultados desta pesquisa.

4.4 TÉCNICAS DE COLETA DE DADOS

Para a coleta de dados, foram realizadas visitas técnicas, entrevistas semi-estruturadas e construção de mapas conceituais.

As visitas foram realizadas com o intuito de coletar informações relevantes sobre a trajetória da transformação da energia. Essas informações foram sistematizadas, tanto do ponto de vista pedagógico, quanto do ponto de vista técnico em relação à transformação da energia.

A visita técnica se faz importante, porque consiste na oportunidade de coletar informações relevantes, úteis para descrever sobre o potencial elétrico da região, de forma a atrair o aluno, despertando-lhe o interesse pelo tema em estudo.

Durante a visita à INB, foram observados os caminhos percorridos pelo urânio, desde sua extração na rocha até a produção do diuranato de amônio (DUA). Os procedimentos posteriores foram relatados com base em referências bibliográficas disponibilizadas pelos setores responsáveis pela energia nuclear. Essa descrição foi realizada com informações básicas, focalizando os conteúdos trabalhados na terceira série do Ensino Médio, demonstrando o percurso da transformação da energia elétrica para esclarecer todo o processo.

Outro espaço visitado se refere a um parque eólico, onde foram observados uma torre eólica, um aerogerador, uma subestação, a rede de transmissão de alta tensão, obtendo-se informações referentes aos ventos e seu potencial. Nesse percurso, foi importante observar os tipos de correntes, transformadores, o processo de transformação da energia elétrica e sua transmissão. Foi realizada uma visita à subestação da Chesf – Companhia Hidrelétrica do São Francisco, para obter informações sobre a distribuição da energia elétrica para a região.

Uma técnica utilizada com os professores participantes desta pesquisa foi o grupo focal. Mas, após o exame de qualificação, sugeriu-se sua retirada, orientando que a pesquisa fosse realizada diretamente pelo seu proponente. Desta forma, o resultado desse grupo focal, foi transferido para o apêndice D, como forma de justificar o problema dessa pesquisa. Para Powell e Single (apud GATTI, 2005, p. 07) “um grupo focal é o conjunto de pessoas selecionadas e reunidas por pesquisadores para discutir e comentar um tema, que é o objeto de pesquisa, a partir de sua experiência pessoal”.

Para coletar os dados da estrutura cognitiva dos alunos, foram utilizadas entrevistas semiestruturadas (Apêndice A), com os alunos sujeitos da pesquisa, sendo a mesma aplicada à amostragem selecionada. A mesma entrevista foi realizada antes de iniciar a pesquisa e, no final, para análise do desenvolvimento dos conceitos.

Outro instrumento de coleta utilizado foi o mapa conceitual, a fim de observar os conceitos formados e sua estrutura hierárquica. Para Moreira (2010, p.11) “mapas conceituais são diagramas de significado, de relações significativas; de hierarquias conceituais”, que “... não buscam classificar conceitos, mas sim, relacioná-los e hierarquizá-los”.

É importante destacar que não existe mapa conceitual correto ou errado. É preciso observar os detalhes de relações significativas e procurar entender os conceitos que caracterizam sua hierarquia.

Ausubel não tratou sobre mapas conceituais, porém, alguns anos após a publicação da teoria sobre a aprendizagem significativa, seu discípulo Novak (1981) correlacionou a aprendizagem significativa com os mapas conceituais, por facilitar a construção e aquisição de significados (MOREIRA, 2010, p. 17).

A seção seguinte apresenta os procedimentos de coleta de dados, utilizando - se a sequência didática.

4.5 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Com o objetivo de ensinar o processo de transformação das energias eólica e nuclear em energia elétrica, foi desenvolvida uma sequência didática, abrangendo um total de 9 (nove) a 10 (dez) aulas, procurando tornar mais eficiente o processo de aprendizagem.

A Sequência Didática se desenvolverá de acordo com as seguintes etapas:

Situação Inicial: Após realizar a seleção das turmas em cada escola, selecionar 30% dos alunos de cada sala, por meio de sorteio, para serem entrevistados. A entrevista semiestruturada, será composta de três perguntas pré-estabelecidas, além de outras, atendendo à necessidade de obter informações prévias sobre os conceitos que serão trabalhados posteriormente sobre as energias envolvidas. As perguntas são: *O que é energia elétrica? O que é energia eólica? Se possível, fale sobre sua trajetória de transformação; O que é energia nuclear? Se possível, fale sobre sua trajetória de transformação.*

Tais perguntas foram escolhidas porque o assunto faz parte de um contexto regional e como forma de obter informações sobre as ideias prévias dos alunos em relação ao tema de energia elétrica. Moreira (2011, p.30) diz sobre os organizadores: “pode ser um enunciado, uma pergunta, uma situação-problema, uma demonstração, um filme, uma leitura introdutória, uma simulação”.

Situações Problema: Neste caso, os problemas serão enfrentados durante a situação inicial, porque serão levantadas questões para produzir ideias prévias quando forem trabalhados novos conteúdos. As situações vão variar, pois dependem

dos conceitos e ideias trazidas pelos alunos sobre a energia eólica e nuclear. Elas podem ser: Por que os aerogeradores são colocados naqueles lugares? Nós utilizamos a energia eólica em nossas casas? Por que a energia nuclear é perigosa? Por que nós ouvimos falar que em Caetité há incidência de muito câncer? A energia elétrica vem somente da água? A quantidade de situações vai depender das respostas dos alunos; assim, dentro de um contexto, podem surgir novas situações.

Neste caso, o professor poderá realizar novas perguntas e explicações em cada situação particular, utilizando o tipo de organizador prévio necessário.

Há dois tipos de organizadores prévios: quando o material de aprendizagem é não familiar e o aprendiz não tem subsunçores, recomenda-se o uso de um *organizador expositivo* que, supostamente, faz a ponte entre o que o aluno sabe e o que deveria saber para que o material fosse potencialmente significativo. Neste caso, o organizador deve prover uma ancoragem ideacional em termos que são familiares ao aprendiz. Quando o novo material é relativamente familiar, o recomendado é o uso de um *organizador comparativo* que ajudará o aprendiz a integrar novos conhecimentos a estrutura cognitiva e, ao mesmo tempo, a discriminá-los de outros conhecidos já existentes nessa estrutura que são essencialmente diferentes, mas que podem ser confundidos (MOREIRA, 2011, p.30).

A utilização do organizador dependerá das ideias trazidas pelos alunos, porque podem variar da comparação com outras energias mais conhecidas, ou até mesmo referindo-se ao ato de ligar um aparelho elétrico em casa.

Nova Situação-Problema: Neste encontro, o professor desenvolverá a trajetória da transformação da energia eólica e da energia nuclear em energia elétrica. Tratando-se da energia eólica, será discutido o potencial do vento na região sudoeste da Bahia, as partes de um aerogerador, a geração elétrica, sua transformação e sua redistribuição para as residências e empresas. Em relação ao conteúdo da energia nuclear, será discutido o potencial de urânio presente no sudoeste da Bahia, a extração do urânio na rocha e sua transformação no pó amarelo, denominado *yellowcake*, sua transformação em gás, o processo de enriquecimento, a transformação do gás em pó novamente, transformando-se em pastilhas, do gerador nuclear e sua transformação em energia elétrica, da sua distribuição até o sistema interligado em âmbito nacional.

A existência do ponto anterior é fundamental para essa situação, porque possibilita que o novo saber se ancore nessas ideias trazidas pelos alunos ou que foram construídas com a utilização dos organizadores. Para Ausubel, apud Moreira

(2005, p.13), “o conhecimento prévio isoladamente é a variável que mais influencia a aprendizagem. Em última análise, só podemos aprender a partir daquilo que já conhecemos”.

Situação Organizador Prévio: Durante o desenvolvimento do tópico anterior, o professor deve usar as ideias prévias dos alunos obtidas durante a situação inicial (entrevistas). Ao desenvolver algum conceito apresentado pelos alunos, o professor deve usar as informações como forma de contextualizar, para que o novo saber se ancore nessas ideias presentes na estrutura cognitiva dos alunos, o aprendizado ganhe significado e os conceitos prévios possam ganhar melhor estruturação conceitual.

Para Moreira os organizadores prévios,

“destinam-se a fazer a ponte entre o que o aluno sabe e o que deveria saber para que o material fosse potencialmente significativo ou explicar a relação entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio, a qual pode não ser facilmente percebida pelo aprendiz” (MOREIRA, 2008, p.39).

Avaliação-Grupo: Esta atividade será desenvolvida em grupo. Cada grupo construirá um mapa conceitual com a temática “energia elétrica”, envolvendo as duas formas de energia estudadas em sala de aula (energia eólica e energia nuclear), com as respectivas trajetórias.

Os Mapas Conceituais apresentam conceitos e as relações entre esses conceitos. Para construí-los, é necessário identificar os conceitos-chave, os conceitos específicos e os que estão em um nível intermediário em determinado corpo de conhecimento (MOREIRA, 2008, p.39). Esse mapeamento será importante para observar os conceitos em destaque no mapa e verificar se conseguirão correlacionar os conceitos das duas energias envolvidas.

Avaliação Conceitual Individual: Nesta etapa, os alunos participantes da situação inicial voltam para realizar a mesma entrevista aplicada naquela situação, para observar a evolução conceitual dos conceitos envolvidos. Esta etapa tem por objetivo observar a aprendizagem significativa dos conceitos formados de forma mais direta e individual. Os alunos não são avisados sobre essa etapa, para que eles não venham com as respostas prontas e decoradas.

Com os conceitos formados, é possível fazer uma análise dos mesmos, observando se há a presença das ideias prévias.

Um ponto importante sobre a avaliação da aprendizagem significativa é a utilização de novas maneiras de avaliar a aprendizagem. No caso deste projeto, há a construção dos mapas e uma avaliação oral (segunda entrevista) para coletar informações dos conceitos construídos significativamente. Para Ausubel “a melhor maneira de evitar a simulação da aprendizagem significativa é propor ao aprendiz uma situação nova, não familiar, que requeira máxima transformação do conhecimento adquirido” (MOREIRA, 2011, p. 51).

Avaliação da Aprendizagem na SD: Os alunos não serão avaliados por meio de notas; toda análise será qualitativa e se baseará nas entrevistas realizadas e nos mapas conceituais construídos pelos alunos selecionados. Nesses mapas, será observada a hierarquia conceitual.

Avaliação da própria SD: Após a realização dessa sequência didática e análise do seu resultado, será feita uma análise da aplicabilidade desta técnica (sequência didática) e, se necessário, serão propostas mudanças para melhorar o processo ensino aprendizagem a fim de se alcançar a aprendizagem significativa.

4.6. ANÁLISE DO CONTEÚDO

Os dados coletados nas entrevistas, bem como os mapas conceituais construídos foram analisados pela técnica da análise do conteúdo de Bardin (2016), considerando-se, também, as teorias de Novak (2000) e Moreira (2010).

A técnica utilizada para analisar o resultado das entrevistas é definida como “uma técnica de investigação que, através de uma descrição subjetiva sistemática, subjetiva e quantitativa do conteúdo manifesto das comunicações, tem por finalidade as interpretações dessas comunicações” (BARDIN, 2016, p.42). Essa análise pode ser de significados ou significantes.

Bardin (2016, p. 44) traz outra definição sobre a análise do conteúdo, ao explicar que “a análise do conteúdo aparece como um conjunto de técnicas de análise das comunicações que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens”.

Desta forma, tanto as comunicações orais quanto as escritas podem ser objetos de análise de conteúdo; basta que se utilizem os instrumentos adequados. Isso permite compreender o que está por trás das falas e escritas dos alunos.

As inferências, ou deduções, partem de indicadores ou índices, o que não é raro na ciência. O arqueólogo pode contemplar conhecimentos históricos de uma ânfora, sem tê-la presente; o médico analisa a saúde dos pacientes com base nos sintomas; o grafólogo pode inferir sobre a personalidade do seu cliente com base na grafia do autor. Desta forma, a tentativa do analista é compreender o sentido da comunicação e, também, observar sua significação, ou seja, não é uma leitura unicamente da letra, mas realçar o seu sentido num segundo plano, para atingir significados e significantes (Bardin, 2016, p. 124).

Para a organização da análise, Bardin (2016, p. 125) sugere três polos cronológicos: pré-análise; exploração do material; tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação.

A pré-análise é a fase de organização, período de operacionalizar e sistematizar as ideias iniciais de forma a conduzir o desenvolvimento das operações seguintes para realização da análise. Dentro da pré-análise, Bardin (2016, p.126) sugere algumas regras para análise dentro da constituição de um corpus. O corpus é o conjunto de documentos para serem submetidos aos processos analíticos.

Algumas regras foram selecionadas para análise desta pesquisa, como se segue: Regra da exaustividade: proposta para conhecer os elementos relacionados à pesquisa, sem deixar de fora qualquer um desses elementos que não possa ser justificado. No caso desta pesquisa, identificaram-se os espaços de transformação de energia eólica e nuclear em energia elétrica, e as duas escolas do Ensino Médio, da rede estadual de ensino.

Regra da representatividade: análise de, apenas, uma amostra do material. Essa amostragem representa, rigorosamente, todo o universo; por uma amostra é possível entender o todo. No caso desta pesquisa, a amostra foi de 30% dos alunos dentro das duas turmas selecionadas.

Regra da homogeneidade: os documentos selecionados devem ser homogêneos, ou seja, obedecer à regularidade dos critérios. No caso desta pesquisa, primeiro foram selecionados os espaços sobre a transformação da energia; depois, as escolas que trabalham com a temática de transformação da

energia e, por fim, foram selecionados ou alunos dentro da série que trabalha o conteúdo.

Outro polo cronológico para análise dos dados é a exploração do material, que trata sobre a enumeração, decomposição, operacionalização das ações computadorizadas ou manuais, em função das regras já estabelecidas. (BARDIN, 2016, p.131).

O terceiro e último tópico refere-se ao “tratamento dos resultados obtidos e a interpretação” (BARDIN, 2016, p.131). Os resultados brutos são analisados de forma que sejam válidos e significativos. O analista, pela observação dos resultados, pode propor inferências e realizar interpretações com base nos objetivos, podendo chegar a descobertas inesperadas.

Com base na análise do conteúdo, o quadro 1 foi elaborado levando em consideração os conceitos escolhidos na pesquisa, acompanhados de sua categoria, núcleo de sentido e unidade de registro.

Quadro 1 – Demonstração da Análise do Conteúdo - 1

CONCEITOS	CATEGORIAS	NÚCLEO DE SENTIDO	UNIDADES DE REGISTRO
Estrutura Cognitiva	Subsunçor	Ideias prévias sobre energia elétrica existentes na estrutura cognitiva do estudante	<ul style="list-style-type: none"> • Energia usada em casa • Energia para ligar os aparelhos elétricos • Energia do vento • Energia das torres • Energia Radioativa • Energia que causa câncer
	Organizador prévio	Artifícios usados quando o estudante não possui ideia prévia sobre energia elétrica, energia eólica e nuclear.	<ul style="list-style-type: none"> • A energia gerada é a energia elétrica; • Nós não usamos energia eólica e sim energia elétrica; • O vento e o urânio são usados apenas para girar as turbinas; • Não podemos afirmar de onde vem nossa energia, já que nosso sistema é interligado; • O urânio é extraído em Caetité, mas a geração elétrica acontece em Angra dos Reis;

Aprendizagem Significativa	Conceitos Construídos	Aprendizagem construída sobre o tema transformação da energia	<ul style="list-style-type: none"> • Energia gerada pela diferença de potencial • Transformação da energia cinética do vento em energia elétrica • Energia gerada pela quebra do núcleo de urânio • Transformar em energia elétrica
	Hierarquia Conceitual	Conceitos sobre energia elétrica em destaque dentro do mapa conceitual	<ul style="list-style-type: none"> • Energia Eólica • Energia Nuclear • Transformação • Subestação • Distribuição

Fonte: O autor

Observando o quadro 1, é possível perceber que os dois conceitos escolhidos para desenvolver a pesquisa são interligados e podem desenvolver melhor aprendizado conceitual.

Foram escolhidas duas categorias por conceito, para melhor explicá-los e, de forma detalhada, ampliar as explicações, ancorando nas ideias prévias até sua hierarquia conceitual.

Nas outras colunas do quadro 1, é possível observar o núcleo de sentido e as unidades de registro. O núcleo de sentido representa a definição da categoria escolhida, para que os registros tenham sentido em relação às categorias e conceitos. As unidades de registro são palavras, objetos, acontecimentos, segmento de conteúdo a ser observado nos resultados, observando-se, também, a frequência de seu aparecimento.

Os subsunçores e os conceitos construídos foram coletados pelas respostas das entrevistas e analisados pelo quadro 1, observando, também, as unidades de registro do mesmo quadro.

Os dados coletados dos subsunçores foram construídos durante a primeira entrevista, por meio de perguntas ou explicações realizadas pelo professor, sendo analisados com base no quadro 1. Quanto aos dados da hierarquia conceitual, foram coletados pela construção dos mapas conceituais e analisados com base no quadro 1, observando suas unidades de registro.

Dessa forma, foi realizada uma análise, observando as unidades de registro com seus respectivos resultados, desde as ideias dos subsunçores até a hierarquia conceitual observada nos mapas conceituais.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Determinou-se como objetivo inicial deste projeto, a realização de uma pesquisa participativa, com a colaboração e atuação dos professores da rede estadual de ensino. No entanto, depois do exame de qualificação, foram sugeridas mudanças metodológicas e transformou-se em uma pesquisa de levantamento.

Como parte da metodologia inicial, realizou-se um grupo focal com os docentes envolvidos. Como este foi desassociado da pesquisa, o proponente deixou o resultado em apêndice (Apêndice D), como forma de contextualizar a prática docente dos envolvidos, uma vez que serviu de parâmetro para aplicar a metodologia proposta.

A primeira seção deste capítulo apresenta os resultados da primeira entrevista realizada, com os alunos selecionados em cada uma das escolas. As perguntas estão no Apêndice A. Na segunda seção, estão às concepções formadas pelo resultado da segunda entrevista. A terceira seção apresenta os mapas conceituais construídos pelos alunos em sala de aula. As seções anteriores foram construídas baseadas na sequência didática, enquanto a quarta e última seção apresenta uma discussão envolvendo os dados das seções anteriores.

5.1. RESULTADO DAS ENTREVISTAS COM OS ALUNOS

A entrevista foi realizada duas vezes: uma no início da aplicação do projeto e outra no final. A primeira entrevista serviu de base para se conhecer as ideias prévias dos alunos e, ao mesmo tempo, usar os organizadores prévios. A segunda entrevista foi necessária para obter os conceitos construídos.

A seguir, os resultados estão divididos da seguinte forma: A e B representam as escolas; 01, 02, 03... etc. representam os alunos da escola; 1i, 2i e 3i representam as perguntas da primeira entrevista e, por fim, 1f, 2f e 3f representam as perguntas da segunda entrevista.

As partes em **negrito** representam as questões apresentadas pelo professor seguidas das respectivas respostas.

As perguntas estão no apêndice A, como as respostas estão nessa seção, elas foram escritas para facilitar o entendimento na leitura das respostas.

01. O que é energia elétrica?

02. O que é energia eólica? Se possível, fale sobre sua trajetória de transformação;

03. O que é energia nuclear? Se possível, fale sobre sua trajetória de transformação;

A.01.1i. É a principal energia que nós temos. **Usa muito em casa?** Usamos muito em casa, celular, televisão, tudo, geladeira. **Teria uma definição científica sobre o que é energia elétrica?** Nesse momento, não me vem à cabeça.

A.01.2i. É a energia mais renovável que nós temos, menos poluentes, fora o fato das torres ter (sic) que desmatar pouca coisa. **Qual objetivo de uma torre daquela?** Não sei. Nunca parei pra pensar. **Nós utilizamos a energia gerada? Aquilo foi implantado pra ser útil pra nós?** Se for pensar, nós não utilizamos aquela energia. **Por que não?** Não sei, não sei como a gente que mora na cidade usa. **Qual processo acontece com a energia gerada em uma torre até chegar a nossa casa?** Tem um gerador lá dentro da torre, um gerador central que acontecem uns processos grandes; só não sei como acontece. **Qual o objetivo desse gerador?** Não sei. Gerar energia, transformar a energia? **Que energia?** Eólica em energia que pode ser utilizada por nós. **Que energia é essa?** Energia elétrica.

A.01.3i. Não tenho conhecimento. **Já ouviu falar em Caetité?** Sim, lá tem uma das maiores do Brasil. **O que é maior?** A extração. **O que eles extraem em Caetité?** Urânio. **O que faz com esse urânio?** Transforma em energia. **Qual energia?** Energia elétrica. **Na sua cabeça, o que eles fazem com esse urânio?** A mesma coisa da energia eólica, transformar para ser utilizada como energia normal. **Você acha que nós utilizamos essa energia do urânio?** Não sei. **Qual a trajetória da energia gerada pelo urânio?** Não sei. **Mas sabe que o urânio é o material usado na energia nuclear?** Sim.

A.02.1i. Eu não sei expressar o que eu penso, “é esses trens”, computador, essas coisas, é a força que vem que faz funcionar os aparelhos elétricos. **Usa muita energia elétrica na sua casa?** Uso para carregar celular, ar condicionado, TV, fogão, computador. **Você tem outra definição sobre energia elétrica?** Não.

A.02.2i. É (sic) aquelas torres lá; é a energia que vem do vento. **Qual objetivo daquelas torres?** Diminui a poluição das hidrelétricas, acho que ela é menos poluente. **Qual objetivo das torres?** Gerar energia. **Que energia?** Não sei, para ser mais sustentável e mais barato pra algumas pessoas. Qual objetivo em colocar tantas torres naquela região? Porque ali venta muito. **Qual a trajetória da energia até chegar à sua casa?** O vento faz a hélice girar, e lá dentro vai gerando certa energia e vai transmitindo para todas as casas. **Vai transmitindo como?** Não sei, através de fios até chegar em nossas casas. **Que energia você usa na sua casa?** Energia elétrica. **Qual objetivo de uma torre daquela?** Deixar de usar energia elétrica pra usar aquela. **Você usa energia eólica na sua casa?** Não, só a elétrica. **Qual o objetivo daquela torre?** Gerar energia elétrica e mais sustentável.

A.02.3i. É aquela mais perigosa, que tem perto de Caetité, que ela é radioativa. **Que material eles usam?** Urânio. **O que eles fazem com esse urânio?** Não sei. **Que energia eles geram?** Não sei. **Qual a trajetória da energia gerada pelo urânio?** Eu acho que tem todo um processo, de quebrar alguma coisa para poder liberar energia. **Eles quebram o quê?** O urânio, para poder liberar energia e realizar todo o processo para liberar energia.

A.03.1i. Eu nem queria vir pra entrevista. É uma fonte renovável, que dá força, dá luz, que dá movimento. **Mais alguma coisa?** Não. **Você usa muita energia na sua casa?** Uso energia em celular, só celular e a energia da casa; não gosto de TV.

A.03.2i. Sobre as torres eólicas, não sei. **Quando você vê as torres, você imagina o quê?** Elas estão ali para fornecer energia. **Qual objetivo em colocar tantas torres aqui na região?** Eu nunca procurei saber. **Qual a finalidade daquelas torres ali?** Fornecer energia eólica. **Você usa energia eólica na sua casa?** Não. **Que energia gera naquelas torres?** Gerar energia elétrica. **Qual a trajetória que a energia faz da torre até sua casa?** Não disse nada. **A energia eólica sse origina de quê?** O que movimenta as pás da torre? O vento.

A.03.3i. Não disse nada. **Já ouviu falar em Caetité?** Já, mas nunca fui. **Já ouviu falar da INB?** Não. **Já ouviu falar do urânio?** Sim. **Poderia falar algo sobre ele?** Não lembro. **Já ouviu falar que em Caetité há muita incidência de câncer?** Não.

O professor então faz uma breve explicação sobre o urânio como base da energia nuclear e que se retira em Caetité. O que acontece com esse urânio que é retirado em Caetité? O que é feito com ele? Não sei. Mas já ouviu falar que o urânio é a base da energia nuclear? Já ouvi.

A.04.1i. É uma maneira de transformar um tipo de energia em outro tipo de energia que pode nos beneficiar. **Você usa muito a energia elétrica?** Com certeza, em tudo. **Você usa mais em quê?** A luz, geladeira, fogão, celular, a gente sobrevive pela energia.

A.04.2i. É uma transformação da energia dos ventos, que é captada pela torre e transformada em energia que usamos em casa nos diversos aparelhos. **Qual energia?** Energia eólica. **Você usa energia eólica?** Aqui na região eu não sei, apesar de ter as torres; eu não sei se usamos ela aqui. **Pela sua definição, você me disse que a energia do vento é transformada em energia que usamos em casa. Que energia se usa em casa? Qual objetivo de uma torre?** Transformar a energia dos ventos em energia elétrica. **O que você sabe sobre a trajetória da energia até nossas casas?** Eu já pensei e li a respeito. A energia não é transmitida como água; o fio conduz, porém, eu não sei exatamente o que acontece. **O que acontece numa torre daquela?** Eu imagino que seja como um moinho, que a água vem, faz aquilo girar e, aquilo girando, faz girar outra peça gerando outro tipo de energia. Mas eu não sei exatamente como vai transformar. **Essa energia gerada vai para onde?** A energia deve ir para um centro de distribuição; ela é convertida e mandada toda energia para um lugar só; lá deve ser redistribuída para diversas regiões pelos cabos.

A.04.3i. Eu estudei isso ano passado e a pessoa não sabe. Nuclear, vem do núcleo, núcleo atômico, dos átomos, tipo de energia perigosa, radioativa; tem a ver com o movimento das partículas do núcleo para fora, para dentro. **Que núcleo esse que nós quebramos?** Dos átomos. **Que elemento nós usamos?** O urânio tem outros materiais também, Césio. O professor diz que o Césio é radioativo, mas que não é usado na energia nuclear. **Qual seu objetivo?** Gerar energia também. **Qual energia?** Energia elétrica, todas essas energias são convertidas em energia elétrica. **Qual a trajetória do urânio até gerar energia elétrica?** Eles devem usar alguma

coisa para gerar uma reação e gerar energia, como gera essa energia eu não sei, pode ser movimentação das partículas; não, deve ser algo bem maior. **Onde tem urânio aqui em nossa região?** Caetité.

A.05.1i. É muito bom, melhorou muito a vida das pessoas depois que inventou a energia elétrica, porque, tipo assim, luz bastante legal. **Você tem outra definição sobre energia elétrica?** Não. **Você usa muito energia elétrica na sua casa?** Sim, computador, celular, televisão.

A.05.2i. É a energia gerada pelo vento, é bastante importante, muito bom pelo vento gerar energia. **Qual o objetivo das torres eólicas?** Gerar energia. **Qual energia?** Sustentável. **Qual energia ela gera?** Energia elétrica com a força do vento. **Qual a trajetória da energia eólica?** Eu penso que tem um motor, aquela hélice consegue rodar um motor, e consegue gerar energia pela força do motor e aí vai gerando energia. **Essa energia gerada vai pra onde?** Após a geração do motor, vai para os postes, depois vai para as casas, distribuindo nas cidades.

A.05.3i. Uma pergunta tão fácil dessas e eu não sei responder. **Já ouviu falar de Caetité?** Sim. **Já ouviu falar da INB?** Não. **Já ouviu falar que em Caetité tem muita morte por causa do câncer?** Sim, por causa do urânio. **O que é feito com urânio?** Eles geram energia. **Que energia?** Energia nuclear. A energia nuclear gera esse urânio que faz as pessoas morrerem de câncer. **A energia nuclear produz urânio?** Não, produz energia elétrica, tipo assim, remove o urânio para o ar e acaba prejudicando as pessoas. **Onde a gente encontra urânio?** Não sei. **Qual a trajetória desse urânio da retirada da terra até a geração elétrica?** Remove o urânio da terra, e consegue gerar energia elétrica através desse urânio. **E a trajetória dos processos?** Não sei. **Você sabe que energia nuclear vem do urânio?** Sim, já tinha ouvido falar que do urânio se consegue gerar energia elétrica.

A.06.1i. É a energia dos elétrons, os elétrons se movimentando. **Você usa muito a energia elétrica na sua casa?** Pra carregar celular, na geladeira, na televisão.

A.06.2i. É a energia que vem a partir do vento. **Qual objetivo da energia eólica?** Captar energia pelo movimento do vento. **Gerar o quê?** Eletricidade. **Que energia**

ele gera? Mecânica. **Qual a trajetória da energia de uma torre até chegar em nossas casas?** Primeiramente o vento produz eletricidade, depois vai para uma estação, depois a estação manda para outra estação nas cidades e depois é distribuída para as casas. **Por meio de que é transmitida essa energia?** Pelos fios.

A.06.3i. É a energia obtida a partir de elementos como o urânio. **Tem urânio em nossa região?** Em Caetité. **O que eles fazem com o urânio?** Eles extraem e enriquecem para depois mandar para os locais que transformam esse urânio em energia. **Que energia?** Energia nuclear. **A gente utiliza energia nuclear nas casas?** Não sei. **Qual objetivo de extrair urânio?** Gerar eletricidade. **Qual a trajetória do urânio até a geração elétrica?** Vai transformando o urânio, enriquecendo, depois transformando em eletricidade, para depois chegar às casas.

A.07.1i. É uma fonte luminosa, uma forma de gerar vida, de como as coisas movem. **Você usa muito energia elétrica em sua casa?** Sim, com a televisão, internet, celular, geladeira, eletrodomésticos.

A.07.2i. Uma fonte de energia renovável, limpa, mas ela também prejudica, por causa o desmatamento de área de conservação. **Qual objetivo da energia eólica?** Trazer uma vida mais sustentável, mais limpa. **Qual objetivo de uma torre?** Gerar energia. **Que energia?** Energia através do vento. **O professor então fala que a energia é gerada pelo vento e pergunta novamente, qual energia é gerada?** Não sei. **Qual a trajetória da energia de uma torre até chegar a nossas casas?** Não disse nada. **O que acontece no gerador da torre?** Um acúmulo de energia. **O que o vento faz com as torres?** Movimento das torres e acontece a geração da energia. **E depois da energia gerada?** vai para nossas casas. **Como ela chega a sua casa?** Através dos postes e cabos de energia. **Que energia chega à sua casa?** A luz. **Qual energia chega em sua casa?** Energia Elétrica. **Qual objetivo de uma torre eólica daquela?** Gerar energia elétrica.

A.07.3i. É uma energia que se forma através de materiais tóxicos. **Aqui em nossa região tem energia nuclear?** Acho que não. **A energia nuclear vem de quê?** De Usinas. **Que material é usado nas usinas?** Não disse nada. **Já ouviu falar que em Caetité muita gente morre de câncer?** Sim, por causa do urânio. **Caetité tem**

muito urânio? Sim. **O que eles fazem com esse urânio?** Bateria de celular, mas aqui não tem muita saída dessa matéria prima. **A energia nuclear vem do urânio?** Acho que vem sim. **Qual a trajetória desse urânio?** Na extração, depois na industrialização nas fábricas, usinas, produção de bateria de celular. **Qual objetivo da energia nuclear?** Gerar energia. **Qual energia?** Energia nuclear. **Você usa energia nuclear na sua casa?** Não. **Qual objetivo da energia nuclear?** Gerar luz elétrica. **Luz elétrica?** Energia elétrica.

A.08.1i. É força, elétrons, movimento dos elétrons que faz a energia elétrica. Também gera movimento. É algo que pode ser gerado pelos ventos, ou seja, por algo, ela não gera sozinha, é preciso ter atrito ou pode ser gerada pelo sol. **Usa muito energia elétrica em casa?** Sim, aparelhos domésticos, luz, geladeira, computador, bomba, etc.

A.08.2i. É a energia gerada pelos ventos. **Qual seu objetivo?** Sustentabilidade, eu acho que a hidrelétrica pode prejudicar o meio ambiente, mas essa não prejudica tanto quanto o carvão, mas prejudica por conta das inundações que há; então é um meio sustentável que não prejudica o país ou o mundo. **Qual o objetivo de implantar essas torres em nossa região?** Por conta da região nordeste, que é mais propensa por conta dos ventos aqui na nossa região, agora sobre a geração de emprego, acho que não gera muito, pra mim não tá servindo de nada. **Pensando na parte elétrica, qual o objetivo de uma torre?** Gera energia. **Que energia?** Energia elétrica, de uma torre eólica por meio do vento. **Qual a trajetória da energia eólica até chegar à sua casa?** O vento gira a turbina, dessa força gerada, gera força mecânica; há um gerador que transforma essa força mecânica em energia elétrica e aí é levado para um centro de distribuição elétrica e de lá chega a nossas casas. **Como chega a nossas casas?** Por meio dos fios de energia.

A.08.3i. É a energia dos átomos; é a energia gerada pela quebra dos átomos de elementos radioativos, como o urânio. Que eu conheço é só o urânio. **Onde tem urânio aqui na região?** Caetité. **O que eles fazem com o urânio?** Não sei, energia não é, que eu nunca ouvi falar de energia nuclear aqui na Bahia. Pode ser pra fabricar aquelas máquinas de Raios-X que usa urânio. **Você me disse que a energia nuclear vem do urânio; qual seu objetivo?** Gerar energia elétrica. **Qual a**

trajetória do urânio até chegar a geração elétrica? Colocado em uma máquina para quebrar as moléculas, não sei se usa o calor dessas moléculas, tenho pouco conhecimento sobre isso. Nuclear vem de núcleo, de átomos é o mesmo sistema da energia eólica; só que na energia eólica é o vento e na nuclear são os átomos de urânio que são quebrados e vai pela máquina e essa produção, não sei se por calor ou átomos, transformam e geram energia elétrica.

A.09.1i. É a energia gerada pela força da correnteza das águas, isso é energia hidrelétrica. Ela é gerada a partir de forças. **A energia elétrica só vem das águas?** Não, por atrito pode gerar energia. **O professor pede para o aluno falar mais sobre energia elétrica:** A energia precisa de força, precisa de meios para se propagarem; o meio tem que ser condutor. **Você usa muito a energia elétrica na sua casa?** Sim, celular, televisão; nós estamos rodeados de energia elétrica e nos tornamos dependentes disso.

A.09.2i. É energia através da força dos ventos. **Qual objetivo da energia eólica?** Mais sustentabilidade e também menos poluição no meio ambiente. **Qual objetivo de colocar torres aqui na região?** Bom, com o tempo pode faltar energia das águas; então a energia eólica pode ser por esse motivo. **Qual objetivo das torres?** Gerar energia. **Qual energia?** Energia eólica. **Você usa energia eólica na sua casa?** Não. Não sei, não entendi a pergunta. **O professor explica novamente e o aluno responde novamente:** Energia elétrica. Então a energia eólica é também uma forma de energia elétrica. Todas então geram energia elétrica. **Qual a trajetória dessa energia até chegar a nossa casa?** Tem os aerogeradores e o transformador até chegar a nossas casas. **Chega a sua casa como?** Pelos fios. **Nós usamos a energia gerada aqui na região?** Não vejo o uso.

A.09.3i. É através de minérios, que são extraídos do meio ambiente. **Qual seu objetivo?** O aluno pergunta: O petróleo é considerado energia nuclear? **O professor responde que não.** Radiação da medicina, a questão dos raios-X. **Qual material se usa na energia nuclear?** Minérios. **Tem algum aqui na região?** Urânio, em Caetité. **O que eles fazem com o urânio?** Eles extraem. **Para quê?** Não sei. Se eles armazenam. **Qual objetivo da energia nuclear?** Gerar energia elétrica. **Qual a trajetória dessa energia até chegar a nossas casas?** Eu imagino

que eles devem pegar tipo um motor de carro e aí coloca um negócio lá que gera uma combustão, e se transforma e assim vai. Eles extraem esse urânio da terra, e aí passam por um processo industrial, se for algo da medicina, vai ter que passar da indústria antes pra gerar raios-X, até chegar em nossa casa. **E a parte elétrica?** Eu penso que vai poder usar da mesma forma que se usa hoje, embora seja mais poluente, porque quando se extrai o urânio causa muita doença nas pessoas da redondeza.

B.01.1i. É uma forma de ligar muitos aparelhos, sendo bom e ruim ao mesmo tempo. **Quando questionada quanto ao uso em casa,** usa pra ligar a Tv, usar internet e outras coisas.

B.01.2i. Pelo que eu sei, é uma fonte renovável, da mesma da energia elétrica, destrói muito o ambiente pra poder desmatar e colocar as torres. **Quando questionado sobre a trajetória da energia eólica,** ele disse: Muito desmatamento, tem as fórmulas boas que ajudam, que economizam mais a energia elétrica que precisa da água. **Novamente foi questionado sobre a trajetória da energia eólica e seu objetivo:** Não soube responder. **A energia eólica vem de quê?** do vento. **Qual objetivo de implantar torres aqui em nossa região?** diminuir o gasto da energia elétrica. **Então o objetivo de uma torre é usar o vento para gerar qual tipo de energia?** Energia eólica que vem do vento. **Gerar que tipo de energia?** Energia boa, renovável.

B.01.3i. É uma energia que polui muito o meio, o ambiente, muito desmatamento. **A energia nuclear vem de quê?** Vem da terra e que é retirada do núcleo da terra. **Questionada sobre essa extração ser próximo a nós e qual material se extrai,** disse que Caetité, parece que extrai mercúrio. **O que é feito com o material?** A professora explicou, eles tiram é urânio, parece que eles derretem, mas que não sei o objetivo da sua retirada. **Alguma coisa sobre a retirada e o que é feito depois com esse urânio?** Não soube falar nada.

B.02.1i. É difícil colocar em palavras; é o meio mais usado, que poderia ser colocado como fundamental em nossas vidas, pois já que não vivemos sem ela, tudo que

vamos fazer precisamos de energia elétrica. **Teria uma definição científica para energia elétrica?** Essencial.

B.02.2i. É aquela que é retirada do vento, que traria na teoria, uma economia pra nós. **Qual o objetivo dessas torres?** Trazer uma diminuição dos preços da energia e pelo vento ser uma fonte que não esgota fácil e economizar também. **Qual objetivo de se implantar uma torre?** Gerar renda. **Pensando de uma forma elétrica, ela utiliza o que para girar?** O vento. **Para gerar o quê?** Energia eólica. Acerca da energia eólica eu entendo muito pouco, eu entendo praticamente nada. **O professor fala que o vento utilizado é para gerar energia elétrica. A energia gerada aqui vem diretamente pra gente ou vai para outro local?** Acredito que não, deve passar em outros locais primeiro, pra depois voltar.

B.02.3i. Não sei ao certo. **O que você pensa a respeito?** Nunca me interessei. **Mas já ouviu falar de Caetité e da INB?** Sim, mas foi por alto. Aqui em Caetité tem a extração. **Você sabe qual material se extrai?** Não sei dizer. O professor então fala que em Caetité tem a INB, que extrai esse material, que é o urânio, **Qual, então, o objetivo da energia nuclear?** Gerar energia elétrica. **Poderia complementar algo sobre energia elétrica?** Não.

B.03.1i. É uma forma de evitar água. Tem as usinas hidrelétricas que depois de todo processamento vira eletricidade. **Mas a energia elétrica vem apenas da água?** Não, tem várias fontes de energia, vem do vento, da queima de combustíveis, tem a solar e acho que é só. **Teria uma definição sobre energia elétrica?** Não disse nada. **Você usa energia elétrica?** Uso, mais para carregar celular, televisão, essas coisas.

B.03.2i. É uma energia que vem do vento. **Qual finalidade?** Produzir energia limpa. **Qual o objetivo de colocar as torres aqui na nossa região?** Procuram lugares mais altos e que venta o ano todo para instalar as torres; aí têm um bom aproveitamento. **Tudo bem, eles acham o lugar bacana, porém, com as torres pretendem gerar o quê?** Implantar energia mais limpa para todos ao redor ou mandar pra fora. **O professor faz uma explicação sobre a energia eólica para construir uma ideia sobre a energia que gera em um aerogerador comparando**

com uma hidrelétrica. O aluno: Substituir ela pela que vem da água. **A água produz que tipo de energia?** Eletricidade que nós usamos hoje. **E a eólica tem o objetivo de gerar o quê?** É a energia gerada pelo vento. **Você usa energia eólica na sua casa?** Não, apesar de ter um parque perto. **Então, qual o objetivo?** Não disse nada. **Após outra explanação feita pelo professor, o aluno então responde** que o objetivo é produzir eletricidade sem necessidade de usar outros recursos, como a água. **Qual a trajetória da energia eólica até chegar a nossa casa?** Ela vai para geradores para serem guardadas, porque de lá elas não são diretamente distribuídas. **Dentro de uma torre tem o quê?** Um núcleo de armazenamento. **Essa energia fica aqui?** Ela vai para outro lugar, porque aqui ela não tá sendo usada.

B.03.3i. É a extraída do urânio; é ao mesmo tempo a energia que pode revolucionar o mundo, pode ser também, destrutiva, porque o contato direto pode trazer doenças, ou outras coisas. Até mesmo a exploração do urânio é difícil, porque as pessoas que trabalham ficam expostas; podem trazer doenças e ao mesmo tempo pode revolucionar o mundo. **Aqui perto tem extração de urânio?** Não muito longe tem, mas não lembrou. **O professor então falou que é em Caetité. Qual objetivo de extrair urânio?** Energia mais forte, sem necessidade de mexer nos recursos naturais como a água e vento. **Qual objetivo de extrair urânio aqui em Caetité?** Armas nucleares. **E quando é extraído?** Vão para fábricas especializadas, e vai pra fora do país, não fica aqui. **Qual o resultado final da energia nuclear?** Gerar energia. **Qual energia?** Nuclear.

B.04.1i. Não sei, muitos associam a energia elétrica com aquilo que temos em nossa casa; eu acho que é isso; é aqui que tem uma força pra ligar os aparelhos, é o campo de energia que liga os aparelhos.

B.04.2i. É a energia eólica está relacionada com o vento, para ter uma energia renovável. **Qual o objetivo da energia eólica?** economizar água. **Mas, qual o objetivo das torres aqui na região?** Lucrar. **Gerar o quê?** Gerar energia. **Que energia?** Energia renovável. **Em casa, você usa energia renovável?** Não, uso a energia que todo mundo usa. **Que energia é essa?** a energia elétrica. **Qual a trajetória da energia gerada na torre até sua casa?** A força do vento gira torre e gera energia.

B.04.3i. Tá complicado. **Já ouviu falar da Energia nuclear?** Não. **Que material se extrai em Caetité?** Não sei. **Já ouviu falar que em Caetité tem muita incidência de câncer?** Já ouvi, mas não sei que material é esse. **Qual o objetivo da energia nuclear?** Todas as energias tem por objetivo gerar energia elétrica. **Já ouviu falar do urânio?** Sim, mas não sabia que era extraído em Caetité. **Ouviu falar da INB?** Sim, mas não sabia que tinha em Caetité. **Você sabe alguma coisa da trajetória do urânio?** Não.

B.05.1i. É a energia; é o que dá a luz, nós usamos computador, televisão. **De onde vem a energia elétrica?** Das usinas. Da água, do sol, das torres eólicas.

B.05.2i. Só sei que pelas torres que transmite energia. **Qual objetivo de montar essas torres aqui da nossa região?** Energia. **Que tipo de energia?** Energia elétrica. **Qual objetivo de uma torre daquela?** Gerar energia através do vento. **Gerar qual energia?** O professor faz uma explanação sobre a trajetória de resposta do aluno e pergunta novamente, **que tipo de energia é gerado nas torres?** Energia elétrica. **Qual então a trajetória dessa energia?** Não sei. **A energia gerada vai pra onde?** Não sei.

B.05.3i. Energia do núcleo, vem da terra. **Tem energia nuclear em nossa região?** deve ter. **Já ouviu fala da INB? Já ouviu falar de Caetité?** Ah, lembrei que em Caetité tem alguma coisa; falam que tudo lá é meio radioativo. **Qual material se extrai lá?** Urânio. Só que o urânio não traz benefícios, pode trazer, mas... **Qual o objetivo da energia nuclear? É gerar o quê?** Energia elétrica. **Qual a trajetória da energia gerada por esse urânio?** Não sei. **Acontece em qual cidade?** Não disse nada.

B.06.1i. É o meio que existe pra poder usar, quase tudo depende de energia e ela é transmitida por meio da água e se não tivesse energia elétrica era muito difícil as coisas. **Você acha que a energia elétrica só vem da água?** Não. **Quais outros meios que você conhece?** Não lembro. **Para você a energia elétrica só vem da água?** Sim, pelo que eu lembro.

B.06.2i. Não sei te dizer. É as torres. **Qual objetivo?** Não sei. **Eles analisam tudo e instalam as torres pra gerar que tipo de energia? O que você já ouviu falar sobre essas torres?** Ouvi falar que essas torres seriam usadas para transmitir energia para outros lugares. **Qual energia seria transmitida?** Não sei. **Na sua casa você usa qual energia?** Energia elétrica. O professor então fala: **Você disse que essa energia vem da água, mas existem outros meios. A energia eólica usa o quê?** E o aluno não soube explicar o que movimenta as hélices, e disse que dentro da torre acontecem vários processos. **E a energia gerada vai pra onde?** Vários lugares. **Gera qual energia?** A energia elétrica e vai pra vários lugares.

B.06.3i. Alguma coisa gerada pelo petróleo. **Que material se usa na energia nuclear? Já ouviu falar de alguma coisa sobre energia nuclear aqui na nossa região?** Não. **Já ouviu falar da INB? Não. Já ouviu falar que Caetité tem muito câncer?** Já sim, que por conta de uma rede, por conta do petróleo. **Já ouviu falar do urânio?** É por conta desse urânio tem dado câncer em muitas pessoas. O professor diz apenas que essa questão do câncer é de ouvir falar e não está afirmando nada. **O professor faz uma reflexão sobre o objetivo e pergunta: o urânio é extraído com qual objetivo?** Gerar algum tipo de energia. **Que tipo de energia?** Energia nuclear. **Ela parte do núcleo, mas seu objetivo é gerar o quê?** O professor então fala energia elétrica. **Qual a trajetória da energia nuclear?** Não sei. **Sabe que extrai em Caetité?** Sim e que ele é radioativo.

B.07.1i. É aquela de luz, que é muito importante. **Só Luz?** Sim. **Tem energia na sua casa? E a geladeira é ligada em quê?** Energia elétrica. **E seu carregador de celular, você liga onde?** Ligado na energia elétrica. **A energia elétrica tem em todas as partes da sua casa?** Sim. **A energia elétrica vem de qual meio?** Não sei.

B.07.2i. É a energia do sol. O professor diz que não, e que tá relacionado com as torres **Qual objetivo de colocar essas torres aqui na nossa região?** É tipo assim, quando falta a energia elétrica, vem à energia eólica. **Tem como nós usarmos energia eólica em nossa casa?** Acho que sim. **Qual o objetivo da energia eólica? Gerar o quê? Qual energia você usa na sua casa?** Energia elétrica. **As hidrelétricas usam o quê pra gerar energia?** Água. **As torres são movimentas**

por quê? óleo, petróleo. **O que roda as torres?** Sol, vento. **E a energia eólica é transformada em que tipo de energia?** Não sei. **Sabe falar sobre a trajetória da energia até chegar na sua casa?** Não sei, difícil falar, porque vemos as torres, mas não sabemos explicar.

B.07.3i. Não disse nada. **Já ouviu falar de Caetité?** Sim. **Já ouviu falar da INB?** Não. **Já ouviu falar que em Caetité ocorrem muitos casos de câncer?** Sim, por causa da energia. **Que energia?** Energia Nuclear. **Essa energia nuclear vem de quê?** Do sol. **O núcleo de que material?** Não disse nada. **O professor disse que é urânio. O professor fala do urânio que é extraído em Caetité, mas o aluno não sabe falar dos processos e nem sabia que existia em Caetité. Já tinha ouvido falar de urânio?** Sim, mas não sabia que tinha em Caetité. **Qual objetivo da energia nuclear?** Não sei. **Sabe falar alguma coisa dos processos da energia nuclear?** Não sei.

5.2 CONCEPÇÕES FORMADAS

Após o desenvolvimento da sequência didática cujo objetivo era ensinar o processo de transformação das energias eólica e nuclear em energia elétrica, a mesma entrevista semiestruturada aplicada no início da pesquisa foi, novamente aplicada, para análise do desenvolvimento dos conceitos, obtendo-se os seguintes resultados:

A.01.1f. É fonte de energia que nós temos; são as fontes de energia eólica, energia nuclear; tudo é transformado em energia elétrica; na energia que a gente usa.

A.01.2f. É a energia dos ventos. **Qual o objetivo da energia eólica?** Energia renovável, só que junto da instalação causa desmatamento e prejudica o meio ambiente. **Qual seu objetivo elétrico?** Porque é a região dos ventos. **Seu objetivo é gerar o quê?** Energia elétrica. **Qual a trajetória da energia da torre até chegar a nossas casas?** Na nossa região vai pelo vento, depois para o transformador, interno ou externo. Aí vai pelos fios para a Lapa. **E, dentro da torre, o que acontece?** Tem o sistema de freios, uns negócios que marca a velocidade e às vezes os caras precisam ir lá pra fazer manutenção. A energia desce vai pra Lapa por meio de fios e

na Lapa é transformada e joga pra Guanambi; se não me engano, é 36M e aqui é distribuída. Guanambi recebe e distribui pra Pindaí, Candiba, Monte Alto, etc.

A.01.3f. É a energia extraída do urânio. **Qual seu objetivo?** Transformar em energia elétrica. **Qual a trajetória do urânio desde a sua retirada até a geração elétrica?** O Urânio precisa ir pra Angra. **O que acontece em Caetité?** Extrai urânio, tem uns tanques que armazenam, depois joga um líquido e depois é extraído o urânio que vai pra dois tanques. **O que sai de Caetité, líquido, pó ou barra de urânio?** Não sei. Só sei que das pedras grandes vai extraindo e vai ficando as pedras menores pela retirada do urânio. O professor explica que em Caetité extraí um pó, chamado *yellowcake* e depois que vai para fora do país. **O que fazem com esse pó?** Ahn! é por causa do *yellowcake*, né? que ele é transformado em algum negócio. **Não é transformado em gás, não? Depois pó novamente?** Isso é complicado. **O que mais você pode falar?** Depois de Angra, eles vão para os negócios que armazenam; o Brasil não importa urânio, porque tem em Caetité e não tem necessidade de trazer pra cá. **As pastilhas são usadas onde?** Não lembro, tem esse negócio de Raio-X. **O que roda as pás do gerador em uma hidrelétrica?** A água. **E do gerador nuclear?** O urânio. **Como? O urânio serve pra quê?** Pra gerar energia. O professor então diz que o calor aquece a água e o vapor da água faz girar o eixo do gerador.

A.02.1f. É a energia normal que a gente usa sempre. Eu acho que a que nós usamos é a das hidroelétricas. **Alguma definição científica?** Não lembro.

A.02.2f. É a energia gerada dos ventos. Colocam aquelas torres lá; ela pega a potência do vento e transforma em energia usando o transformador. **Qual o objetivo da energia eólica?** É porque eles acham que a hidrelétrica vai acabar um dia, um monte tá acabando, já que todas poluem. **Qual é seu objetivo?** Gerar energia. **Qual energia?** Energia elétrica. **Qual a trajetória da energia das torres até as casas?** Tem o vento e um geradorzinho lá dentro e aí eles pegam essa energia e levam para um negócio da região todinha e vai para uma central maior e a partir de lá é responsabilidade do governo e é distribuída para as casas. **Como é distribuída para as casas?** Através de fios.

A.02.3f. É a energia extraída do urânio, a nuclear; eles extraem urânio, vai pra britadeira, depois transforma em pó amarelo que vai pra fora do Brasil. Depois transforma em pastilhas e essas pastilhas são colocadas em um local pra gerar energia. **Quando sai de Caetité, o que acontece?** Vira uma massa, transforma em pó novamente, depois em pastilhas. **Quando eles colocam numa centrífuga e começa a girar, é gás ou pó?** Ahn!, gás. Depois do gás vira pó novamente e depois vira as pastilhas pra ser usado em Angra dos Reis. O professor então explica que as pastilhas são colocadas dentro das varetas que são usadas dentro do reator nuclear. **O que roda as pás do gerador nuclear? O urânio E no final do processo?** Não soube falar, o professor explicou sobre o vapor da água que roda as pás.

A.03.1f. Energia elétrica é tudo. Muita coisa boa vem da energia elétrica. Eu sei que a energia elétrica passa de um próton para outro. **E a definição científica?** Não sei.

A.03.2f. É a transformação da energia cinética do vento para a energia elétrica. **Qual a trajetória da energia eólica até sua casa?** Vem primeiro, passando pelo transformador e transforma o vento em energia elétrica, passando pela subestação e indo para Bom Jesus da Lapa, entrando no Sistema interligado Nacional (SIN), e vem pelos fios para subestação de Guanambi e de Guanambi vem para as mini subestação das cidades. **Qual objetivo da energia eólica?** Gerar energia. **Que energia?** Energia elétrica.

A.03.3f. Ela é a partir do urânio. **O que faz com esse urânio?** Ele é beneficiado, enriquecido pra depois ir para usina. **O que faz em Caetité?** Extraí urânio. **Qual o nome do pó que é extraído em Caetité?** Não soube falar. O professor disse que é o yellowcake. **O que é feito com esse pó?** Vai pra Europa, transforma em gás, é enriquecido e volta em pó novamente. **E depois desse pó?** Vai ser transformado em pastilhas. **Pra ser usada onde?** Em uma vareta e coloca um monte de varetas juntos, coloca dentro do reator, atinge o núcleo do urânio, e aí vai explodindo, vai aquecer a água, o vapor vai correr pelos tubos rodando o rotor do gerador e volta a transformar em água novamente. **O que volta a ser água novamente?** O vapor. **O que roda as pás do gerador?** O vapor da água, que é aquecida pela explosão do núcleo do urânio. **Qual o objetivo?** Gerar energia elétrica a partir do urânio.

A.04.1f. Energia significa transformação, transformação de um meio, de força da natureza em potencial elétrico pra gente. Energia é diferença de potencial elétrico entre dois pontos, dois meios.

A.04.2f. É a transformação da energia dos ventos em energia elétrica pra gente, esse processo decorre das torres eólicas que captam as energias do vento, e elas também precisam de energia elétrica para gerar energia. Lá dentro também ocorre a diferença de potencial que vai gerar energia. **Qual a trajetória da energia até as casas?** Eu lembro que a torre eólica precisa de energia elétrica para iniciar a geração elétrica, capta a energia do vento, e elas vão potencializar essa energia. **Da torre vai pra onde?** Toda energia vai pra um lugar específico, e de lá ela é distribuída para as casas. **Onde seria esse local? Qual cidade?** Não soube, disse que é a palavra que ela perguntou em aula. O professor então fala do SIN, em Bom Jesus da Lapa. **E como vem de Bom Jesus da Lapa?** Por meio de fios pela corrente elétrica.

A.04.3f. É a energia liberada principalmente do urânio, que é retirado em Caetité e tem dois tipos de urânio, mas um é mais adequado para esse tipo de transformação de energia. Ali ele passa por diversos processos que são convertidos em uma pasta que vai pra fora pra ser enriquecido, depois volta pra cá. **O urânio volta e é transformado em quê?** Quando ele volta é transformado em pastilhas, que são colocadas dentro daqueles tubos e são muitos tubos, e a quebra tem a ver com núcleo, essas pastilhas recebem uma energia que quebra a primeira e aí vai quebrando as outras, tipo efeito dominó. **Essa energia do núcleo é usada pra quê?** Mandada pra uma subestação. **Essa energia é usada para quê?** Com uma observação realizada pelo professor sobre a água, o aluno lembrou e disse: A energia vai aquecer a água que vai evaporar e rodar as turbinas gerando energia e depois volta a virar água novamente pelo processo de condensação. O professor, então, fala sobre os três circuitos da água. **Qual objetivo da energia nuclear?** Gerar energia do núcleo dos átomos em energia elétrica.

A.05.1f. É a energia da vida, da luz para enxergamos à noite. **Alguma definição científica?** É a energia que usamos no dia-a-dia.

A.05.2f. É a energia gerada pelo vento que passa por um motor lá, manda pra Bom Jesus da Lapa e depois manda para as casas. **Qual o objetivo da energia eólica?** Gerar energia elétrica. **Qual a trajetória da energia da torre até as casas?** O vento roda as hélices que vai para o motor que consegue gerar energia que vai pra Bom Jesus da Lapa e aí volta pra Guanambi e distribui na região. **Distribui por meio de quê?** por meio de fios.

A.05.3f. É a energia gerada pelo urânio, que é retirado de pedras e passam por uns processos para gerar energia elétrica também. **O que sai aqui de Caetité?** Sai o urânio. **Em líquido? Pó? Barra?** Não soube falar, mas disse que era uma barra. O professor então faz uma reflexão falando sobre o pó amarelo chamado de *yellowcake*. **Esse pó vai pra onde?** Pra Angra I e Angra II. **Angra?** Não, vai para Europa. Aí vem pra Angra I e Angra II. **Depois da pastilha acontece o quê?** Dissolve e passa por um processo químico. **O que roda as pás de um gerador nuclear?** Um gás. O professor faz uma nova explanação sobre a trajetória do urânio até o aquecimento da água.

A.06.1f. É a diferença de potencial entre dois pontos. O professor diz que ele pode melhorar a resposta e ele diz: É a energia gerada pela diferença de potencial entre dois pontos.

A.06.2f. É a energia que é transformada pelo movimento do vento, ou seja, a energia cinética do vento em energia elétrica. **Qual a trajetória da energia eólica?** Primeiro transforma o tipo de energia, depois vai para a subestação, depois vai para nossa casa. **Qual subestação principal?** A de Bom Jesus da Lapa, porque lá entra no SIN, misturando todas as energias. **Volta como pra nós?** Por meio de fios. **Dentro de uma torre acontece o quê?** O vento vem, move a hélice, por meio de catracas e a velocidade aumenta e produz a eletricidade.

A.06.3f. É a energia obtida a partir do urânio. **Qual objetivo da energia nuclear?** Gerar energia. **Qual energia?** Energia elétrica. **Eles retiram o quê em Caetité?** Urânio. **Qual a trajetória do urânio até a geração elétrica em Angra?** Sai de Caetité, aí vai para o porto, depois vai pra Europa; o urânio é enriquecido, volta para Angra e faz a energia elétrica. **Quando volta para o Brasil vira o quê?** Vira urânio

enriquecido. Vira as pastilhas e são usadas nos reatores. **Acontece o quê dentro dos reatores?** Eles recebem um neutrão que bate no urânio e vai liberando nêutrons e liberando calor que vai esquentar a água, que vira vapor pra mover as turbinas e então gera eletricidade.

A.07.1f. É uma fonte que é usada para mover tudo que é eletrônico. **Só eletrônicos?** lâmpadas. **Você teria uma definição científica?** Não.

A.07.2f. É a energia que começa sendo gerada pela mecânica, depois vento, depois geradores. **Qual objetivo da energia eólica?** Energia limpa, gerar mais energia. **Que energia?** Energia elétrica. **Qual a trajetória dessa energia?** Começa pela energia do vento, mecânica, passa pelos geradores que vai até as subestações e depois para Bom Jesus da Lapa e depois é distribuída. **Por meio de quê?** Por meio de cabos elétricos.

A.07.3f. Energia que é extraída através de materiais radioativos. **Que material é usado?** Urânio. **Extraído onde?** Em Caetité. **Qual objetivo em extrair urânio?** Gerar energia nuclear, não, energia elétrica. **Qual a trajetória do urânio?** Começa com a extração do urânio, depois enriquecido, compactado, depois vira pastilhas, aí essas pastilhas são colocadas em barras e depois vai pro reator, e do reator ela é armazenada e mandada pra subestação. **O que roda as pás do gerador?** Após a explicação do professor ele respondeu: o vapor faz com que as turbinas girem pra gerar energia elétrica.

A.08.1f. É a diferença de potencial entre dois pontos. **O professor diz que a resposta dele pode melhorar e o aluno fala:** É a energia gerada pela diferença de potencial entre dois pontos.

A.08.2f. É a energia que é transformada pelo vento, que roda a hélice da torre, que transforma em mecânica, e de mecânica se transforma em corrente elétrica, por conta do campo magnético que forma lá dentro da torre, essa variação do campo que gera a corrente elétrica. **Qual a trajetória dessa energia?** Após sair da torre ela se transforma em uma carga menor para não ter perda com aquecimento dos fios. De lá, vai para subestação; é transformada em voltagem maior e vai para outra

subestação, aí vai pra outra subestação, chega à rede nacional em Bom Jesus da Lapa. **Como ela volta?** Volta pra nós por meio de fios.

A.08.3f. É a energia formada da quebra do urânio em pó, pega o urânio, leva para a Europa, transforma em pastilhas e lava para Angra I e de Angra II coloca em uma subestação e joga na subestação para o Brasil todo. **O que é extraído em Caetité?** Urânio. **Qual o nome do produto que sai daqui?** *Yellowcake*. Transforma em gás e depois volta a ser pó, porém enriquecido. As pastilhas são colocadas no bastão e são colocados no reator. **O professor diz que emite um nêutron dentro do bastão. E aí?** Vai acontecer uma reação em cadeia, que vai quebrando, gerando energia aquecendo a água, e o vapor faz com que a turbina gire e a água do mar transforma o vapor em água novamente, um ciclo. **Qual o objetivo do urânio?** Gerar energia elétrica.

A.09.1f. É a energia gerada pela diferença de potencial entre dois pontos.

A.09.2f. É uma energia do vento que é transformada, que nenhuma energia se cria; ela apenas se transforma a partir do vento; ela precisa de alguns instrumentos, aerogeradores, mas antes de tudo precisa da biruta pra saber a direção do vento, também a velocidades e dos aerogeradores que transformam essa energia do vento em energia elétrica e que passa por uma subestação faz com que essa energia eólica chegue à outra subestação que transmite energia para nossas casas. Pode ser que estejamos usando essa energia eólica também. **A subestação principal fica onde?** Em Bom Jesus da Lapa.

A.09.3f. É aquela energia através do minério, neste caso o urânio. **Qual o objetivo da energia nuclear?** Tem vários objetivos; pode usar na medicina, pode usar também em nossas casas pela transformação desse minério que é retirado de Caetité por meio de dinamites, quebra e vai se transformando em pó, depois vira pastilhas, depois gás, depois vira pastilhas novamente e após isso quebra o núcleo da pastilha e vira energia. **O professor faz um resumo até chegar às pastilhas.** O aluno então fala do urânio 238 e do 235, e diz massa atômica do 235 é maior. **E depois da pastilha?** São colocadas nas varetas e trituram quebrando o núcleo. **E depois de quebrar o núcleo?** O professor então complementa o pensamento até

rodar as turbinas. **O que roda as pás?** O urânio. **Como?** O aluno não soube responder. O professor então fala do aquecimento da água que vira vapor que roda as pás do eixo; o urânio só serve pra aquecer a água, isso já em Angra 1 e Angra 2 e depois vai para o SIN. **Qual objetivo da energia nuclear?** Gerar energia elétrica.

B.01.1f. É uma fonte que precisa de dois pontos pra gerar energia. **O professor então esclarece que esses dois pontos têm uma diferença de potencial. Nós obtemos energia de onde?** Da água, do vento, da nuclear. **A nuclear vem de quê?** Do urânio.

B.01.2f. É uma fonte renovável, gerada pelo vento, **Qual objetivo da energia eólica?** o objetivo é transformar em energia elétrica. **Qual a trajetória da energia do vento até chegar a sua casa?** Que através das torres os ventos são captados, depois é transformado em energia elétrica, pra poder ir pra nossas casas.

B.01.3f. É uma energia produzida pelo urânio, que é retirado do núcleo da terra. **Qual objetivo?** Ser transformado em energia elétrica. É colocado em um monte de pedras, pra poder descer o líquido depois vai pra centrífuga, sei lá. **O que eles extraem em Caetité?** Um líquido, o urânio. **O que sai de Caetité pra ir pra Europa?** Um gás. Ele vai virar gás, depois pastilhas; volta para o pó e depois vira pastilha e a pastilha é usada na transmissão de energia elétrica. **E a pastilha é usada em qual local?** Dentro de umas varetas, mas não sei como é usada. **O que roda as pás do gerador da nuclear?** Urânio.

B.02.1f. É uma fonte de energia que causa movimento dos elétrons, é usado no dia a dia, nos eletrodomésticos. **A energia elétrica vem de onde?** Hidroelétrica, eólica e nuclear. **Tem outras fontes?** Sim, aquele da queima de material. Tem a solar também.

B.02.2f. É a energia através do vento e pelas torres. **Qual objetivo da energia eólica?** Diminuir custos e produzir energia elétrica mais barata, além do vento ser renovável. **Qual a trajetória da energia de uma torre até chegar na sua casa?** Depois do vento, passa para o gerador, depois passa pra uma central, que faz uma transformação e vai mandando por processos.

B.02.3f. É a retirada do urânio. **Qual seu objetivo?** Gerar energia elétrica com baixo custo. **Qual a trajetória da energia até nossa casa?** O urânio é retirado, transformado em pó, vai pra fora do país pra ser compactado e enriquecido, depois volta, vira pastilha e serve pra aquecer a água, que vai girar as turbinas pra gerar energia elétrica.

B.03.1f. É a energia que vem da água. **Só vem da água?** Só da água. **E as fontes que nós estudamos em sala de aula?** Vem também do vento, do urânio, é difícil formar uma resposta, é a energia retirada da água, vento, sol, urânio, com o objetivo de fornecer eletricidade.

B.03.2f. É a energia que vem do vento. **Qual objetivo dela?** Transformar em eletricidade. **Qual a trajetória do vento até a geração de eletricidade?** Tem as torres que não giram só pela força do vento, consomem um pouco de energia para entrar em movimento, junto com o vento. O vento aumenta a rotação e começa gerar energia e lá vai para um gerador e depois é jogada na rede e depois é levada para um local de distribuição e é distribuída.

B.03.3f. É a energia retirada do urânio. **Qual objetivo dela?** Transformar em eletricidade. **Qual a trajetória do urânio até gerar eletricidade?** Retira o urânio, e tem todo processo criando a pasta e depois transforma em pó, depois em gás, depois em pó novamente, depois transforma em pastilha, que são colocadas em varetas dentro da água. Aí o vapor retirado do aquecimento das pastilhas. **Como as pastilhas são aquecidas?** Elas são colocadas em varetas e colocadas dentro da água, em dois processos de troca de água. Aí a água é aquecida. **Como essa água é aquecida?** Com a quebra do átomo de urânio, liberando energia que aquece a água e transforma em vapor. **O vapor serve pra quê?** O vapor que vai gerar energia. **O professor explica sobre as pás da hidrelétrica, da energia eólica e então o aluno diz:** Pra girar as pás do gerador, transformando em energia. **Que energia?** Energia elétrica.

B.04.1f. É a energia que tem em casa, e usamos muito em nosso dia-a-dia, porque é muito importante. **Mais alguma definição?** Não.

B.04.2f. É a do vento. **Qual objetivo da energia?** Mandar pra elétrica, transmitir pra elétrica. O professor então diz que o termo correto é transformar e não transmitir. **Qual a trajetória da energia até sua casa?** Não sabe falar.

B.04.3f. É do núcleo da Terra. Que material utiliza a energia nuclear? Não sei
Obs: o quarto aluno não assistiu às aulas.

B.05.1f. É a eletricidade que gera luz, que leva eletricidade para as casas, faz funcionar a geladeira, televisão. **Mais alguma definição?** Não.

B.05.2f. É a energia que vem do ar, vento, das torres, que ficam rodando por conta do vento e detecta os negócios. **Qual objetivo da energia eólica?** Gerar energia. **Qual energia?** Energia elétrica. **Qual a trajetória da energia eólica até sua casa?** Detecta o vento, vai para o gerador, vai pra usina. **Que usina?** Subestação. E daí vai pra outro local antes de ser distribuída. **Essa energia vai pra onde, antes de ser distribuída?** Bom Jesus da lapa. **E depois?** Aí começa a dividir para as cidades e comunidades.

B.05.3f. É a energia que vem do urânio. **Qual objetivo?** Gerar energia elétrica. **Qual a trajetória do urânio de Caetité até a energia chegar a nossas casas?** Quebra a pedra, coloca ácido sulfúrico pra tirar o urânio e depois vai pra usina e que transforma em bastãozinho. **Sai o quê de Caetité?** Urânio, um pó amarelo. **Esse pó vai pra onde?** Pra Europa, mas antes vai para o Rio de Janeiro e transforma em pastilhas. O professor diz que o pó é transformado em gás, depois é enriquecido e depois volta ao pó e depois vira as pastilhas. As pastilhas são colocadas dentro de tubinhos, que geram muito calor. **Esse calor é usado para quê?** Transforma em energia. **Mas esse calor é usado pra quê?** O professor então faz uma analogia das pás da hidrelétrica e eólica. O aluno então diz: O vapor da água quente roda os bichinhos lá. **E quando roda, acontece o quê?** Começa a gerar energia. **O que roda as pás?** É o vapor de água que vem do aquecimento do urânio.

B.06.1f. É aquele que vem através da água, do vento, do sol. Após um questionamento feito pelo professor, o aluno disse: urânio. **Que energia é essa?** Energia nuclear.

B.06.2f. Não estou lembrando, esqueci, é a energia que vem do vento. **Qual objetivo?** Gerar energia eólica. **Qual energia?** Energia elétrica. **Qual a trajetória da energia eólica até as casas?** Têm vários processos, que o vento vai transformando em energia elétrica, passa pelo transformador, circuitos elétricos, passando pelas redes até chegar a nossas casas.

B.06.3f. É energia que vem do urânio. **Qual objetivo da energia nuclear?** Gerar mais energia. **Qual energia?** Energia elétrica. **Qual a trajetória do urânio até sua geração elétrica?** O professor fez vários questionamentos e explicações pra tentar alguma resposta, mas o aluno disse que extraem o urânio, depois tem o processo de instalação da rede até o processo de transformação pra energia. **Como eles extraem o urânio?** Dos buracos. **E depois faz o quê?** O aluno disse que não se lembra. Disse apenas que o urânio é tirado das pedras e levado para outro lugar.

B.07.1f. É a energia que nós usamos diariamente e pode ser gerada de três formas, pela eólica, nuclear, solar, tem também as hidrelétricas.

B.07.2f. É a energia formada pelo vento, necessita dos ventos para gerar eletricidade **Qual o objetivo da energia eólica?** Gerar energia elétrica. **Qual a trajetória da energia eólica?** Eles mandam uma energia elétrica até o gerador dentro da torre e lá as hélices começam a rodar e gera energia e mandam por outro canal e passa pelo transformador que eleva para quase 35000 volts, que mandam para uma subestação e dessa subestação mandam dos postes direto pra nossa casa. **Vai direto pra nossa casa?** Não, passa por outros transformadores, dividindo pra várias cidades até chegar a nossas casas.

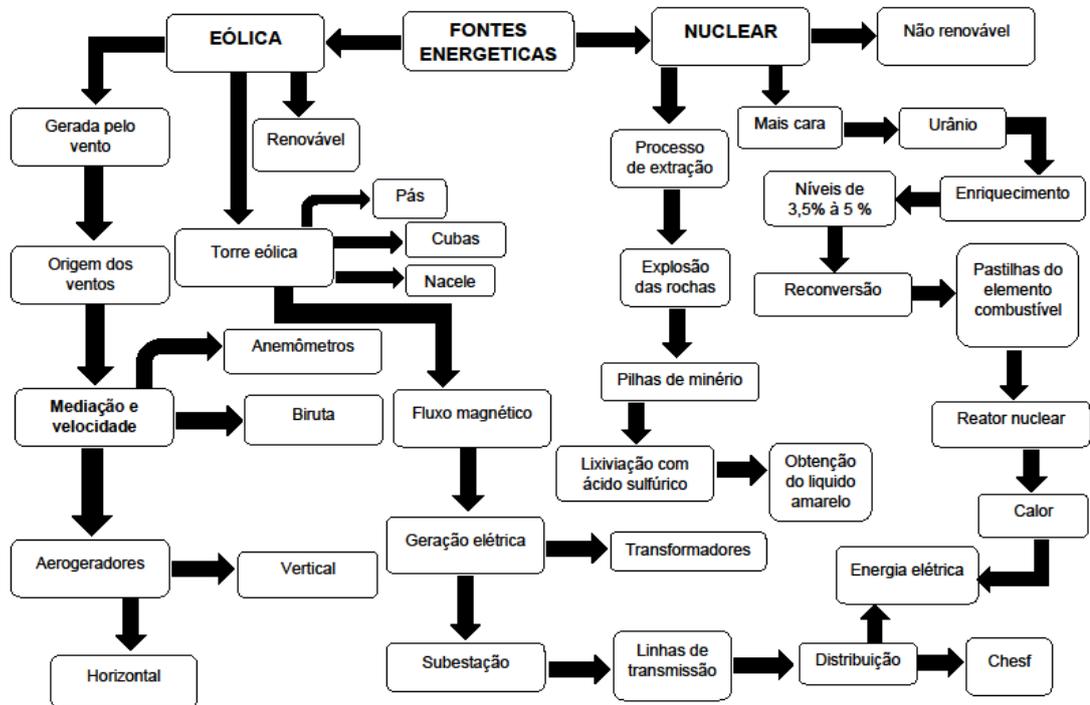
B.07.3f. É a energia que necessita do vapor para ser gerada e ela vem do urânio. **Qual o seu objetivo?** Gerar energia elétrica. **Qual a trajetória do urânio?** Eles pegam as pedras levam pra ser trituradas e formam uma pilha e depois colocam algum tipo de um sistema de irrigação com ácido sulfúrico, e deixa escorrer o líquido

que é coletado por uma lona e vai para uma estação de tratamento. Em Caetité, eles fabricam o *yellowcake*, que é um pó amarelo. Que mandam pra Europa, onde é transformado em gás, depois vira pó novamente. **Transforma em gás pra quê?** Pra enriquecer o urânio. Aí, lá, eles enriquecem depois desse processo de conversão e reconversão mandam pra cá e transformam em pastilhas. Uma pastilha dá pra abastecer uma casa durante um mês. Depois colocam dentro de varetas em um compartimento, depois disso, tem um sistema de água, são três sistemas. O sistema um que absorve o calor das pastilhas que são superaquecidas; o dois que é a geração de vapor e o três que é o vapor rodando as turbinas.

5.3. MAPAS CONCEITUAIS CONSTRUÍDOS

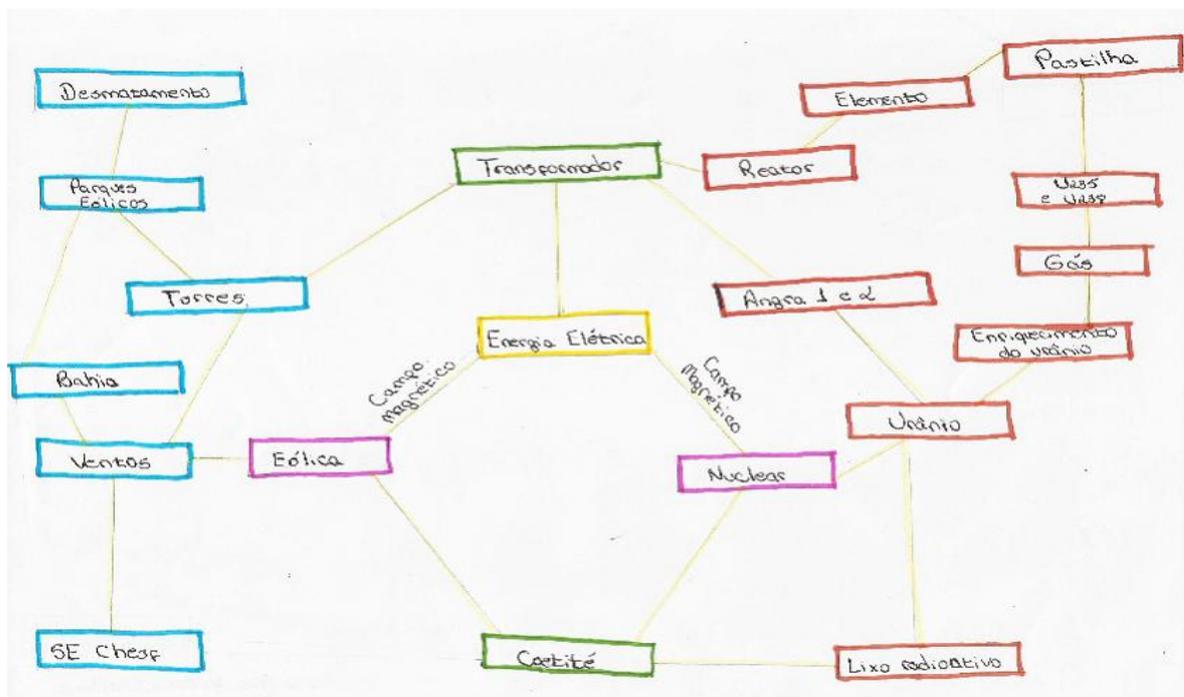
Este tópico apresenta os mapas conceituais construídos pelos alunos, em sala de aula, durante o desenvolvimento do conteúdo de energia elétrica. Como em cada sala entrevistou-se uma amostra de 30%, isso correspondeu a sete alunos em uma escola e nove alunos em outra escola, sendo uma turma por escola. Construíram-se três mapas conceituais em uma turma e quatro mapas na outra turma, totalizando sete. Os mapas serão diferenciados por “A1”, “A2,”A...” ou “B1”, “B2”, “B...”, representando a escola e o grupo, conforme retratam as figuras 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8, a seguir:

Figura 2: Mapa conceitual sobre energia elétrica A1



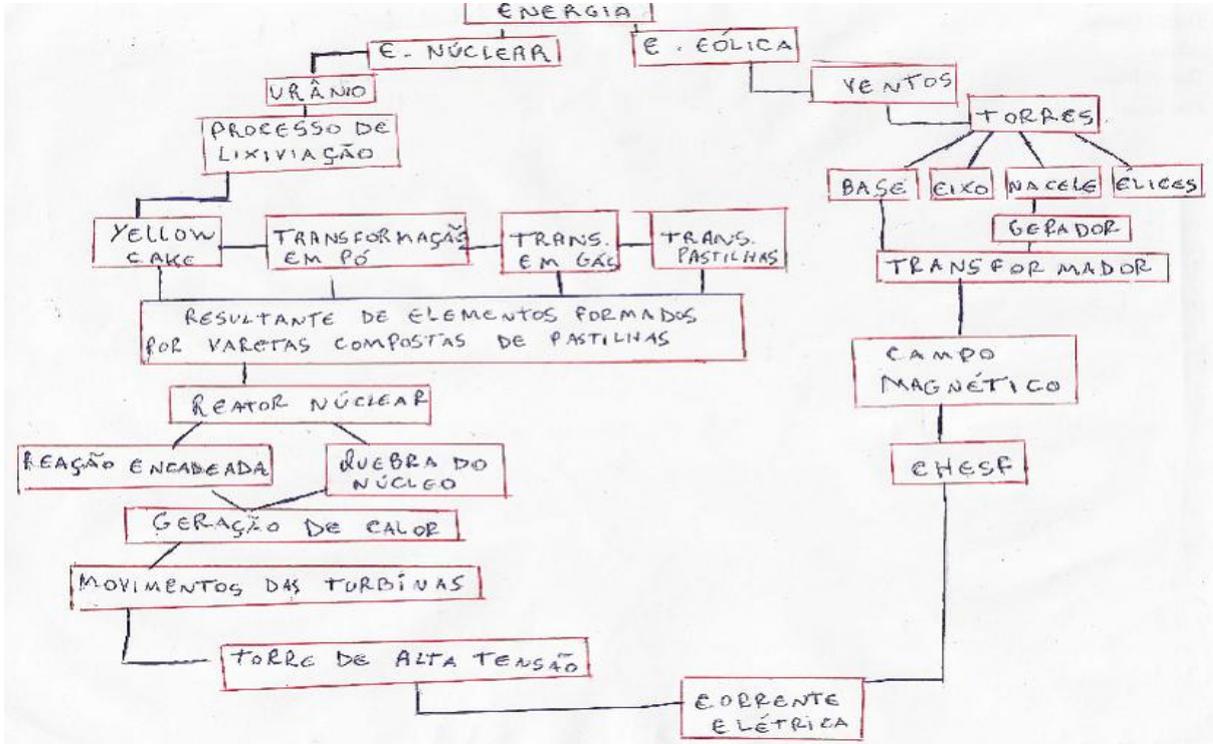
Fonte: elaboração do grupo "A1"

Figura 3: Mapa conceitual sobre energia elétrica A2



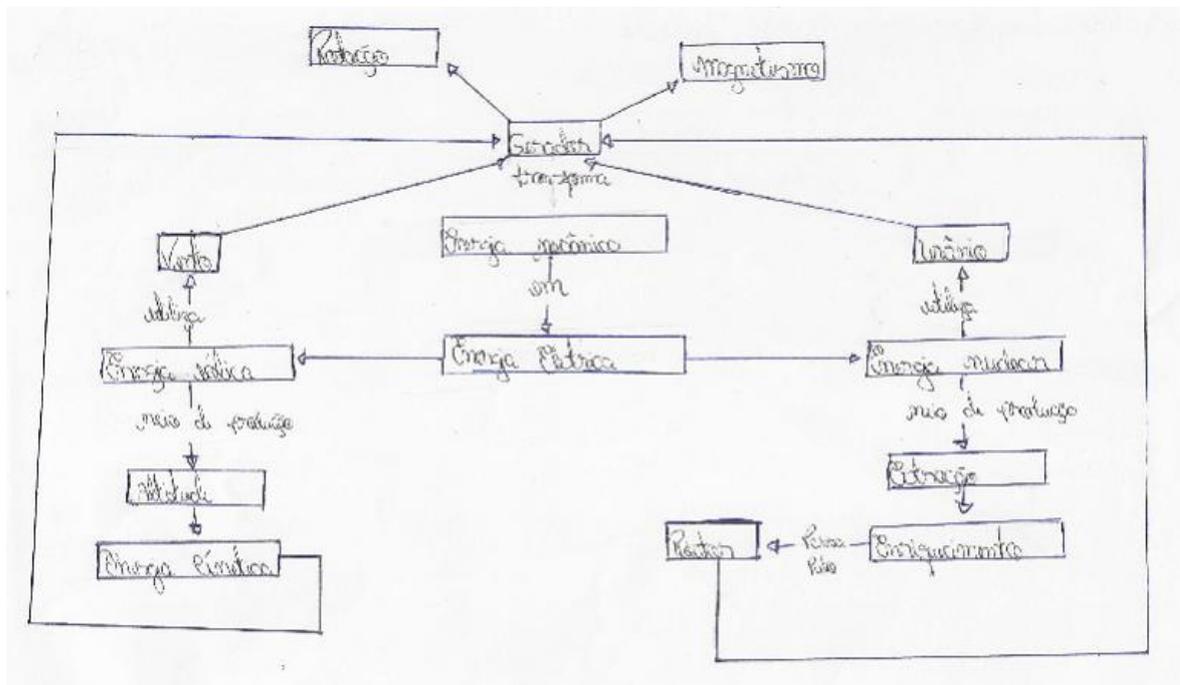
Fonte: elaboração do grupo "A2"

Figura 4: Mapa conceitual sobre energia elétrica A3



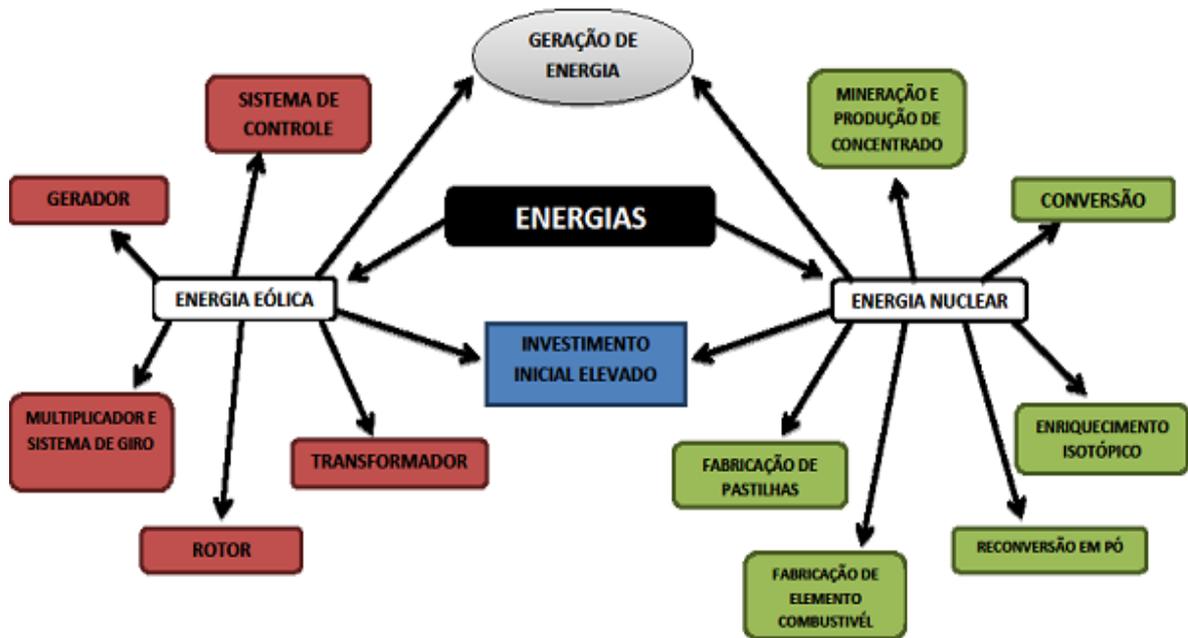
Fonte: elaboração do grupo "A3".

Figura 5 – Mapa conceitual sobre energia elétrica A4



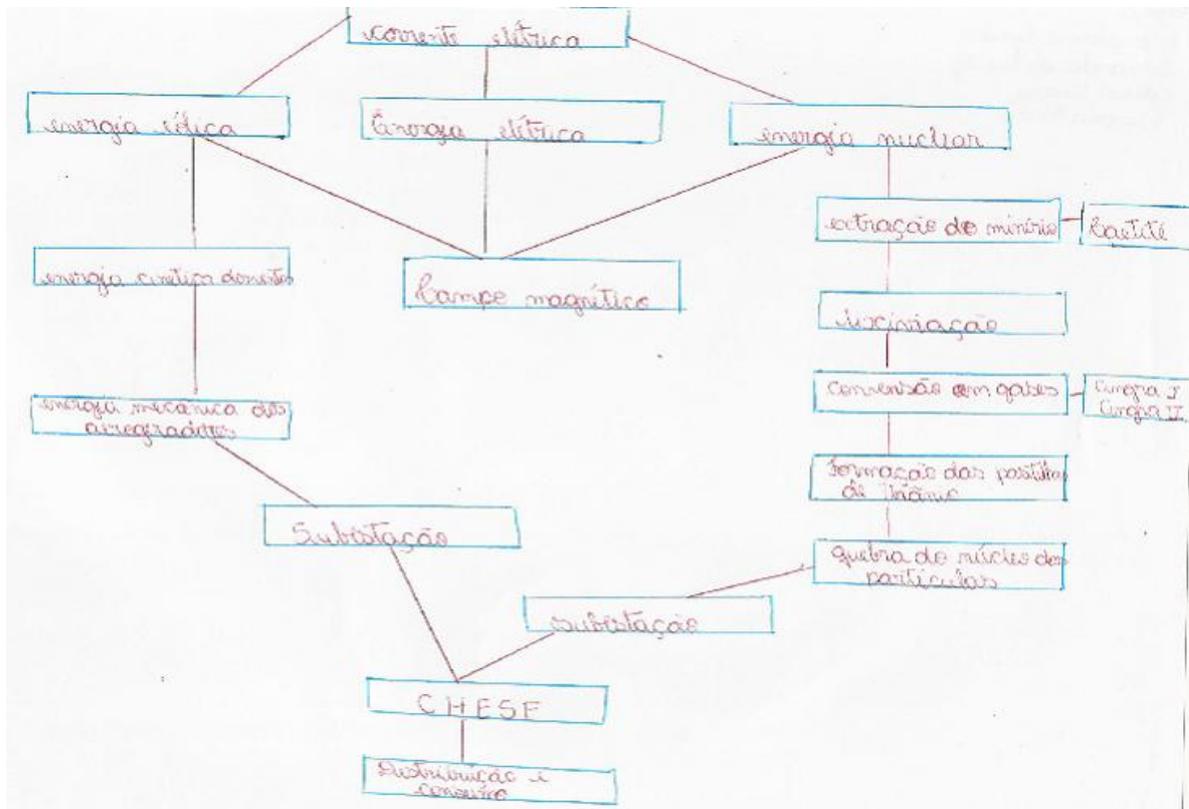
Fonte: elaboração do grupo "A4"

Figura 6: Mapa conceitual sobre energia elétrica B1



Fonte: elaboração do grupo "B1"

Figura 7: Mapa conceitual sobre energia elétrica B2



Fonte: elaboração do grupo "B2"

A 04	<ul style="list-style-type: none"> • É uma transformação de energia dos ventos que é captada pela torre e transformada em energia que usamos em casa nos diversos aparelhos. • Eu estudei isso ano passado e a pessoa não sabe. Nuclear vem do núcleo, núcleo atômico, dos átomos, tipo de energia perigosa, radiativa, tem a ver com o movimento das partículas do núcleo para fora, para dentro. 	<p>da energia eólica? Você utiliza energia eólica na sua casa? O que você sabe sobre a trajetória da energia gerada até nossas casas?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Qual núcleo nós quebramos? Qual objetivo da energia nuclear? Qual a trajetória da energia? 	<p>ventos em energia elétrica pra gente, esse processo decorre das torres eólicas que captam as energias do vento, e elas também precisam de energia elétrica para gerar energia. Lá dentro também ocorre a diferença de potencial que vai gerar energia. Eu lembro que a torre eólica precisa de energia elétrica para iniciar a geração elétrica, capta a energia do vento, e elas vão potencializar essa energia.</p> <ul style="list-style-type: none"> • É a energia liberada principalmente do urânio, que é retirado em Caetité e tem dois tipos de urânio, mas um é mais adequado para esse tipo de transformação de energia. Ali ele passa por diversos processos que são convertidos em uma pasta que vai pra fora pra ser enriquecido, depois volta pra cá. Quando ele volta é transformado em pastilhas, que são colocadas dentro daqueles tubos e são muitos tubos, e a quebra tem a ver com núcleo, essas pastilhas recebem uma energia que quebra a primeira e aí vai quebrando as outras, tipo efeito dominó
------	--	--	---

Fonte: o Autor

Observando o quadro do aluno A04, é possível perceber que, na primeira entrevista, ele traz consigo a presença de muitas ideias prévias sobre as energias envolvidas. Fala sobre transformar energia de um tipo em outro, para que possa ser usada; é a transformação da energia dos ventos; é energia do núcleo dos átomos. É possível perceber a presença das ideias prévias no conhecimento construído, o que mostra a consolidação e ampliação conceitual da estrutura cognitiva. Como exemplo, a questão da energia nuclear foi ampliada no entendimento do urânio e seu processo de transformação até a geração elétrica.

Quadro 03: Análise conceitual do aluno A 08

Aluno	Ideias Prévias	Organizadores Prévios	Conceitos Construídos
	<ul style="list-style-type: none"> • É força, elétrons, movimento dos elétrons que faz a energia elétrica. Também gera movimento. É algo que pode ser gerado pelos 	<ul style="list-style-type: none"> • Usa muito energia elétrica na sua casa? 	<ul style="list-style-type: none"> • É a energia gerada pela diferença de potencial entre dois pontos. • É a energia que é transformada pelo vento, que roda a hélice da torre, que transforma em mecânica, e de

A 08	<p>ventos, ou seja, por algo, ela não gera sozinha, é preciso ter atrito ou pode ser gerada pelo sol.</p> <ul style="list-style-type: none"> • É a energia gerada pelos ventos. Sustentabilidade, eu acho que a hidrelétrica pode prejudicar o meio ambiente, mas essa não prejudica tanto quanto o carvão, mas prejudica por conta das inundações que há, então é um meio sustentável que não prejudica o país ou o mundo. • É a energia dos átomos, é a energia gerada pela quebra dos átomos de elementos radioativos, como o urânio. Que eu conheço é só o urânio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Qual objetivo de implantar torres aqui em nossa região? Qual a trajetória da energia até nossas casas? • Onde tem urânio aqui em nossa região? O que eles fazem com esse urânio? Qual a trajetória desse urânio até sua geração elétrica? 	<p>mecânica se transforma em corrente elétrica, por conta do campo magnético que forma lá dentro da torre, essa variação do campo que gera a corrente elétrica. Após sair da torre ela se transforma em uma carga menor para não ter perda com aquecimento dos fios. De lá vai para subestação, é transformada em voltagem maior e vai para outra subestação, e aí vai pra outra subestação e chega à rede nacional em Bom Jesus da Lapa.</p> <ul style="list-style-type: none"> • É a energia formada da quebra do urânio em pó, pega o urânio, leva para a Europa, transforma em pastilhas e lava para Angra I e de Angra II coloca em uma subestação e joga na subestação para o Brasil todo. O <i>Yellowcake</i> transforma-se em gás e depois volta a ser pó, porém enriquecido. As pastilhas são colocadas no bastão e são colocados no reator.
------	--	--	--

Fonte: O autor

Observando as respostas do aluno 08, é possível perceber que ele possuía ideias prévias sobre a energia elétrica, eólica e nuclear. A construção conceitual, neste caso, ocorreu como ampliação conceitual, utilizando a ideia prévia e construindo conceitos mais particulares, como é o caso dos processos que acontecem na energia eólica e nuclear. No caso da energia eólica, ele tinha a noção que ela vinha do vento e que veio para combater os impactos das hidrelétricas. Esse conceito, então, foi ampliado com outras variáveis como é o caso da corrente elétrica, campo magnético, variação do campo, subestação. Para (NOVAK, 1981, p. 57), “Uma nova aprendizagem significativa resulta em crescimento e modificação adicionais de um subsunçor já existente” (NOVAK, 1981, p. 57).

Quadro 04: Análise conceitual do aluno A 09

Aluno	Ideias Prévias	Organizadores Prévios	Conceitos Construídos
	<ul style="list-style-type: none"> • É a energia gerada pela força da correnteza das águas, 	<ul style="list-style-type: none"> • A energia só 	<ul style="list-style-type: none"> • É a energia gerada pela diferença de potencial entre dois pontos.

A 09	<p>isso é energia hidrelétrica. Ela é gerada a partir de forças. A energia precisa de força para se propagar, o meio tem que ser condutor.</p> <ul style="list-style-type: none"> • É energia através da força dos ventos. Mais sustentabilidade e também menos poluição no meio ambiente, com o tempo pode faltar energia das águas, então a energia eólica pode ser por esse motivo. • É através de minérios, que são extraídos do meio ambiente. Radiação da medicina, a questão dos raios-X. Tem urânio em Caetité. Eles extraem o urânio da terra, passa por um processo industrial antes de chegar em nossas casas. 	<p>vem das águas? Fale mais sobre a energia elétrica.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Qual objetivo da energia eólica? Você utiliza energia eólica na sua casa? Nós utilizamos a energia gerada aqui na região? • Qual material usa na energia nuclear? Tem algum aqui na região? Qual objetivo da energia nuclear? 	<ul style="list-style-type: none"> • É uma energia do vento que é transformada, que nenhuma energia se cria; ela apenas se transforma a partir do vento; ela precisa de alguns instrumentos, aerogeradores, mas antes de tudo precisa da biruta pra saber a direção do vento, também a velocidades e dos aerogeradores que transformam essa energia do vento em energia elétrica e que passa por uma subestação faz com que essa energia eólica chegue em outra subestação que transmite energia para nossas casas. Pode ser que estejamos usando essa energia eólica também. • É aquela energia através do minério, neste caso o urânio. Tem vários objetivos, pode usar na medicina, pode usar também em nossas casas pela transformação desse minério que é retirado de Caetité por meio de dinamites, quebra e vai se transformando em pó, depois vira pastilhas, depois gás, depois vira pastilhas novamente e após isso quebra o núcleo da pastilha e vira energia.
------	---	--	---

Fonte: O autor

É possível observar no quadro do aluno 09 que os conceitos construídos trazem consigo a presença das ideias prévias, notando-se um conceito mais estruturado com o novo conhecimento. É possível observar que, os conceitos formados não trouxeram relação com a água (hidrelétrica). Sobre o vento, a ideia permaneceu, ampliando conceitualmente e consolidando o conceito. A questão do minério permaneceu e seu conceito foi ampliado pelo entendimento da trajetória de transformação da energia elétrica até a geração elétrica.

Quadro 05: Análise conceitual do aluno B 02

Aluno	Ideias Prévias	Organizadores Prévios	Conceitos Construídos
	<ul style="list-style-type: none"> • É difícil colocar em 	<ul style="list-style-type: none"> • Teria uma 	<ul style="list-style-type: none"> • É uma fonte de energia que

B 02	<p>palavras; é o meio mais usado, que poderia ser colocado como fundamental em nossas vidas, pois já que não vivemos sem ela, tudo que vamos fazer precisamos de energia elétrica.</p> <ul style="list-style-type: none"> • É aquela que é retirada do vento, que traria na teoria, uma economia pra nós. Trazer uma diminuição dos preços da energia e pelo vento ser uma fonte que não esgota fácil e economizar também • Não sei ao certo. Nunca me interessei. Já ouvi por alto. Aqui em Caetité tem a extração. 	<p>definição científica para energia elétrica?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Qual objetivo dessas torres? Pensando de uma forma elétrica, ela utiliza o que para girar a hélice? • O que você pensa a respeito? Já ouviu falar de Caetité e da INB? Qual o objetivo da energia nuclear? 	<p>causa movimento dos elétrons, é usado no dia a dia, nos eletrodomésticos. Ela vem da Hidroelétrica, eólica e nuclear.</p> <ul style="list-style-type: none"> • É a energia através do vento e pelas torres, com o objetivo de diminuir custos e produzir energia elétrica mais barata, além do vento ser renovável. O vento passa para o gerador, depois passa pra uma central, que faz uma transformação e vai mandando por processos. • É a retirada do urânio para gerar energia elétrica com baixo custo. O urânio é retirado, transformado em pó, vai pra fora do país pra ser compactado e enriquecido, depois volta, vira pastilha e serve pra aquecer a água, que vai girar as turbinas pra gerar energia elétrica.
------	--	--	--

Fonte: O autor

É possível observar no quadro do aluno B02, que as ideias sobre a energia eólica têm relação com seu cotidiano, ligado aos recursos econômicos, como que trouxesse economia para eles, diminuição do preço da energia e que não esgota fácil. Já na energia nuclear ele tinha poucas ideias prévias. Pelos resultados, é possível observar evolução conceitual e a presença das ideias prévias nos conceitos formados; quando ele fala sobre o uso da energia elétrica nos eletrodomésticos, continua com a ideia que a energia eólica é uma energia mais barata pelo vento ser renovável e mostra que com a retirada do urânio em Caetité é possível gerar energia elétrica, o que se confirma em Novak, ao retratar a ocorrência da aprendizagem significativa quando resulta em “crescimento e modificação adicionais de um subsunçor já existente” (NOVAK, 1981, p. 57).

Quadro 06: Análise conceitual do aluno B 07

Aluno	Ideias Prévias	Organizadores Prévios	Conceitos Construídos
-------	----------------	-----------------------	-----------------------

B 07	<ul style="list-style-type: none"> • É aquela de luz, que é muito importante. • É a energia do sol. O professor diz que não, e que tá relacionado com as torres. É tipo assim, quando falta a energia elétrica, vem à energia eólica. • Não disse nada. Após um questionamento disse que em Caetité muita gente morre de câncer por causa da energia nuclear. 	<ul style="list-style-type: none"> • Só luz? Tem energia na sua casa? E o carregador do celular você liga onde? • Qual objetivo de colocar essas torres aqui na nossa região? Você utiliza que energia na sua casa? A energia eólica é transformada em que tipo de energia? • Já ouviu falar da INB? Essa energia nuclear vem de quê? Já tinha ouvido falar de urânio? 	<ul style="list-style-type: none"> • É a energia que nós usamos diariamente e pode ser gerada de três formas, pela eólica, nuclear, solar, tem também as hidrelétricas. • É a energia formada pelo vento, necessita dos ventos para gerar eletricidade. Eles mandam uma energia elétrica até o gerador dentro da torre e lá as hélices começam a rodar e gera energia e mandam por outro canal e passa pelo transformador que eleva para quase 35000 volts, que mandam para uma subestação e dessa subestação mandam dos postes direto pra nossa casa. • É a energia que necessita do vapor para ser gerada e ela vem do urânio. Eles pegam as pedras levam pra ser trituradas e formam uma pilha e depois colocam tipo um sistema de irrigação com ácido sulfúrico, e deixa escorrer o líquido que é coletado por uma lona e vai para uma estação de tratamento. Em Caetité, eles fabricam o yellowcake, que é um pó amarelo. Que mandam pra Europa, onde é transformado em gás, depois vira pó novamente.
------	--	---	--

Fonte: O autor

Dentre os alunos observados, o aluno 07 foi o que demonstrou maior mudança conceitual, uma vez que ele não tinha quase nenhuma ideia prévia sobre as energias envolvidas. A energia elétrica era a luz, a energia eólica vinha do sol e não disse quase nada sobre a energia nuclear. Com os questionamentos e, após o desenvolvimento dos conteúdos em sala de aula, é possível perceber os conceitos construídos com muitas mudanças conceituais. Por exemplo, a energia elétrica vem de várias formas, solar, eólica, nuclear e hidrelétrica; a energia eólica precisa de vento para gerar eletricidade, passando por transformadores até chegar em nossas casas; a energia nuclear necessita do vapor que vem do urânio para gerar energia elétrica, após os processos descritos acima.

Após esta análise individual, apresenta-se uma análise de forma generalizada, observando os conceitos e categorias separadamente.

Sob a perspectiva da estrutura cognitiva, observam-se os subsunçores, ou seja, as ideias prévias já existentes nesta estrutura sobre o tema em estudo, a energia elétrica.

Os conceitos sobre energia elétrica trouxeram consigo diversos fatores que foram analisados separadamente e que são relatados abaixo.

Muitos apresentaram o conceito estabelecendo uma relação muito forte com as necessidades do dia-a-dia, exemplos: “eu não sei expressar, é a força que vem e faz funcionar os aparelhos elétricos” (A.02.1i); “é muito bom, melhorou a vida das pessoas depois que inventou a energia elétrica, tipo assim, a luz é bastante legal” (A.05.1i); “é uma forma de ligar muitos aparelhos, sendo bom e ruim ao mesmo tempo” (B.01.1i); “é difícil colocar em palavras, é o meio mais usado que poderia ser colocado como fundamental em nossas vidas, pois já não vivemos sem ela” (B.02.1i); “não sei; muitos associam a energia elétrica com aquilo que temos em nossa casa, é aquilo que tem força para ligar os aparelhos, é o campo de energia que liga os aparelhos” (B.04.1i).

Outro grupo fez relação com água, por ser a maior e mais conhecida fonte de energia elétrica no Brasil, como nos exemplos: “é a energia gerada pela correnteza da água; isso é energia hidrelétrica, ela é gerada a partir das forças” (A.09.1i); “é uma forma de evitar água, tem as usinas hidrelétricas que depois de todo processamento vira eletricidade” (B.03.1i); “é o meio que existe pra poder usar; quase tudo depende de energia e ela é transmitida por meio da água” (B.06.1i).

Quadro 7– Demonstração da Análise do conteúdo – 2.

CONCEITOS	CATEGORIAS	NÚCLEO DE SENTIDO	UNIDADES DE REGISTRO	DADOS COLETADOS
	Subsunçor	ideias prévias sobre energia elétrica existentes na estrutura cognitiva do estudante	<ul style="list-style-type: none"> • Energia usada em casa • Energia para ligar os aparelhos elétricos • Energia do vento • Energia das torres 	<ul style="list-style-type: none"> • É a principal energia que nós temos • É a energia das torres, do vento; • É a energia dos elétrons, elétrons se movimentando;

Estrutura Cognitiva		<ul style="list-style-type: none"> • Energia Radioativa • Energia que causa câncer' 	<ul style="list-style-type: none"> • Energia a partir de elementos como o urânio; • Energia dos átomos de elementos radioativos; • Energia gerada pela água • Energia para ligar os aparelhos elétricos.
	Organizador prévio	<p>artifícios usados quando o estudante não possui ideia prévia sobre energia elétrica, energia eólica e nuclear.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energia usada em casa • Energia para ligar os aparelhos elétricos • Energia do vento • Energia das torres • Energia Radioativa • Energia que causa câncer 	<ul style="list-style-type: none"> • Usa muito energia elétrica na sua casa? • Qual objetivo de uma torre eólica? • Você utiliza energia eólica na sua casa? • Onde a gente encontra urânio? • O vento é usado para gerar energia elétrica; • Como a energia elétrica chega em nossas casas? • Apenas a água pode produzir energia elétrica? • A hidrelétrica usa o que para girar a turbina? E a energia eólica e nuclear?
Aprendizagem Significativa	Conceitos Construídos	<p>aprendizagem construída sobre o tema transformação da energia</p> <p>Energia gerada pela diferença de potencial</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transformação da energia cinética do vento em energia elétrica • Energia gerada pela quebra do núcleo de urânio • Transformar em 	<ul style="list-style-type: none"> • Energia que a gente usa • Energia dos ventos • Energia extraída do urânio • Transformação da energia cinética do vento para energia elétrica • Energia gerada pela diferença de potencial entre dois pontos • Energia extraída através de materiais

		energia elétrica	radioativos • Energia renovável, gerada pelo vento.
Hierarquia Conceitual	Conceitos sobre energia elétrica em destaque dentro do mapa conceitual	<ul style="list-style-type: none"> • Energia Eólica • Energia Nuclear • Transformação • Subestação • Distribuição 	<ul style="list-style-type: none"> • Energia eólica • Energia Nuclear • Fontes Energéticas • Torre Eólica • Transformador • Corrente elétrica • Gerador • Energia elétrica • Campo Magnético

Fonte: O autor

Pelas experiências diárias, outro grupo fez referência a uma fonte luminosa. Exemplos: “é uma fonte luminosa, uma forma de gerar vida, como as coisas se movem” (A.07.1i); “é a energia que dá a luz; nós usamos computador e televisão” (B.05.1i); “é aquela de luz, que é muito importante” (B.07.1i).

Outros alunos relataram os conceitos citando os elétrons, como se observa nos exemplos: “é a energia dos elétrons, os elétrons se movimentando” (A.06.1i); “é força, elétrons, movimento dos elétrons que faz a energia elétrica. Também gera movimento. E pode ser gerada pelo vento, ela não gera sozinha é preciso de atrito ou pode ser gerada pelo sol” (A.08.1i).

Como são temas diversos, o último grupo define como processo de transformação de energia e relata, ou coloca como energia renovável. Exemplos: “é a principal energia que nós temos” (A.01.1i); “é uma fonte renovável que dá luz, força, movimento” (A.03.1i); “é uma maneira de transformar energia em outro tipo de energia para nos beneficiar” (A.04.1i).

Dentre os relatos, quando questionados sobre o uso da energia elétrica, muitos relataram TV, geladeira, fogão, usar internet; mas, o que sobressaiu foi à utilização para carregar o celular, o que mostra a grande importância que o aparelho celular tem para os jovens e adolescentes.

Observa-se que os relatos são bem variados, o que confirma que a estrutura cognitiva armazena os conceitos de forma idiossincrática e que essa construção não ocorre apenas em sala de aula, mas, também, nos afazeres diários, no convívio com

outras pessoas, de modo que sempre se sobressaem os conceitos mais importantes ou mais significativos para o aprendiz.

A segunda pergunta se refere ao conceito de energia eólica. As respostas apresentadas pelos alunos mostram que a grande maioria sabe que a energia eólica vem do vento, apesar de algumas variações nas respostas de aluno para aluno, como em alguns casos: “É a energia que vem do vento” (B.03.2i); “é a energia gerada pelo vento, é bastante importante, muito pelo vento gerar energia” (A.05. 2i). Outro citou: “é a transformação da energia dos ventos que é captada e transformada em energia que usamos em casa nos diversos aparelhos” (A.04.2i). Outras respostas que se apresentam são bem parecidas.

Alguns alunos responderam sobre o conceito, correlacionando com energia renovável. Exemplos: “é uma fonte de energia renovável, limpa, mas que também prejudica por causa do desmatamento de área de conservação” (A.07.2i); “é uma fonte renovável, da mesma forma da energia elétrica, destrói muito o ambiente pra colocar as torres” (B. 01.2i); “é a energia renovável mais limpa que nós temos, menos poluente, fora o fato das torres desmatarem pouca coisa” (A. 01.2i); “a energia eólica está relacionada com o vento, para ter uma energia renovável” (B.04.2i).

O último grupo relaciona suas respostas com as torres, ou como energia vinda do sol, como nos casos: “Não sei te dizer, é as torres” (B. 06.2i); “só sei que é pelas torres que transmite energia” (B.05.2i); “é a energia do sol” (B.07.2i); “é aquelas torres lá, é a energia que vem do vento” (A.02.2i); “sobre as torres eólicas, não sei” (A.03.2i).

Observando estas respostas, percebe-se que a visibilidade dos aerogeradores pode proporcionar construção de subsunçores, não que isso seja um pré requisito, mas, neste caso, contribuiu para a formação de muitas ideias, desde o desmatamento, visto por eles no processo de abrir estradas e instalar os aerogeradores, quanto o processo de ver as hélices girando acionadas pelo vento. Esta observação confirma a primeira hipótese da pesquisa, no que se refere à presença desses recursos elétricos na região, o que contribui para a construção de ideias prévias sobre as energias e torna esse conteúdo potencialmente significativo.

Após a pergunta sobre energia eólica, fez-se um questionamento complementar: o objetivo das torres era gerar o quê? Nenhum aluno respondeu ser a geração de energia elétrica. As respostas iniciais giraram em torno de economizar

água, energia limpa, gerar renda, energia que todo mundo usa, energia sustentável. Muitos responderam corretamente, somente após o professor questionar sobre qual o tipo de energia. Então, todos disseram energia elétrica ou eletricidade. Observa-se que nenhum aluno conseguiu correlacionar energia eólica com a transformação de energia elétrica de imediato. Somente após a utilização dos organizadores prévios (o que será discutido adiante) é que chegaram à conclusão de energia elétrica. Isso confirma a segunda hipótese.

A última pergunta refere-se à energia nuclear. Neste quesito, os subsunçores foram observados e agrupados por semelhança de respostas e analisados de forma separada.

Dentre as três perguntas aplicadas, a que se referia à energia nuclear foi a que os alunos não souberam responder. Cinco alunos, dentre os dezesseis entrevistados, disseram não ter conhecimento, não saberem, ou até achar o assunto complicado.

Alguns alunos correlacionaram suas respostas a materiais tóxicos ou radioativos, como nos exemplos a seguir: “é extraído do urânio e ao mesmo tempo em que ela pode revolucionar também pode ser destrutiva, trazer doenças ou outras coisas” (B.03.3i); “é aquela energia mais perigosa, que tem perto de Caetité, que ela é radioativa” (A.02.3i); “é a energia obtida a partir de elementos como o urânio” (A.06.3i); “é uma energia que se forma através de materiais tóxicos” (A.07.3i); “é através de minérios que são extraídos do meio ambiente” (A.09.3i).

Para outros alunos, essa definição está relacionada ao átomo ou ao núcleo do átomo, como exemplos vistos a seguir: “Energia do núcleo, vem da terra” (B.05.3i); “nuclear vem do núcleo, núcleo atômico dos átomos, tipo de energia perigosa, radioativa, tem a ver com partículas do núcleo para fora” (A.04.3i); “é a energia dos átomos, é a energia gerada pela quebra dos átomos de elementos radioativos, como o urânio” (A.08.3i).

Houve duas ideias diferentes das anteriores, quando um aluno relacionou a energia nuclear ao petróleo, “alguma coisa gerada pelo petróleo” (B.06.3i) e o outro definiu relacionando com o meio ambiente, “é a energia que polui muito o meio ambiente, muito desmatamento” (B.01.3i).

Após a pergunta sobre o conceito de energia nuclear, foram feitas outras perguntas complementares para se entender os subsunçores e os processos de transformação até a geração elétrica. Observa-se que, pelo fato da energia nuclear

não proporcionar uma visibilidade tanto quanto a eólica, as respostas giram em torno do que eles escutaram, leram ou imaginam. Apenas dois alunos responderam que o objetivo era gerar energia elétrica; os outros falavam apenas energia ou energia nuclear. Quando o professor questionava sobre o tipo de energia, eles respondiam energia elétrica. Um aluno disse que o objetivo em extrair urânio era para a fabricação de carregador de celular; outro acha que era para fabricar máquina de raios-X, radiação na medicina. Muitas noções foram formadas a partir do que eles ouviram de outras pessoas, como é caso de muitos relatarem que em Caetité muita gente morre de câncer, por conta da extração de urânio.

Pode-se perceber, em relação à categoria de subsunçores, que os dados da unidade de registro do quadro 7, foram encontrados em sua totalidade, confirmando as expressões significativas relacionadas ao núcleo de sentido. Esta confirmação levou em consideração a análise morfológica e semântica, observando a constituição das palavras e seus respectivos significados.

Continuando a análise sob a perspectiva da estrutura cognitiva, observa-se que alguns alunos não possuíam os subsunçores necessários para se desenvolver o conteúdo de energia elétrica. Dessa forma, houve a necessidade do professor utilizar o artifício dos organizadores prévios, que, neste caso, foram realizados por meio de perguntas, discutindo-se as respostas e, ao mesmo tempo, dando explicações sobre as energias e suas transformações.

Os organizadores foram analisados de forma separada, uma vez que o questionário é constituído de três perguntas que, mesmo relacionadas, possuem definições e trajetórias diferentes.

Dentre as respostas da primeira pergunta, quatro alunos correlacionaram a definição de energia elétrica como proveniente da água. Neste momento, foi questionado se a energia elétrica vem exclusivamente da água. Todos responderam que não, que há outras fontes, como é o caso de: “queima de combustível, solar” (B.03.1i); “do sol, das torres eólicas” (B.05.1i). Dois alunos não souberam falar sobre os outros meios de geração de energia elétrica, mas sabiam da existência de outros meios.

Em todos os casos, questionou-se sobre o uso da energia elétrica em casa, e a resposta positiva foi unânime. O ponto importante em relação aos organizadores é que essa reflexão sobre a energia elétrica, sua geração e utilização em casa, possibilitou produzir ideias prévias sobre a temática. Na semana seguinte, quando o

professor ministrou a aula sobre esse conteúdo, os alunos apresentaram ideias prévias sobre o assunto por meio dos questionamentos.

Os organizadores prévios da segunda pergunta se relacionaram à trajetória, geração e transmissão dessa energia, uma vez que a definição do conceito foi discutida anteriormente. Dessa forma, durante a entrevista, foram feitas várias perguntas, para produzir reflexão, no intuito de construir ideias prévias para a aula seguinte. Dentre as perguntas apresentadas, destacam-se: A energia eólica vem de quê? Por que implantar torres eólicas aqui em nossa região? A energia eólica utiliza o quê para gerar energia? O que acontece dentro de uma torre? A energia gerada vai para onde? O que roda as hélices? Como a energia chega a nossas casas? Você utiliza energia eólica na sua casa?

Em alguns casos, o aluno nada respondia, ou falava algo bem distante da resposta, caso em que o professor explicava a resposta e, em algumas situações, fazia uma comparação da energia eólica com a energia hidrelétrica, utilizando o organizador prévio comparativo, com objetivo de produzir subsunçores específicos sobre a temática em estudo.

A terceira e última pergunta utiliza a mesma estratégia das perguntas anteriores, com questões relativas à extração, trajetória e geração elétrica da energia nuclear. Observem-se algumas perguntas: A energia nuclear vem de quê? Qual material se extrai? O que é feito com o material extraído? Já ouviu falar da INB (Indústrias nucleares do Brasil)? Já ouviu falar que em Caetité tem muita incidência de câncer? O urânio gera qual tipo de energia? Você utiliza energia nuclear na sua casa? Onde tem urânio aqui na nossa região? Você usa qual energia na sua casa?

Nesta última pergunta, é possível perceber que os alunos tinham menos ideias prévias, o que favoreceu realizar um número maior de questionamentos e reflexões. Em muitas perguntas feitas pelo professor, o aluno não sabia responder ou tinha uma ideia distorcida da resposta esperada, situação em que o professor fazia comentários e, por vezes, comparava a energia hidrelétrica, eólica com nuclear, com o objetivo de produzir subsunçores específicos sobre o tema estudado.

Um ponto de construção de subsunçores da energia eólica é a visibilidade dos aerogeradores em movimento, alguns parados, as subestações e, também, as linhas de transmissão, o que proporciona reflexão sobre sua construção, utilidade e funcionamento, o que não acontece com frequência, com a energia nuclear, que só é possível observar por meio de uma visita técnica.

Observando, ainda, o quadro 7 percebe-se que os dados da unidade de registro da categoria organizadores prévios foram encontrados praticamente em sua totalidade, levando em consideração a análise morfológica e semântica, analisando tanto a constituição das palavras, quanto seu respectivo significado. Essa observação mostra expressões significativas dentro do contexto estudado, confirmando sua relação com o núcleo de sentido.

Após a descrição da análise das categorias relacionadas à estrutura cognitiva, analisou-se a ocorrência da aprendizagem significativa, com suas respectivas categorias, conceito construído e hierarquia conceitual.

Discorrendo sobre a aprendizagem significativa, Ausubel diz que “o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos” (AUSUBEL, 1980, XIII). Dentro desse contexto, é preciso ocorrer interação entre os subsunçores presentes da estrutura cognitiva com o novo saber, para que ocorra a construção de um conhecimento significativo e não apenas temporário. Por esse motivo, é importante reconhecer as ideias prévias específicas sobre o assunto a ser ministrado. Caso não haja ideias prévias, deve-se usar a estratégias dos organizadores prévios.

A primeira categoria em relação à aprendizagem significativa é o “conceito construído”, que é o resultado da interação entre as duas categorias percorridas anteriormente. Detalhando os conceitos construídos, os mesmos foram agrupados, observando-se a semelhança de ideias, permitindo uma visão geral dessa construção conceitual.

Quanto ao conceito de energia elétrica, as respostas foram organizadas em quatro grupos diferentes. O primeiro grupo trata o conceito relacionado a dois pontos para gerar energia. Destacam-se algumas respostas: “É a energia gerada pela diferença de potencial entre dois pontos” (A.09.1f); “é a diferença de potencial entre dois pontos”. O professor disse ao aluno que ele poderia melhorar a resposta. Então ele disse: “É a energia gerada pela diferença de potencial entre dois pontos” (A.06.1f), (A.08.1f); “energia significa transformação, transformação de um meio, de força da natureza em potencial elétrico para gente. Energia é a diferença de potencial elétrico entre dois pontos, dois meios” (A.04.1f); “é a energia que precisa de dois pontos para gerar energia (B.01.1f).

Outro grupo respondeu fazendo referência ao dia-a-dia. O conceito científico não conseguiu superar a relação que a energia elétrica tem com as ideias pré-existente na estrutura cognitiva desses alunos, como se nota nas seguintes respostas: “é a fonte de energia que nós temos, são as fontes de energia eólica, energia nuclear, tudo é transformado em energia elétrica, na energia que a gente usa” (A.01.1f); “é uma fonte de energia que causa movimento, é usada no dia-a-dia, nos eletrodomésticos” (B.02.1f); “é a eletricidade que gera luz, que leva eletricidade para nossas casas, faz funcionar a geladeira, televisão” (B.05.1f); “é a energia que usamos diariamente e pode ser gerada de três formas: pela eólica, nuclear, solar, tem também as hidrelétricas” (B.07.1f); “é a energia normal que a gente usa sempre. Eu acho que a que nós usamos é a das hidrelétricas” (A.02.1f).

Um aluno correlacionou este conceito com a energia vinda das águas. Observando as respostas da primeira entrevista, esse número era muito maior, uma vez que a maior fonte de energia elétrica vem das hidrelétricas. Mesmo com o desenvolvimento do conceito, ainda permaneceu esse, que possuía ideias prévias relacionadas à água, de acordo com a seguinte resposta: “é a energia que vem da água”. Ao ser questionado pelo professor, se seria só água, ele disse: “Me confundi; é difícil formar uma resposta”, mas disse que é “a energia retirada da água, do vento, sol, urânio, com o objetivo de fornecer eletricidade” (B.03.1f).

Outros alunos responderam com noções variadas, relacionando a diversos fatores, desde os prótons até a vida, como nos exemplos: “Energia elétrica é tudo, muita coisa boa vem da energia elétrica. Eu sei que a energia elétrica passa de um próton para outro” (A.03.1f); “é a energia da vida, da luz para enxergarmos a noite” (A.05.1f); “é uma fonte que é usada para mover tudo que é eletrônico” (A.07.1f).

Outra definição dentro da mesma categoria refere-se à energia eólica, que traz uma reflexão sobre esse conhecimento construído. Todos os alunos relataram que é uma energia que vem do vento ou é gerada pelo vento. Um aluno definiu assim: “É a transformação da energia cinética do vento para energia elétrica” (A.03.2f). Mas, de modo geral, todas as respostas foram coerentes com a temática de energia eólica.

Dentre as respostas, duas se destacaram: uma apresenta o conceito mais definido:

É a energia que é transformada pelo vento, que roda a hélice da torre, que transforma em mecânica, e de mecânica se transforma em corrente elétrica, por conta do campo magnético que forma lá dentro da torre; essa variação do campo gera a corrente elétrica (A.08.2f).

A outra traz o conceito correlacionado com sua trajetória:

É uma energia do vento que é transformada; que nenhuma energia se cria; ela apenas se transforma a partir do vento; ela precisa de alguns instrumentos, aerogeradores, mas antes de tudo precisa da biruta pra saber a direção do vento; também a velocidade dos aerogeradores que transformam essa energia do vento em energia elétrica e que passa por uma subestação faz com que essa energia eólica chegue em outra subestação que transmite energia para nossas casas. Pode ser que estejamos usando essa energia eólica também (A.09.2f).

Observando as respostas sobre energia eólica, é possível perceber a presença das ideias prévias nos conceitos construídos e, ao mesmo tempo, o novo saber se faz presente, proporcionando a construção de novos conceitos, ampliando o conhecimento da estrutura cognitiva.

A última pergunta foi sobre a energia nuclear. Quase todos os alunos responderam que é energia retirada, obtida, extraída, ou produzida, a partir do urânio. Apenas um não relacionou de imediato com o urânio, dizendo que “é a energia produzida através de materiais radioativos (B.07.3f). Ao ser questionado pelo professor que materiais seriam esses, ele respondeu de imediato, “urânio”.

Os demais alunos apresentaram definições diferentes, como nos exemplos: “é a energia gerada pelo urânio que é retirado das pedras e passam por uns processos para gerar energia elétrica” (A.05.3f); “é a energia produzida pelo urânio, que é retirada do núcleo da terra” (B.01.3f); “é a energia que necessita do vapor para ser gerada e ela vem do urânio” (B.07.3f); “é a energia que vem de minérios, neste caso, o urânio (A.09.3f).

Duas definições trouxeram um pouco da trajetória do urânio como nos casos a seguir: “É a energia formada da quebra do urânio em pó; pega o urânio, leva para a Europa, transforma em pastilhas e leva para Angra e de Angra coloca em uma subestação e joga na subestação para o Brasil todo” (A.08.3f). Outro aluno disse:

É a energia liberada principalmente do urânio, que é retirado em Caetité e tem dois tipos de urânio, mas um é mais adequado para esse tipo de transformação de energia. Ali ele passa por diversos processos que são convertidos em uma pasta que vai pra fora pra ser enriquecido, depois volta pra cá (A.04.3f).

Explorando, ainda, a conceituação da energia nuclear, os alunos foram questionados sobre sua trajetória e objetivo final da geração elétrica. O resultado foi

satisfatório, porque eles responderam, apesar de, às vezes, confundirem alguns detalhes. Mesmo assim, o objetivo proposto, que era entender o processo da geração de energia elétrica como um todo, foi alcançado.

O quadro 7, mostra os dados da unidade de registro e os da categoria, conceitos construídos, encontrados no texto, considerando sua análise morfológica e semântica na constituição das palavras e em seu significado. As expressões encontradas nas respostas confirmam a relação do núcleo de sentido com a categoria.

A última categoria analisada refere-se à hierarquia conceitual, que tem como base os mapas conceituais produzidos pelos alunos, após o desenvolvimento do conteúdo.

O professor solicitou a construção de um mapa conceitual sobre a energia elétrica, aplicando as energias estudadas, partindo das fontes energéticas e detalhando seus processos. O mapa conceitual “A1” descreve, de forma bem detalhada, a trajetória das energias envolvidas. Porém, somente correlaciona os conceitos no início e no final, quando conclui a conceituação de energia elétrica. Durante as proposições, seus conceitos ficam isolados, sem nenhuma ligação cruzada. Pelo mapa, os conceitos representaram uma hierarquia: fontes energéticas, nuclear, eólica, energia elétrica e torre eólica.

O mapa conceitual “A2” parte do conceito de energia elétrica e consegue realizar algumas ligações cruzadas entre os conceitos, tanto em conceitos elétricos (transformador, energia elétrica), quanto de localização (Caetité). Porém, o detalhamento dos processos acaba sendo um pouco simplificado. Observando o mapa, percebe-se a presença de alguns conceitos hierárquicos, como: transformador, torres, urânio, eólica, nuclear e energia elétrica.

Observando o mapa conceitual “A3”, sua estrutura é bem parecida com o A1, uma vez que ambos descrevem a trajetória das energias de forma detalhada, porém, com ligações transversais entre as energias apenas no início e no final do processo.

O meio do processo acontece de forma independente. Os conceitos hierárquicos são observados no início, meio e fim da trajetória. São eles: energia eólica, energia nuclear, transformador, reator nuclear, torres, geração de calor e corrente elétrica.

O último mapa da primeira escola é o “A4” realiza algumas ligações transversais, por meio dos conceitos: gerador, energia elétrica, rotor e energia

cinética. A descrição do processo elétrico é realizada de forma simplificada, tanto a eólica quanto a nuclear, utilizando poucos conceitos. A hierarquia conceitual é observada nas palavras: gerador, energia elétrica, energia eólica e energia nuclear.

Analisando os mapas conceituais da segunda escola, o “B1” traz a temática central sobre a geração de energia, descreve o mapa totalmente polarizado, realizando apenas três ligações entre as energias, interligando os temas: geração de energia, energias e investimento elevado. Além desses conceitos que fazem parte da hierarquia conceitual deste mapa, entram mais duas expressões: energia eólica e energia nuclear.

O mapa conceitual “B2” correlacionou no início, meio e fim, em três conceitos, sendo eles: corrente elétrica, campo magnético e Chesf. As definições conceituais foram simplificadas, principalmente na energia eólica; na nuclear, ampliou um pouco mais, em virtude das suas várias fases de transformação. Além dos três conceitos citados fazerem parte da hierarquia conceitual deste mapa, foram acrescentados a energia eólica, energia nuclear, energia elétrica, geradores e urânio em pó.

O último mapa conceitual, o “B3”, parte do conceito de energia elétrica, demonstrando as energias envolvidas. Nele, os conceitos são mais detalhados, explicitando alguns conceitos que o modelo anterior não descreveu. Apesar de um pouco desordenado, é possível observar alguns conceitos que são hierarquicamente definidos: energia elétrica, energia eólica, energia nuclear, fontes naturais e campo magnético.

Observando o quadro 7, é possível perceber que os dados sugeridos na unidade de registro do conceito “hierarquia conceitual”, são encontrados em sua totalidade dentro dos mapas; porém, alguns não fazem parte dos conceitos hierárquicos, como é o caso dos termos, subestação e distribuição.

É importante destacar que não há mapa conceitual errado, eles, simplesmente, buscam relacionar os conceitos e hierarquizá-los, ressaltando suas relações significativas (MOREIRA, 2010, p. 9).

As relações desenvolvidas fortaleceram os conceitos existentes na estrutura cognitiva, uma vez que possuem uma relação de subordinação com os conceitos existentes, dando uma nova estruturação nos conceitos e fortalecendo a estrutura cognitiva.

No resultado dos mapas construídos, é possível perceber que são bem diferentes um do outro, tanto na estrutura organizacional quanto na conceitual, uma

vez que esses conceitos são ancorados na estrutura cognitiva, o que demonstra a particularidade de cada grupo.

Com base nos ensinamentos de Bardin (2016), para se efetuar a análise do conteúdo desta pesquisa, a análise geral dos resultados demonstra a construção de um quadro fundamentado nas categorias e conceitos de Ausubel para melhor observação dos resultados, permeando a estrutura cognitiva e a aprendizagem significativa, com suas respectivas categorias.

Mediante os resultados obtidos, foi possível perceber a evolução dos conceitos, correlacionando as ideias iniciais com os conceitos construídos no final. Em muitos casos, observou-se que os alunos tinham os subsunçores tão fortes em suas convicções que, mesmo após o desenvolvimento de novos conceitos, esses subsunçores continuaram presentes.

Outro ponto importante a ser destacado é a possibilidade desenvolver novos conceitos mesmo que os alunos nunca tenham visto nada sobre o assunto, como foi o caso da energia nuclear. A visualização de alguns processos pode ajudar na construção do conhecimento, mas não é essencial.

É possível perceber a confirmação das hipóteses pela presença das ideias prévias produzidas pelos espaços, o que tornou o conhecimento potencialmente significativo. Percebe-se, ainda, que a utilização dessas ideias no processo de ensino favoreceu um aprendizado significativo para os alunos que estavam dispostos a aprender.

No final da entrevista, o pesquisador fez a seguinte pergunta: “Você achou interessante estudar estes conteúdos?” Todas as respostas foram positivas. Dentre elas, foram selecionadas cinco em cada turma, como se observa a seguir:

A.03.” Sim, porque eu conheci mais sobre o que acontece aqui no sudoeste da Bahia, importância para o país, e sua importância econômica”.

A.04. “Gostei bastante, como as coisas chegam a nossas mãos e como são realizados os processos”.

A.05. “Interessante, traz conhecimento pra gente. Aqui em Caetité tinha urânio e eu não sabia.”

A.07. “Porque era algo que eu não conhecia, já tinha ouvido falar. E com isso pude aprender o que acontece por dentro.”

A.09. “Achei muito interessante; com esse assunto e com a aula, aprendi coisas simples e que não tive curiosidade para pesquisar, também porque eu não sabia que podíamos está usando energia eólica aqui ou energia nuclear, foi um conteúdo bem rico em conhecimento.

B.02. “Gostei muito de ter aprendido, porque nós ouvíamos falar apenas mas não sabíamos os benefícios e malefícios dessas energias e através da aula pude aprender aprofundando nosso conhecimento.”

B.03. “Gostei, muito interessante, porque tá bem perto da gente, porque os processos são além de só gerar energia, e é interessante entender todo o processo”.

B.05. “Achei interessante porque não entendia muito sobre isso, mas não aprendi muito porque não prestei muita atenção. Também não tinha ideia que essa energia ia pra outro lugar, pensava que viria diretamente pra cá”.

B.06. “Achei interessante, porque a gente não tinha conhecimento sobre essas energias; aí ficou mais claro, sobre as torres e a energia gerada.

B.07. “Gostei muito, porque eu era, não, ainda sou leigo concernente a energia, pode-se dizer que eu não sabia nada, como funcionava uma torre. Achei mais interessante a energia nuclear, porque eu não sabia como funciona, que tinha que usar pastilhas. Só ouvi falar dos dispositivos nucleares. Depois da sua explicação passei a entender o sistema”.

Observando a opinião do aluno B.05 sobre o desenvolvimento do projeto, Ausubel (1980) explica que a aprendizagem significativa somente se concretiza com a existência de dois pontos básicos: 1) Que o material a ser aprendido seja potencialmente significativo e 2) Que o aluno manifeste predisposição para aprender.

Neste caso específico, o conteúdo foi potencialmente significativo pela fala do aluno; porém, não houve predisposição em aprender.

De modo geral, o resultado foi satisfatório. O conteúdo escolhido foi potencialmente significativo e houve interesse da maioria em aprender os conceitos elétricos com suas respectivas transformações.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa desenvolvida neste projeto teve por objetivo avaliar a potencialidade das ideias prévias na aprendizagem significativa, em relação à transformação da energia eólica e nuclear em energia elétrica, partindo das matrizes energéticas existentes no sudoeste da Bahia.

A principal fundamentação teórica deste trabalho ancora-se nas teorias do psicólogo da educação, David Ausubel, em relação à aprendizagem significativa, utilizando os subsunçores existentes na estrutura cognitiva dos alunos para a construção de novos conhecimentos.

Para Ausubel, o professor ao ensinar novos conceitos precisa se ancorar nos subsunçores existentes na estrutura cognitiva dos alunos, para que esse novo saber tenha como base os saberes prévios, ampliando, assim, a estrutura conceitual do estudante com novos conceitos. Esse é o ponto chave da aprendizagem significativa: proporcionar uma relação entre o novo conceito com as ideias já existentes na estrutura cognitiva, para que esse conhecimento construído tenha uma base sólida, a fim de que se possa dificultar seu esquecimento.

Em algumas situações, os estudantes não têm subsunçores específicos sobre o tema a ser estudado. Neste caso, o professor precisa usar o artifício dos organizadores prévios, uma explicação, um filme, uma reflexão, algo que leve o aluno a construir ideias prévias a respeito do tema a ser estudado.

Os resultados obtidos pela sequência didática revelaram a importância da utilização das ideias prévias no processo de ensino e aprendizagem. Os subsunçores dos estudantes sobre energia elétrica apresentaram saberes com ligação ao dia-a-dia, em virtude de sua comum utilização. Alguns alunos relacionaram energia com a água, porque, no Brasil, a maior parte da energia elétrica é proveniente das hidrelétricas. Alguns definiram energia, correlacionando-a com uma fonte luminosa (luz); outros relacionaram com elétrons e, ainda outros, com energia renovável, etc.

Esta variação de ideias mostra que cada um possui uma estrutura conceitual própria. Porém, todas foram importantes para o professor ministrar o novo conhecimento, mesmo reconhecendo que nem todos os alunos possuíam ideias prévias sobre o tema em pauta. Neste caso, o professor utilizou os organizadores

prévios por meio de questionamentos, perguntas, explicações sobre o que é energia elétrica, conforme relatado na sequência didática.

Os subsunçores sobre energia eólica tiveram como resposta da maioria que sua origem vem do vento; alguns correlacionaram como sendo uma energia renovável, energia limpa. Alguns disseram que era uma energia vinda do sol. Pelas respostas, é possível observar que ao verem os aerogeradores nesta região, muitos subsunçores foram construídos, mesmo que de forma equivocada. Todas as ideias iniciais foram importantes na construção do conceito de energia eólica. O professor, utilizou, também, os organizadores prévios, para construir ideias prévias sobre o assunto que seria estudado na semana seguinte.

A última pergunta do questionário foi sobre a energia nuclear. Cinco alunos não tinham nenhum conhecimento sobre a temática ou achavam muito complicado.

Os subsunçores foram que essa energia vem de materiais tóxicos ou radioativos, energia perigosa, obtida pelo urânio ou minérios extraídos do meio ambiente, do núcleo da terra, energia dos átomos; até do petróleo foi respondido. Esses subsunçores foram importantes no processo de construção conceitual. Para os que não tinham nenhum conhecimento, utilizaram-se os organizadores prévios com questionamentos e explicações.

Os conceitos construídos sobre energia elétrica, energia eólica e energia nuclear foram satisfatórios e trouxeram indícios das ideias prévias, mostrando que o novo conhecimento foi ancorado nesses saberes. Mesmo que nem todos tenham conseguido construir o conceito científico, foram construídos conceitos com relações físicas importantes.

Conforme a teoria de Ausubel sobre a aprendizagem significativa, enfatizou-se a importância do conteúdo em questão para os alunos, dentro de um contexto regional e nacional, caracterizando um conhecimento potencialmente significativo. Outro fator importante diz respeito ao uso de subsunçores específicos sobre o tema energia elétrica, para construir novos conhecimentos, o que favoreceu o fortalecimento do saber já existente, ampliando o leque de conhecimentos, dando nova roupagem à estrutura cognitiva.

Durante o desenvolvimento da pesquisa, outra fonte de energia cresceu nesta região, a energia solar. Hoje, Guanambi já possui um parque de energia solar em funcionamento. Como projeção futura, pretende-se ampliar essa pesquisa para a

energia solar e realizar o cálculo do potencial elétrico do sudoeste da Bahia e sua importância para o Sistema Nacional Brasileiro.

O projeto inicial era desenvolver uma pesquisa com os professores das escolas envolvidas. Com a mudança metodológica e como forma de difusão do conhecimento, ao final deste projeto, o proponente desta pesquisa ministrará um curso sobre as energias envolvidas e a metodologia adotada, para os professores da rede estadual de ensino, das cidades que possuem essas energias nas cidades circunvizinhas. Durante e a realização deste curso, será feito um convite aos professores, com o objetivo de criar um grupo de estudo interdisciplinar, com perspectiva de encontros mensais para debater temas específicos dentro da aprendizagem significativa e as formas de construção do conhecimento. O local para realização será apontado pelos professores dispostos a um diálogo moderno sobre teorias e metodologias educacionais para o ensino e desenvolvimento das ciências.

Conclui-se que o desenvolvimento do projeto alcançou os objetivos propostos, de forma gratificante, prazerosa, considerando-se que seu proponente é natural da região estudada, tendo realizado a maior parte de seu tempo de docência nesta região do sudoeste da Bahia e almeja contribuir, ainda mais, para sua melhoria por meio do desenvolvimento de novos projetos.

REFERÊNCIAS

ABEEOLICA – Associação Brasileira de Energia Eólica. Disponível em: <http://www.portalabeeolica.org.br/index.php/noticias/4608-bons-ventos-bahia-%C3%A9-o-2%C2%BA-maior-produtor-de-energia-e%C3%B3lica-do-brasil.html>. Acesso em 23 de maio de 2015.

ALMEIDA, Robenil dos Santos; JÚNIOR, Welington Cerqueira; SILVA, Eider de Souza. Concepções de alunos da EJA sobre raios e fenômenos relacionados. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.33, n.2, p.507-526, ago. 2016.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil). Atlas de energia elétrica do Brasil. 3. ed. – Brasília : Aneel, 2008.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil). Banco de Informações de Geração – *BIG*. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/GeracaoTipoFase.asp?tipo=7&fase=2>. Acesso em 23 de maio de 2016.

ANJOS, Antonio Jorge Sena dos; SAHELICES, Concesa Caballero; MOREIRA, Marco Antonio. A Matemática nos processos de ensino e aprendizagem em física: Funções e equações no estudo da quantidade de movimento e sua conservação. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.34, n.3, p.673-696, dez. 2017.

ARAUJO, Ives Solano; MAZUR, Eric. Instrução pelos colegas e Ensino sob medida: Uma proposta para o engajamento dos Alunos no Processo de Ensino-aprendizagem de Física. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.30, n.2, p.362-384, ago. 2013.

AUSUBEL, David P. Psicologia Educacional. Trad. De Eva Nick e outros. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BARDIN, Laurence. Análise do Conteúdo. São Paulo: Edições 70, 2016.

BARRETO, Benigno; CLAUDIO, Xavier. Física aula por aula: eletromagnetismo, ondulatória, física moderna. Coleção do ensino médio vol. 3. São Paulo: FTD, 2010.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) – Indústrias Nucleares do Brasil (INB). Disponível em: www.inb.gov.br Acesso em: 06 de maio de 2016a.

_____. Ministério de Minas e Energia (MME) – Eletrobrás Eletronuclear. Disponível em: www.eletronuclear.gov.br. Acesso em: 02 de maio de 2016b.

CAMARGO, O. A. A. Atlas do Potencial Eólico da Bahia. Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia, Salvador/Ba. 2002.

CARDOSO, Eliezer de Moura. A energia nuclear. - 3.ed.- Rio de Janeiro: CNEN, 2012. (Apostila educativa) p. 52.

CHESF – Companhia Hidrelétrica do São Francisco. Disponível em <<http://www.chesf.gov.br/empresa/Pages/PerfilChesf/PerfilChesf.aspx>>. Acesso em 23 de maio de 2016.

CRESWELL, John W. Projeto de Pesquisa: Métodos qualitativo, quantitativo e misto. 3ª edição. Porto Alegre: Artmed, 2010.

CUSTÓDIO, Ronaldo dos Santos. Energia Eólica para a Produção de Energia Elétrica. 2ª ed. Ver. e ampl. Rio de Janeiro: Synergia: Acta: Abeeólica, 2013.

DAMASIO, Felipe; MACIEL, Rafael Ramos; CIDADE, Keterllin Farias; RECCO, Josiane Trevisol; RODRIGUES, Adriano Antunes. Lual Astronomico: A formação inicial de professores como divulgadores científicos em ambientes não formais. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.31, n.3, p.711-721, dez. 2014.

DARROZ, Luiz Marcelo; SANTOS, Flávia Maria Teixeira do. Astronomia: Uma proposta para promover aprendizagem significativa de conceitos básicos de astronomia na formação de professores no nível médio. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.30, n.1, p.104-130, abr. 2013.

FALCÃO, Jorge Tarcísio da Rocha. RÉGNIER, Jean-Claude. Sobre Métodos Quantitativos na pesquisa em Ciências Humanas: Riscos e Benefícios para o pesquisador. R. bras. Est. pedag., Brasília, v. 81, n. 198, p. 229-243, maio/ago. 2000.

FREITAS, Frederico Campos; OLIVEIRA, Adilson Jesus Aparecido de. O uso de vídeos curtos para ensinar tópicos de semicondutores. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 37, nº 3, 3502, 2015.

GALETTI, Diógenes; LIMA, Celso L. Energia Nuclear: com fissões e com fusões. São Paulo: Editora UNESP, 2010.

GATTI, Bernadete Angelina. *Grupo focal na pesquisa em Ciências Sociais e Humanas*. Série Pesquisa em Educação. Brasília: Líber Livro, 2005.

GAUDIO, Anderson Coser. Explorando mágicas em aulas de física. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.32, n.2, p.483-497, ago. 2015.

GIL, Antônio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 5ª Ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GUIMARAES, Leonam dos Santos; MATTOS, João Roberto Loureiro de. Energia Nuclear e Sustentabilidade. São Paulo: Blucher, 2010. (Série Sustentabilidade; v.10. José Goldemberg, coordenador).

INB - Indústrias Nucleares do Brasil. Perguntas Frequentes. Abril de 2015. Disponível em: <<http://www.inb.gov.br/pt-br/AcessoInfo/FAQ>> Acesso em: 09 de abril de 2016.

LAKATOS, Imre. Falsificação e Metodologia dos Programas de Investigação Científica. Lisboa Edições 70, 1999.

LUDKE, Menga. ANDRÉ, Marli E.D.A. Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas. Reimpr. São Paulo: E.P.U, 2012.

MASINI, Elcie F. Salzano; MOREIRA, Marco Antônio. Aprendizagem significativa: Condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos. 1ª ed. São Paulo: Vetor, 2008.

MOREIRA, Marco Antônio. Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

_____, Marco Antônio. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. São Paulo: Centauro, 2010.

MORO, Fernanda Teresa; NEIDE, Italo Gabriel; REHFELDT, Márcia Jussara Hepp. Atividades experimentais e simulações computacionais: Integração para a construção de conceitos de transferência de energia térmica no ensino médio. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.33, n.3, p.987-1008, dez. 2016.

NOVAK, Joseph D. Uma teoria da educação. São Paulo: Pioneira Editora, 1981.

_____, Joseph D. Aprender criar e utilizar o conhecimento: Mapas conceituais como ferramentas de Facilitação nas Escolas e Empresas. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2000.

OLIVEIRA, Felipa; PAIXÃO, José Antônio. Atividade experimental “*hands-on*” para o estudo das características de um gerador (pilha voltaica) e de um recetor (voltâmetro) com material simples, de fácil acesso e baixo custo. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 39, nº 1, e1402, 2017.

OLIVEIRA, Vagner; VEIT, Eliane Angela; ARAUJO, Ives Solano. Relato de experiência com os métodos Ensino sob Medida (Just-in-Time e Teaching) e Instrução pelos Colegas (Peer Instruction) para o Ensino de Tópicos de Eletromagnetismo no Ensino médio. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 32, n.1, p. 180-206, abr. 2015.

PENA, Fábio Luís Alves; TEIXEIRA, Elder Sales. Concepções sobre a Natureza da Ciências: a trajetória dos estudantes de uma disciplina sobre Evolução dos Conceitos da Física. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.34, n.1, p.152-175, abr. 2017

PEREIRA, Moisés Lobo D’almada Alves; OLENKA, Laudileni; OLIVEIRA, Paloma Emanuelle Duarte. Física em Ação através de Tirinhas e Histórias em Quadrinhos. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.33, n.3, p.896-926, dez. 2016.

PINTO, José Antonio Ferreira; SILVA, Ana Paula Bispo; FERREIRA, Éwerton Jéferson Barbosa. Laboratório desafiador e história da ciência: Um relato de experiência com o experimento de Oersted. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.34, n.1, p.176-196, abr. 2017.

PINTO, Milton. Fundamentos de Energia Eólica. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

QUINTAS, M. J.; CARVALHO, P. Simeão. Ensino interativo na abordagem da eletricidade numa escola portuguesa. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.33, n.3, p.839-860, dez. 2016.

SANTOS, Maria Aparecida da Conceição; PASSOS, Marinez Meneghello; ARRUDA, Sergio de Mello; VISCOVINI, Ronaldo Celso. Geração de imagens animadas GIF com o Mathematica®: Simulações didáticas de ondas eletromagnéticas e polarização da luz. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 38, nº 1, 1502, 2016.

SECOM – Secretaria de Comunicação do Estado da Bahia. Disponível em: <<http://www.secom.ba.gov.br/2015/07/126694/Bahia-torna-se-o-segundo-maior-produtor-de-energia-eolica-do-Pais.html>>. Acesso em 23 de maio de 2016.

SOUZA, Ericarla de Jesus; MELLO, Luiz Adolfo de. O uso de jogos e simulação computacional como instrumento de aprendizagem: Campeonato de aviões de papel e o ensino de hidrodinâmica. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.34, n.2, p.530-554, ago. 2017.

SOUZA, José Mauro; MALHEIROS, Ana Paula dos Santos; FIGUEIREDO, Newton. Desenvolvendo práticas investigativas no Ensino Médio: o uso de um Objeto de Aprendizagem no estudo da Força de Lorentz. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.32, n.3, p.988-1006, dez. 2015.

TAUHATA, Luiz; SALATI, Ivan P.A.; PRINZIO, Renato Di; PRINZIO, Antonieta R.Di. Radioproteção e Dosimetria: Fundamentos - 4ª v. junho/2003 - Rio de Janeiro - IRD/CNEN. 242p.

APÊNDICES

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO

- 01.** O que é energia elétrica?
- 02.** O que é energia eólica? Se possível, fale sobre sua trajetória de transformação;
- 03.** O que é energia nuclear? Se possível, fale sobre sua trajetória de transformação;

APÊNDICE B – ENERGIA EÓLICA E SUA TRAJETÓRIA ELÉTRICA

Em 2009, o sudoeste da Bahia começou a passar por grandes mudanças, logo após os leilões do Governo Federal sobre a concessão de construções de parques eólicos. A presença de grandes empresas nacionais e internacionais gerou inúmeros empregos, o comércio se fortaleceu, cursos começaram a ser ofertados para a qualificação profissional e, automaticamente, impulsionou a situação econômica e financeira nos municípios envolvidos.

A energia eólica está presente nos municípios de, Igaporã, Caetitê, Guanambi, Pindaí, Licínio de Almeida, Urandi, Riacho de Santana e Brumado. Alguns parques já estão em funcionamento; outros, em construção e, em alguns municípios, há ainda projetos para serem iniciados (ANEEL, 2016).

É importante entender o funcionamento da energia eólica como fonte fundamental de geração de energia elétrica nacional. Neste capítulo, apresenta-se a trajetória dessa energia, ressaltando o potencial eólico, a origem dos ventos, a geração elétrica, a distribuição, até o consumo elétrico regional.

B.1 POTENCIAL EÓLICO

Os últimos dez anos foram de grande avanço no setor de energia eólica no Brasil, sendo que sua maior concentração, até o momento, está na região Nordeste, tendo os estados do Rio Grande do Norte, Bahia e Ceará como os maiores produtores de energia eólica do país (SECOM, 2015).

De acordo com a Secom (2015), três anos após o início do funcionamento do seu primeiro parque eólico, a Bahia ocupa o segundo lugar nacional em produção de energia eólica. São cento e sessenta e oito projetos espalhados em vinte e um municípios. A produção de 463 MWatts, em maio desse ano, permitiu que a Bahia superasse os estados do Ceará e Rio Grande do Sul, perdendo apenas para o Rio Grande do Norte, que tem uma produção de 720 MWatts. Com o ritmo atual de crescimento, a previsão é que, até 2021, o estado da Bahia se torne a maior fonte de energia eólica do Brasil.

No ano de 2016, a produção da Bahia aumentou consideravelmente, com 63 usinas em funcionamento, uma geração de 1,58 GWatts, embora ainda continue em

segundo lugar nacional, perdendo para Rio Grande do Norte, com 97 usinas e geração de 2,67 GWatts de potência instalada.

Esse processo de energia eólica é novo na Bahia. Até bem pouco tempo, este estado não tinha nenhum projeto neste sentido. O governo do estado apostou em licenciamento e desoneração fiscal para atrair empresas produtoras de peças e equipamentos. Toda essa produção de energia eólica tem permitido ao Brasil ocupar a 10ª posição do mundo, devido aos avanços e incentivos dos últimos dez anos para esse tipo de energia, sendo que sua maior produção se encontra no nordeste do país (ABEEOLICA, 2015).

Entre os anos de 1994 e 2001, a Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia (Coelba) realizou medições com anemômetros³ em 26 locais diferentes no estado, por meio de torres de 20 a 30 metros de altura, com registros de dez em dez minutos, cujos dados coletados estão registrados na tabela.

Tabela 1: Medições dos ventos na Bahia

	Velocidade Média Anual a 50m		
	Medido (m/s)	Calculado (m/s)	Erro (%)
Camamu	5.47	6.14	12.2
Capão Redondo	6.57	6.01	-8.5
Conde	6.86	6.59	-3.9
Costa Dourada	6.83	6.80	-0.4
Fátima	5.69	5.80	1.9
Monte Alto	6.06	6.33	4.5
Morro do Chapéu	6.02	6.23	3.5
Placas II	5.74 *	6.10	6.3
Rio de Contas	6.71	6.50	-3.1
Sauípe	6.54	6.53	-0.2
Sobradinho	6.35	6.04	-4.9
Teofilândia	5.79	5.71	-1.4
Vitória da Conquista	6.51	6.35	-2.5
Cascavel	5.18 *	5.65	9.1
Correntina	5.79 *	5.88	1.6
Nova Itarana	5.70 *	6.02	5.6
Irecê	6.44 *	6.54	1.6
Porto Seguro	5.02	5.48	9.2
Placas I	-	-	-
Ourolândia	-	-	-
Una	5.18	5.34	3.1
Serra Grande	5.39	5.74	6.5
Curundundum	6.18	6.11	-1.1
Belmonte	6.22	6.40	2.9
Rio de Contas II	7.21 *	7.57	5.0
Caetitê	8.49 *	8.42	-0.8

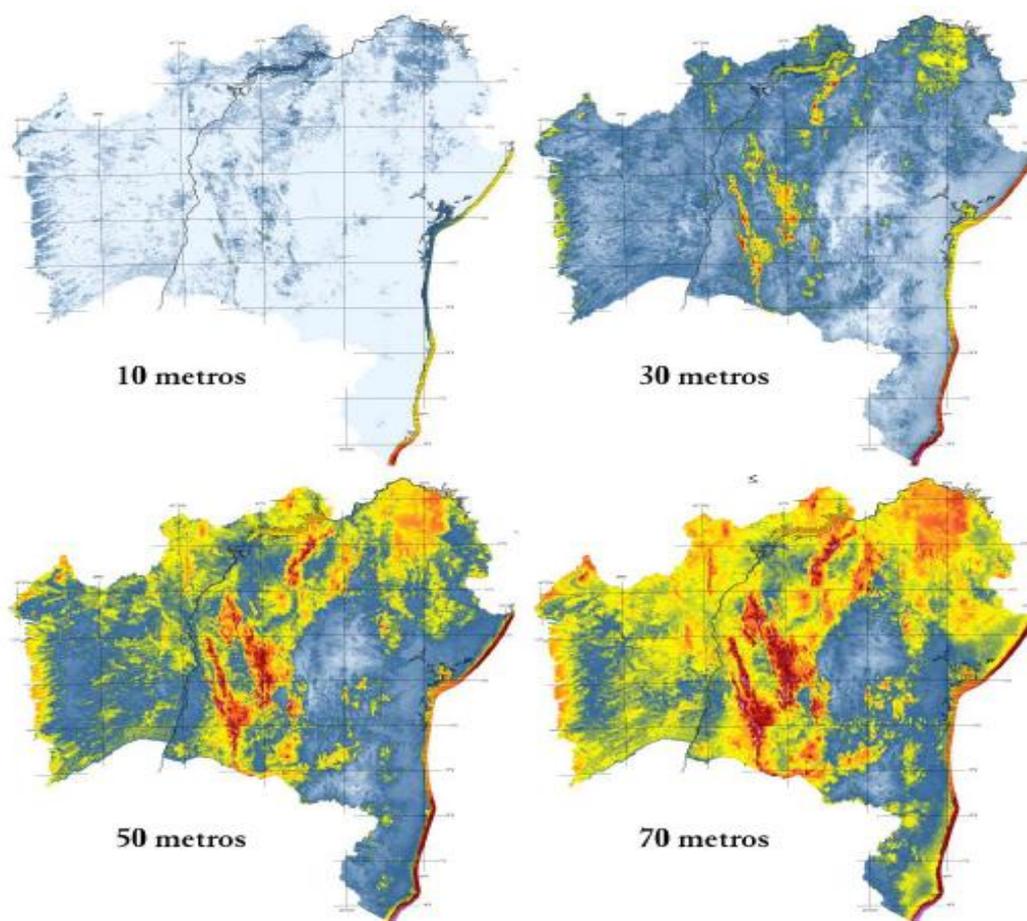
Fonte: CAMARGO, 2002, p.9

³ Anemômetro: aparelho utilizado para medir a velocidade do vento.

Esses registros detectaram um potencial na Bahia de 5,6GW, o que possibilita geração de 12,32 TWh/ano para ventos de 7m/s a uma altura de 50 metros. Se a altura passar para 70 metros, a potência aumenta em aproximadamente 2,5 vezes, ou seja, seu potencial vai para 14,5 GW e 31,9 TWh/ano (CAMARGO, 2002).

Verifica-se, pela Tabela 1, que o melhor vento registrado na Bahia é no município de Caetité, com valor médio de 8,49 m/s, o que comprova o grande potencial eólico do sudoeste da Bahia, enquanto a figura 9 mostra esse potencial aumentando com a altura (destaque em vermelho). Para uma altura de dez metros esse potencial é quase zero. Os aerogeradores usados no sudoeste da Bahia são maiores que 70 metros. Logo, esse potencial deve ser superior ao registrado nessas imagens, uma vez que tende a crescer com a altura.

Figura 9: Potencial Eólico no Estado da Bahia



Fonte: CAMARGO, 2002, p.27

B.2. ORIGEM DOS VENTOS

O vento é o ar atmosférico em movimento natural, cuja origem decorre do aquecimento de forma desigual da Terra, o que provoca os fluxos de ar. A temperatura na superfície do sol é 5600K, fornecendo energia em forma de radiação. A Terra recebe essa energia em torno de $1,39 \text{ KW/m}^2$. Uma parte dessa energia é absorvida pela superfície e a outra é difundida pela atmosfera devido à presença de gotículas de água, poeira e nuvens. Essa parte absorvida é armazenada como calor sensível, aquecendo o ar e a água; uma parcela é usada na evaporação da água e outra parte usada nos processos fotoquímicos das plantas (CUSTÓDIO, 2013).

A parcela da energia absorvida pela Terra tem uma porcentagem que é transformada em calor, por meio de condução e convecção. A parte da condução ocorre muito próxima à superfície da terra, cerca de um milímetro de espessura, que é o ar que se adere à superfície da Terra. Acima dessa camada de ar, acontece a convecção, que é o intercâmbio vertical das massas de ar, quando a densidade da massa do ar é diferente do ar ao redor. Esse movimento é chamado de empuxo (CUSTÓDIO, 2013).

O empuxo ocorre quando o ar menos denso (ar quente) sobe e o ar mais denso desce. Isso acontece porque o ar quente aumenta seu volume em relação ao frio para a mesma quantidade de massa. Com o aumento do volume do ar, aumenta-se o empuxo, porque este está relacionado ao volume, permitindo, assim, a subida e criando correntes de ar. Um exemplo de empuxo seria o balão, que sobe devido ao aquecimento do ar interno, de modo que o empuxo sobre o balão seja maior que o peso do mesmo, ao ponto de permitir sua subida.

Devido ao empuxo, surge o vento, recurso natural utilizado pela energia eólica. A sequência da transformação da energia acontece da seguinte forma: a energia cinética (velocidade) do vento é transformada em energia mecânica (rotação das pás) que é transformada em energia elétrica.

Entender o comportamento do vento é muito importante para se projetar e obter melhor rendimento dos aerogeradores. É preciso conhecer sua velocidade, sua direção, seus diversos comportamentos, para se alcançar melhor geração elétrica.

Para medir a velocidade e a direção do vento, são usados dois aparelhos: anemômetro e biruta⁴. Ambos são colocados sobre a nacele⁵ e ficam a uma altura de aproximadamente 80 metros.

Os dados coletados pelo anemômetro e pela biruta são registrados pela *datalogger*, que é o aparelho responsável por colher e armazenar os dados. Esses dados podem ser acessados remotamente por telefone ou no próprio local. O funcionamento do *datalogger* é configurado por tempo para registrar a coleta. Geralmente, a medição é feita em intervalos de dois segundos e o registro é feito em intervalos de dez minutos (PINTO, 2013).

As estimativas do vento e da potência devem ser realizadas em um período mínimo de um ano, para ter a localização de onde colocar os aerogeradores. O período ideal seria entre cinco a dez anos de medição (CUSTÓDIO, 2013). Como citado anteriormente, os dados do vento no estado da Bahia foram coletados em oito anos e em vinte e seis lugares diferentes.

B.3. AEROGERADORES

Os aerogeradores são equipamentos utilizados para transformar a energia cinética do vento em energia elétrica.

Os primeiros aerogeradores foram comercializados em 1980. A partir daquele ano, muitas melhorias foram realizadas no design, eficiência e capacidade instalada.

Existem dois tipos de torres eólicas, com eixo vertical e horizontal. A grande maioria é projetada com o eixo vertical e com três pás uniformemente espaçadas, fixadas a um rotor, conforme a figura 10. Esse eixo é conectado a uma caixa de engrenagens e ao gerador, ambos dentro de um abrigo, a nacele. Algumas configurações usam a conexão direta do eixo com o gerador, evitando a caixa de engrenagens. O preço da caixa de engrenagens pode chegar até 25% do preço total de uma torre, por isso é muito importante fazer a escolha certa antes da instalação (PINTO, 2013).

⁴ Biruta: aparelho utilizado para medir a direção do vento.

⁵ Nacele: caixa de fibra onde ficam armazenados o gerador, caixa de engrenagens, etc.

Figura 10: Torres Eólicas em Pindaí

Fonte: o autor

A energia elétrica gerada no sudoeste da Bahia provém de torres eólicas com eixo horizontal, mesmo tendo aerogeradores de marcas diferentes. Toda a energia gerada nos parques é comprada pelo governo federal. O governo federal realiza os leilões e cada empresa vencedora é responsável por construir e fornecer energia para o Sistema Interligado Nacional (SIN).

A base que suporta a nacelle é uma torre cilíndrica de aproximadamente oitenta metros de altura. Ela é dividida em três partes para seu transporte e montagem. Na hora da montagem elas são fixadas por meio de parafusos. A figura 10 mostra as partes de uma torre no chão antes da sua montagem. O transporte dessas partes é feito por meio de carretas e sua movimentação no pátio de obras é feita com guinchos de alta capacidade.

Figura 11: Partes de uma torre eólica

Fonte: o autor

A função da estrutura da torre é elevar a turbina do solo até uma altura considerável, que tenha vento em potencial para ser aproveitado. Elas são construídas em aço. No topo da torre, há um rolamento que permite o movimento da nacele, de forma que ela gire para se alinhar com o vento. Essa torre é sustentada por uma fundação de concreto armado, também responsável por sustentar todo o aerogerador (CUSTÓDIO, 2013).

As pás das torres possuem comprimento de aproximadamente quarenta metros; elas ficam ligadas a um rotor chamado cuba, que, por sua vez, fica ligado ao eixo conectado ao gerador, dentro da nacele. A figura 12 mostra, do lado esquerdo, as pás e, do lado direito, as cubas no pátio de construção.

Figura 12: Pás e Cubas de aerogeradores



Fonte: o autor

As pás possuem perfil aerodinâmico, formato de um aerofólio, para ter interação com vento, convertendo a energia cinética do em mecânica. O material da fabricação é fibra de vidro, reforçadas com epóxi ou madeira. A fixação das pás na cuba é feita pela inserção de aço inoxidável. A cuba é fabricada com aço ou liga metálica de alta resistência. Na junção da pá com a cuba, há um rolamento, possibilitando a alteração de ângulo e permitindo melhor aproveitamento do vento (CUSTÓDIO, 2013).

Para completar a composição da estrutura de um aerogerador, ainda é preciso apresentar a parte principal que é a nacele. Ela é uma caixa de fibra, que serve de abrigo para o gerador, caixa de engrenagens etc. Algumas naceles já possuem, em

seu interior, um transformador, como é o caso dos fabricados pela Gamesa, utilizados pela empresa GPEXPAN. Na figura 10, é possível observar a nacele já montada sobre a torre; na figura 13, apresenta-se uma nacele ainda no chão, em processo de montagem.

Figura 13: Nacele



Fonte: o autor

As informações coletadas pelo anemômetro e pela biruta são armazenadas pelo sistema de controle montado na base da torre. Essas informações servem para monitorar o desempenho do aerogerador, que pode ser acionado de modo presencial ou remotamente. Com base nessas informações, são realizadas mudanças de direção da nacele e das pás, para que se tenha melhor aproveitamento do vento. Essas movimentações são automáticas e feitas lentamente, para que não haja turbulências transmitidas à turbina. Recomenda-se deixar o aerogerador freado quando estiver fora de operação (PINTO, 2013).

Alguns aerogeradores não usam a caixa de engrenagens, o que não é o caso dos usados no sudoeste da Bahia. Apesar de a turbina se mover em baixa velocidade, com a caixa de engrenagens, essa rotação no gerador chega até aproximadamente 1440 rpm, gerando uma voltagem de 690 volts. As turbinas eólicas começam a gerar energia numa faixa de 4,5 m/s.

O objetivo do aerogerador é a produção de energia elétrica; porém, essa energia precisa ter a frequência padronizada da rede. Como a frequência varia com a rotação do gerador, é necessário usar o controle de frequência, pois um aerogerador exige soluções adequadas e complexas (CUSTÓDIO, 2013).

Os aerogeradores apresentam algumas perdas de energia durante o funcionamento, como é o caso do efeito “joule⁶” durante a passagem da corrente elétrica pelos fios e equipamentos. O calor dissipado, devido ao atrito entre as engrenagens, é minimizado com o uso de óleo de lubrificação e refrigeração (CUSTÓDIO, 2013).

B.4. PARQUE EÓLICO

A vida útil de um parque eólico é entre 20 e 30 anos. Nesse período, ele deve produzir energia suficiente para cobrir todo o investimento de sua implantação, custos operacionais, além do retorno financeiro do investidor.

Para se iniciar a construção de um parque eólico é necessário estudar o terreno, a influência do vento, a disposição dos aerogeradores, a conexão dessa energia gerada com a rede elétrica, além de se realizar a análise econômica e financeira do projeto (CUSTÓDIO, 2013).

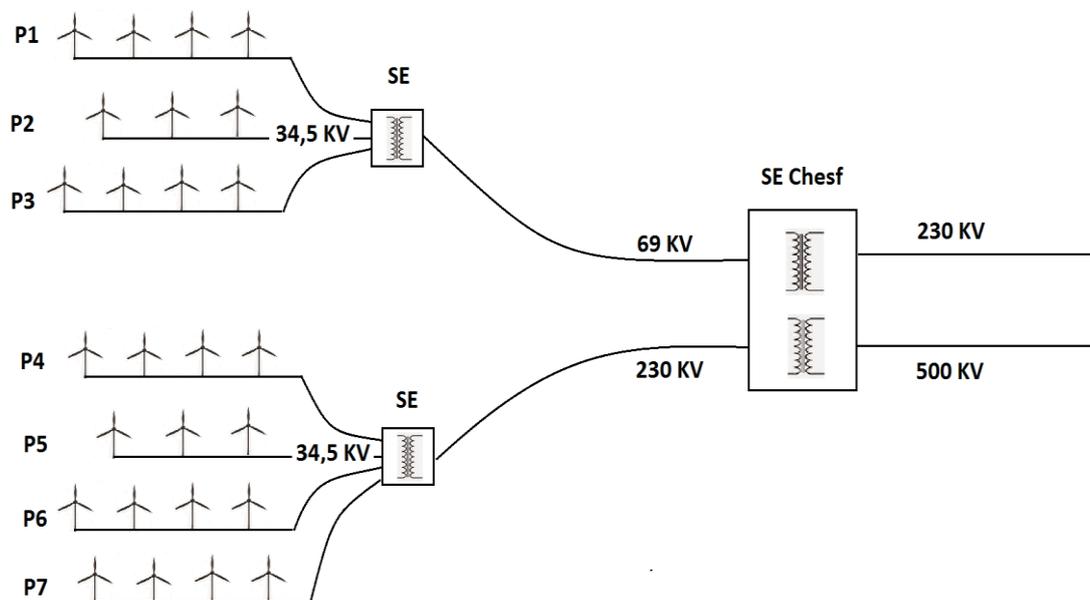
A quantidade de aerogeradores por parque é relativa. Existem parques com dezessete e outros com dois geradores. Devem ser observados fatores como rugosidade do terreno, distância entre um aerogerador e outro, espaço para fazer estradas, além da distância da rede elétrica de transmissão. Às vezes, o terreno não permite muitas torres; mesmo assim, constroem um parque com uma potência menor.

A figura 14 mostra uma representação de sete parques interligados com a rede de transmissão até chegar a uma subestação da própria empresa e depois até a subestação da Chesf⁷

⁶ É o aquecimento devido à passagem da corrente elétrica, ocasionando perda de energia por meio da energia térmica.

⁷ Chesf: Companhia Hidrelétrica do São Francisco.

Figura 14: Representação de vários parques eólicos



Fonte: Elaboração do autor

A energia eólica gerada no sudoeste do estado da Bahia provém de várias empresas e cada uma tem sua forma de transmitir a energia. Existem empresas que transmitem a tensão para a Chesf em 69 KV, 138 KV e 230 KV. Após a Chesf receber essa energia em Pindaí, ou Igaporã, ela é transmitida para Bom Jesus da Lapa, em 230 KV e 500 KV.

De acordo com o banco de informações de geração da ANEEL (2016), o sudoeste da Bahia possui quarenta e dois parques eólicos em funcionamento, com um potencial instalado de 945410 KW. Existem trinta e seis parques em construção com potencial de 625750 KW e ainda existem projetos de vinte e nove parques para iniciar as obras.

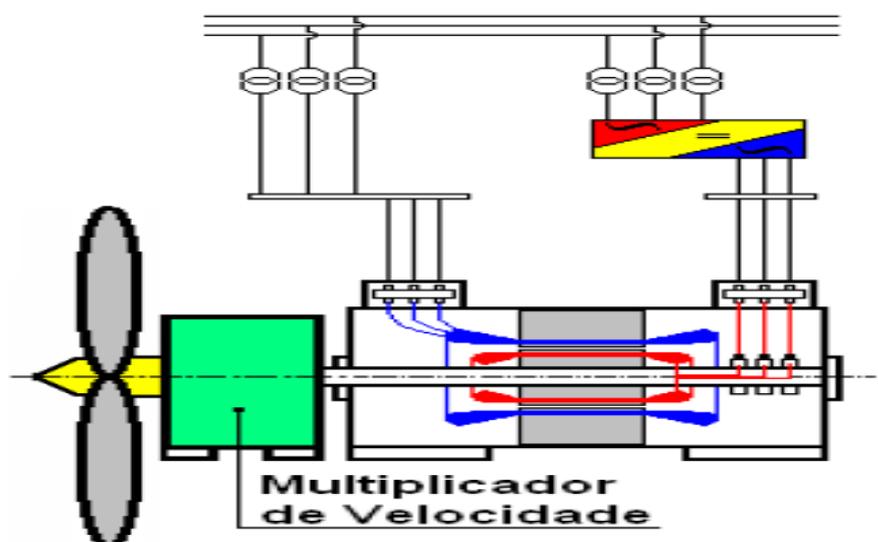
Atualmente, a energia eólica é a que mais se destaca em construção dentre os setores elétricos, representando 35,31% do valor total nacional. Ela representa uma porcentagem de 6,06% de toda energia utilizada no Brasil.

B.5. FLUXO MAGNÉTICO E GERAÇÃO ELÉTRICA

O princípio de funcionamento dos geradores elétricos dos aerogeradores se baseia na variação do fluxo magnético⁸ em uma espira, para o surgimento da corrente elétrica.

Os geradores utilizados pelos aerogeradores são duplamente alimentados; tanto o rotor (parte móvel) quanto o estator (parte fixa) podem gerar energia, como se observa na figura 15.

Figura 15: Demonstração de um gerador elétrico duplamente alimentado



Fonte: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAA0xQAJ/gerador-eolico?part=2>

Esses geradores não possuem ímãs e, sim, várias bobinas distribuídas no rotor⁹ e no estator¹⁰. No início do processo, o rotor recebe excitação (corrente elétrica) da rede tornando-se um eletroímã¹¹. O estator e rotor são ligados na rede elétrica. Quando o rotor se torna um eletroímã, gera um campo magnético no estator e devido à força eletromotriz gerada, o rotor sai da inércia e começa a girar. Neste momento, o gerador começa a fornecer energia elétrica pelo estator, mesmo sem

⁸ A compreensão do processo dos geradores elétricos comuns ocorre pela variação do fluxo magnético do ímã em relação à espira. Neste caso, o que importa é a variação do fluxo magnético dentro da espira e não apenas a presença do ímã. Um ímã parado dentro ou perto da espira mantém um fluxo constante, não permitindo o surgimento da corrente elétrica. A variação do fluxo na espira pode ocorrer pela movimentação da espira ou do ímã. É preciso a combinação entre campo magnético e movimento da espira para o surgimento da corrente elétrica. Esse processo é conhecido como *indução eletromagnética*.

⁹ Rotor é a parte do gerador elétrico que gira em torno de eixo, produzindo movimentos rotacionais.

¹⁰ Estator é parte do gerador elétrico que se mantém fixa.

¹¹ Um eletroímã é um ímã induzido pela corrente elétrica que passa pelo fio enrolado em um núcleo de ferro.

estar ligado à rede; porém, está consumindo energia elétrica pelo rotor. Esse momento da operação é chamado de sub-síncrono. Na figura 9, pode-se observar o conversor conectado ao gerador, que tem por objetivo regular a tensão e frequência da máquina. No momento em que a máquina atinge a voltagem de 690 Volts e 60 Hz de frequência, o gerador é acionado à rede elétrica. Esse momento é conhecido como síncrono. Ela entra em sincronismo com a rede com 1000 rpm. No momento em que o gerador é adicionado na rede, a energia recebida pelo rotor vindo da rede externa é mantida até que a rotação do rotor ultrapasse 1200 rpm. Quanto o rotor atinge esse limite, a corrente vinda do conversor é invertida, e, em vez de receber, ela começa a gerar energia elétrica, momento em que o rotor começa a produzir 1/5 da energia da máquina, ou seja, 20% da potência do gerador. No momento em que o rotor e o estator estão gerando energia, a velocidade de rotação é superior a 1200 rpm. Esse momento é chamado de sob-síncrono. O limite de rotação do eixo do gerador é 1440 rpm. Caso tenha rajadas de ventos para que possibilite o aumento dessa rotação, um dos sistemas de freios é acionado para que não ultrapasse essa rotação. Esse processo é regulado pelo conversor que tem um limite de corrente, para manter a frequência e tensão da rede.

A rotação é tão alta no interior do gerador devido à presença da caixa multiplicadora no eixo. O fator de relação depende da máquina, variando de 1/72 até 1/107, dependendo do aerogerador. Muitas máquinas existentes nos parques eólicos do sudoeste da Bahia funcionam com a relação de 1/85, ou seja, para cada volta dada pelas pás, no interior do gerador, ocorrem 85 voltas. Por exemplo, no momento em que o gerador entra em sincronismo com a rede, ele está com 1000rpm, dividindo por 85, significa que as pás estão numa rotação de 11,76 rpm.

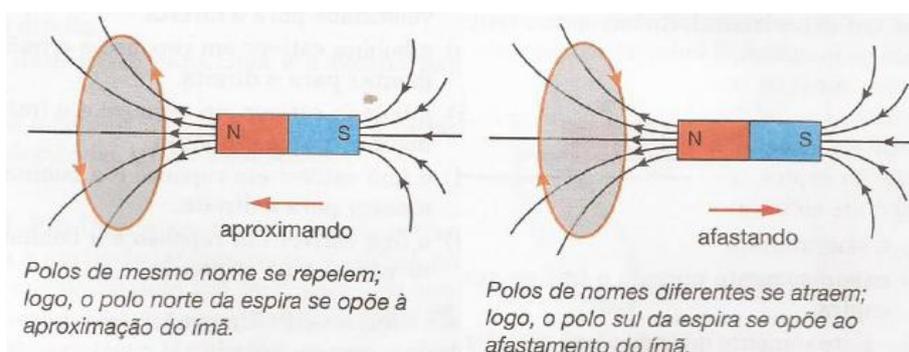
A tensão do gerador é coletada em dois lugares diferentes: no estator, com ligação direta e pelo rotor, com a utilização de anéis coletores que ficam na ponta do eixo do rotor.

O funcionamento de um gerador se baseia na lei de Faraday, conforme equação a seguir, “segundo a qual um campo elétrico é gerado na região do espaço sempre que houver uma variação temporal de um campo magnético nessa região” (GREF, 2002, p. 167).

$$E_m = - \frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t}$$

Sendo E_m a força eletromotriz gerada, o $\Delta \Phi_B$, é a variação do fluxo magnético e o Δt , a variação do tempo. O sinal negativo faz referência à lei de Lenz, que diz que “o sentido da corrente elétrica induzida produz efeitos que se opõem à variação do fluxo magnético que a originou” (BARRETO, XAVIER, 2010, p.211), conforme mostra a figura 16 abaixo.

Figura 16- Fluxo magnético e a espira



Fonte: (BARRETO, XAVIER, 2010, p.211)

É importante observar que na equação de Faraday, quanto maior for a variação do fluxo magnético para um mesmo intervalo de tempo, maior será a força eletromotriz gerada, ou seja, maior será a tensão elétrica induzida.

A diferença de potencial elétrica nos terminais de saída dos geradores é de 690 volts em condições normais de funcionamento. Essa tensão é ligada a um transformador interno ou externo, para que possa elevar sua voltagem para 34500 volts e, conseqüentemente, ser transmitida por uma rede até uma subestação da empresa responsável. A figura 17 mostra um transformador externo de um aerogerador. Alguns aerogeradores já possuem o transformador dentro da nacelle, como é o caso dos fabricados pela Gamesa.

Figura 17: Transformador externo de um aerogerador



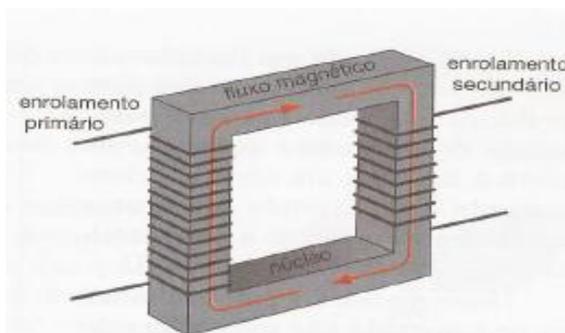
Fonte: o autor

B.6. TRANSFORMADORES

Transformadores são instrumentos utilizados para transformar valores de tensão elétrica alternada (força eletromotriz). No dia-a-dia, é muito comum utilizar o transformador para elevar sua tensão de 127 V para 220 V, ou pode ser utilizado para abaixar de 220 V para 127 V.

Os transformadores básicos são constituídos de um núcleo de ferro laminado, para dificultar a surgimento de correntes indesejadas. No núcleo de ferro, são enroladas duas bobinas independentes, em seus lados opostos, conforme mostra a figura 18.

Figura 18: Modelo básico de um transformador



Fonte: BARRETO, XAVIER, 2010, p.221

A tensão a ser modificada é aplicada no enrolamento primário (P). O outro enrolamento é chamado de secundário (S), e sua finalidade é fornecer a tensão desejada. Se o objetivo é elevar a tensão, o enrolamento primário deve ter um número menor de voltas na bobina, do que o enrolamento secundário. Se quiser rebaixar a tensão, o enrolamento secundário precisa ter um número menor de voltas na bobina. Ressalta-se que um mesmo transformador pode ser usado para elevar ou rebaixar a tensão; depende apenas da utilização do enrolamento com mais ou menos voltas. Um enrolamento primário pode virar secundário, a depender da sua tensão de entrada.

O princípio físico de funcionamento de um transformador se baseia na indução eletromagnética. Quando a tensão é aplicada no enrolamento primário, a corrente elétrica alternada gera um fluxo magnético alternado no interior do núcleo de ferro. Esse fluxo alternado atravessa o enrolamento secundário, produzindo uma corrente elétrica alternada induzida e de mesma frequência.

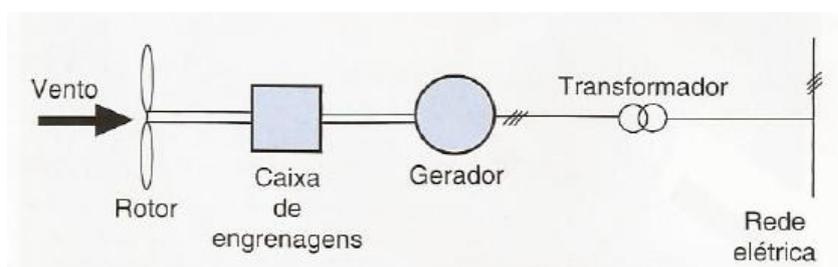
Nos transformadores utilizados nas redes de distribuição, subestações, existem três enrolamentos primários e três enrolamentos secundários, pelo fato do sistema ser trifásico. Seu funcionamento é o mesmo de um transformador monofásico.

A relação entre os enrolamentos de um transformador é dada pela seguinte equação: $U_s/U_p = N_s/N_p$, sendo U_s a tensão no enrolamento secundário, U_p tensão no enrolamento primário, N_s número de espiras no enrolamento secundário e N_p número de espiras no enrolamento primário. Dessa forma, ela é usada tanto para elevar a tensão $N_s > N_p$, quanto para rebaixar $N_s < N_p$ (BARRETO, XAVIER, 2010).

Os transformadores exercem uma função importantíssima no processo de transmissão de energia elétrica, uma vez que seria inviável transportar essa energia gerada com uma corrente muito alta, porque perderia potência devido ao calor (efeito joule), resistência elétrica ($P = Ri^2$) e seriam necessários fios com seção transversal muito grande, o que deixaria o custo financeiro alto. Dessa forma, o transformador eleva a tensão para transmitir uma corrente baixa ($P=Ui$).

A tensão gerada dentro do aerogerador é de 690 V. Após passar pelo transformador, dentro ou próximo da torre, a voltagem é elevada para 34,5 KV, como mostra a figura 19.

Figura 19 Representação do transformador no aerogerador



Fonte: PINTO, p.160, 2013

Essa voltagem é transmitida para uma subestação da empresa que eleva e transmite para uma subestação da Chesf, que recebe essas voltagens, elevando-as e transmitindo para a subestação central, em Bom Jesus da Lapa – Bahia.

B.7. SUBESTAÇÃO E LINHAS DE TRANSMISSÃO

As subestações fazem parte do sistema de transferência de energia elétrica com o objetivo de elevar ou rebaixar as tensões geradas pelos aerogeradores por meio de transformadores. A voltagem de saída do gerador precisa ser elevada, para que ela possa ser transmitida pelas linhas de transmissão até a subestação central da Chesf, interligando, assim, ao Sistema Interligado Nacional (SIN).

A figura 20 mostra a subestação da BW em Pindaí/BA, com entrada de 34,5 kV e saída de 69 kV.

Figura 20: Subestação da BW, em Pindaí



Fonte: o autor

Essa subestação tem uma potência máxima de 100 MW. Ela recebe a energia

gerada de quatro parques, sendo quatro linhas de transmissão de 34,5 kV, com apenas uma saída trifásica de 69 kV, indo para a subestação da Chesf em Pindaí.

Na figura 21, observam-se várias linhas de transmissão chegando à subestação da Chesf em Pindaí. Essas linhas de transmissão são os fios que transportam toda essa energia com uma diferença de potencial elevada para diminuir a perda de energia.

Figura 21: Linhas de 69 kV chegando à subestação da Chesf



Fonte: o autor

Essas linhas provêm de subestações das empresas responsáveis pelos parques, como é o caso da BW, Renova Energia, GPEXPAN etc.

A Chesf possui três subestações no sudoeste da Bahia, sendo duas em Igaporã e uma em Pindaí. As figuras 22 e 23 mostram a subestação da Chesf em Pindaí e também o transformador ali existente.

Figura 22: Subestação da Chesf em Pindaí



Fonte: o autor

Figura 23: Transformador da Chesf em Pindaí



Fonte: o autor

Após a entrada da energia na voltagem de 69 kV, ela passa pelo transformador, conforme mostra a figura 23, sendo elevada para 230 kV ou 500 kV. Essa tensão é transmitida para a Chesf em Bom Jesus da Lapa, onde entra no Sistema Interligado Nacional (SIN). A figura 24 mostra a linha de transmissão saindo da Chesf// Pindaí.

Figura 24: Linha de transmissão saindo da Chesf em Pindaí



Fonte: o autor

A subestação central da Chesf em Bom Jesus da Lapa está interligada ao sistema nacional; logo, toda energia gerada no sudoeste da Bahia precisa ir para essa subestação, para depois ser distribuída.

O sistema elétrico nacional é todo interligado; por isso, não se consegue saber de onde vem a energia consumida em casa. Ela pode vir de alguma hidrelétrica, da eletronuclear, da energia eólica, etc.

A Chesf está vinculada ao Ministério de Minas e Energia. Apesar de não levar o nome, ela é subsidiária da Eletrobrás e tem como principal atividade a geração, transmissão e comercialização de energia elétrica (CHESF, 2016).

A Coelba recebe a energia da Chesf. Existe uma linha de transmissão da Coelba de 69 kV saindo de Bom Jesus da Lapa, indo até a subestação da Coelba, em Igaporã, e, depois, é enviada para a subestação da Coelba, em Guanambi, também em 69 kV.

Com a implantação do parque eólico, no sudoeste da Bahia, surgiu outra linha da transmissão para Guanambi, saindo da subestação da Chesf em Igaporã, também em 69 kV. Quando o parque eólico está gerando energia elétrica, a energia enviada para Guanambi sai diretamente da subestação da Chesf/ Igaporã II. Quando os parques estão parados, essa energia vem da Chesf, em Bom Jesus da Lapa.

A Coelba trabalha com a distribuição de energia elétrica. Como ela recebe essa energia na tensão de 69 kV, é necessário passar por sucessivos transformadores rebaixadores, até chegar às casas ou indústrias, com 127 V, 220 V ou 380 V.

As tensões usadas em residências são classificadas como de baixa tensão embora exista uma variedade de tensões, definidas conforme tabela 2.

Tabela 2: Classificação das Tensões

Classificação da tensão	Tensão (kV)
BT – Baixa Tensão	Menor que 1
MT – Média Tensão	Entre 1 e 34,5
AT – Alta Tensão	Entre 34,5 e 230
EAT – Extra Alta Tensão	Entre 230 e 750
UAT – Ultra Alta Tensão	Maior que 750

Fonte: PINTO, p.190, 2013

B.8 DISTRIBUIÇÃO ELÉTRICA

O potencial da energia eólica, instalado e em funcionamento, no sudoeste da Bahia é de 945.410 kW, somando-se a potência de 42 parques. Após entrar no Sistema Interligado Nacional, essa energia passa a ser consumida em qualquer parte do Brasil, uma vez que é suficiente para abastecer milhões de casas, os parques que estão em construção e os que ainda vão começar.

Como exemplo de distribuição dessa energia, tem-se a subestação da Coelba em Guanambi, com capacidade de 37,5 MW dividida em três transformadores de 12,5 MW. Um que rebaixa para 34,5 kV e os outros dois para 13,8 kV, conforme mostra figura 25 A média da potência recebida em Guanambi é de 22 MW. Em alguns momentos de pico, esse valor chega a aproximadamente 35 MW.

Figura 25 Subestação da Coelba, em Guanambi



Fonte: o autor

A subestação de Guanambi fornece energia para aproximadamente 80 mil residências/empresas. Ela distribui energia para várias cidades da região, como é o caso de Pindaí, Candiba, Palmas de Monte Alto, Matina, além de vários distritos como Mutans, em Guanambi. A transmissão para esses municípios é feita na tensão de 34,5 kV; antes de entrar no município, essa tensão é rebaixada para 13,8 kV. Dentro da cidade, essa voltagem é rebaixada para 220 V pelos transformadores fixos nos postes, ofertando, assim, tensão de 220 V para as residências e 380 V para as empresas.

APÊNDICE C – O POTENCIAL NUCLEAR E SUA GERAÇÃO ELÉTRICA

A eletricidade tornou-se decisiva para atender às necessidades básicas do ser humano, como alimentação, moradia, saúde, educação, entre outras. Sendo assim, considera-se a energia como fonte de melhoria de vida e elemento fundamental para o desenvolvimento econômico da sociedade. Portanto, é relevante buscar maior compreensão do potencial energético do sudoeste da Bahia, atentando-se, nesta secção, para a energia nuclear.

A matéria prima para a produção de energia nuclear é o Urânio (“U”), um metal pesado, de cor branca prateada. O urânio é radiativo, duro e muito denso. Sua massa atômica é 238u e número atômico 92. Esse metal é encontrado em quase todos os lugares. Para Guimarães e Mattos (2010, p.63) “o urânio é onipresente na terra. É um metal tão comum como o estanho ou o zinco, e é um dos constituintes da maioria das rochas e até mesmo da água do mar”.

A presença do urânio no Brasil o coloca em sétima posição no ranking mundial, ficando atrás apenas da Austrália, Cazaquistão, Canadá, EUA, África do Sul e Namíbia. No entanto, no cenário nuclear mundial, apenas o Brasil, EUA e Rússia dominam os aspectos estratégicos relacionados à energia nuclear, que são as reservas de urânio asseguradas, o domínio tecnológico das etapas do ciclo do combustível nuclear e o uso da energia nuclear para a geração de eletricidade (GUIMARAES, MATTOS, 2010).

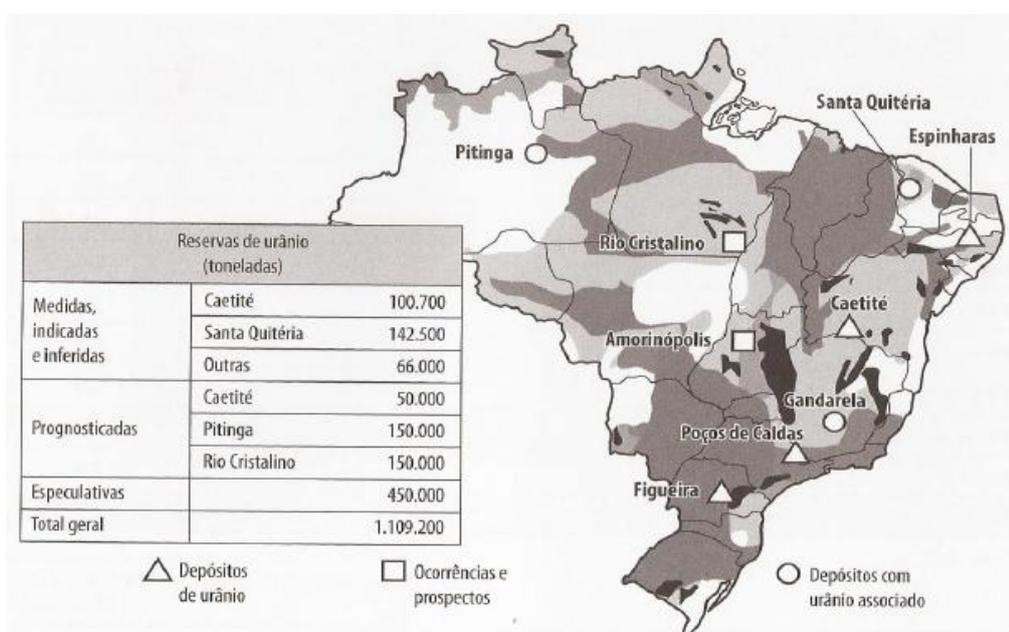
No país, apenas as Indústrias Nucleares do Brasil (INB) são autorizadas pelo governo federal a extrair e processar urânio e outros minerais radioativos. A INB é vinculada à Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), subordinada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), constituída pela União para exercer monopólio da mineração de elementos radiativos, produção e comércio de materiais nucleares. A autorização para extração e processamento do urânio e outros materiais radioativos é concedida pelo Poder Legislativo na Câmara dos Deputados Federais e pelo Senado Federal, com base na disposição da Constituição Federal Brasileira de 1988. A mina de urânio de Caetité possui autorização para extrair esse minério, concedida em 2009, através da Portaria da CNEN nº 68, de 4 de setembro. Essa autorização de operação permanente (AOP) à Unidade de Concentrado de Urânio (URA) teve validade por 36 meses. Após o vencimento, anualmente, efetua-se sua renovação (INB, 2015).

Para seu devido funcionamento, a INB precisa de licenças e autorizações. Do ponto de vista ambiental, licença junto ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Do ponto de vista nuclear, precisa da autorização da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN).

C.1. O URÂNIO DO BRASIL

A INB atua na cadeia de produção de urânio, desde sua extração na rocha até a fabricação do combustível nuclear usado por Angra I e II. Ela está presente nos estados da Bahia, Minas Gerais, Ceará, São Paulo e Rio de Janeiro. A INB iniciou a exploração de urânio em 1982, no município de Poço de Caldas, em Minas Gerais, o que perdurou por 13 anos, sendo encerrada em 1995. Com a descoberta de novas reservas, em 1998, deu-se início à exploração no município de Caetité, sendo a única unidade de exploração de urânio em funcionamento na atualidade, com extração de 400 toneladas de concentrado de urânio por ano. Essa quantidade de produção é o suficiente para abastecer as recargas Angra 1 e 2 (BRASIL, 2016a).

Tabela 3: Reservas de Urânio



Fonte: GUIMARÃES, MATTOS, p. 81, 2010

De acordo com a Tabela de Guimarães e Mattos (MATTOS, 2010), o total de reservas de urânio medido, indicado e aferido no Brasil, corresponde a

aproximadamente, 310 mil toneladas. As reservas prognosticadas, com potencial estimado, podem chegar a 350 mil toneladas, e as especuladas, a um total de 450 mil toneladas. Apesar desse potencial, o Brasil é o sétimo lugar no ranking mundial com as reservas medidas e aferidas.

Caetité e Lagoa Real, ambas no sudoeste da Bahia, possuem aproximadamente 101 mil toneladas em reservas de urânio. De acordo com informação (BRASIL, 2016a), a produção anual, na atualidade, é de 400 toneladas. Se a produção permanecer constante, haverá urânio a ser extraído nos próximos 252 anos. A INB tem por objetivo dobrar essa produção. Caso isso venha acontecer, o tempo de extração é reduzido pela metade.

C.2. MINERAÇÃO

Apesar de o país ter grandes reservas de urânio, a única mina em funcionamento na atualidade está localizada em Caetité/BA. O urânio é extraído da rocha por meio de explosões. Essas pedras grandes são levadas para um britador, para serem transformadas em pedras pequenas. Essa redução do tamanho da rocha de minério é para facilitar a ação do produto químico usado na etapa de solubilização.

A mineração pode ser a céu aberto ou em minas subterrâneas. Em Caetité, a mineração é feita a céu aberto, (Figura 26). Há uma mina subterrânea em construção, ainda não em funcionamento, aguardando licenças necessárias.

Figura 26: Mina a céu aberto em Caetité



Fonte: O autor

Após a redução do tamanho das rochas, elas são depositadas em pilhas, conforme a Figura 27; depois, recebem, por meio de tubulações, uma solução de ácido sulfúrico, conforme a figura 28, para separar o urânio da rocha. Esse processo é conhecido como lixiviação.

Figura 27: Pilha de minério



Fonte: Indústrias Nucleares do Brasil

Figura 28: Lixiviação com ácido sulfúrico



Fonte: Indústrias Nucleares do Brasil

O contato do ácido sulfúrico com a rocha permite a separação do urânio, que desce em forma de líquido amarelado, conhecido como licor de urânio, que, na verdade, é uma mistura entre urânio e ácido sulfúrico. Esse processo consegue retirar aproximadamente 70% do urânio existente nas rochas. O processo completo da lixiviação dura, em média, 60 dias, sendo: montagem da pilha de rochas, 25 dias; lixiviação, lavagem e amostragem da pilha, 25 dias; remoção da pilha de rocha lixiviada e preparação para receber nova pilha, mais 10 dias. A sobra do material é

lavada para retirar o excesso de acidez e depois é levado por meio de caminhões para um terreno conhecido como depósito de rejeitos sólidos, que, após ser completamente cheio, é coberto por uma argila compacta, sobre a qual se faz reflorestamento com espécies da flora regional (INB, 2015).

O licor extraído das rochas é conduzido para bacias, ou tanques, como pode ser observado na figura 29, onde se inicia o processo de beneficiamento do urânio. Aí, é purificado e tratado por meio de diversos processos químicos e físicos de separação, para se obter o concentrado de urânio, na forma de diuranato de amônia – DUA.

Figura 29: Unidade de Beneficiamento em Caetité



Fonte: Indústrias Nucleares do Brasil (INB)

O concentrado de urânio extraído é conhecido como *yellowcake*. Através de solventes orgânicos, extrai-se esse concentrado, seguindo pela separação por precipitação, secagem e acondicionamento em tambores. Todas as etapas da mineração, até a produção do concentrado de urânio (U_3O_8) são realizadas na Unidade de Mineração e Beneficiamento de Urânio da INB, em Caetité.

De acordo com INB (2015), o acondicionamento do concentrado de urânio é feito em tambores especiais, completamente vedados. Após esse processo, o concentrado segue para outra etapa do ciclo do combustível nuclear. Os tambores são levados de Caetité para o porto de Salvador, através de contêineres, em caminhões que viajam em comboios. Durante todo o percurso, o comboio é acompanhado por especialistas da INB e pela Polícia Federal. No porto, os contêineres são embarcados para a Europa, onde o urânio é convertido em gás. Parte desse gás é enriquecido na Europa e a outra parte volta para o Brasil e é enriquecido pela própria INB.

A unidade de Caetité começou a ser implantada em 1995; porém, só nos anos 2000, é que se começou produzir o concentrado de urânio. Reafirma-se que pela Constituição Federal do Brasil, a INB é a única empresa que pode explorar urânio no país, com o objetivo, exclusivamente, de produzir energia elétrica, sem fins lucrativos. O urânio extraído em Caetité gera energia elétrica para abastecer os lares de mais de cinco milhões de brasileiros por ano (INB, 2015).

C.3. CONVERSÃO

Das etapas do ciclo do combustível nuclear, a única que o Brasil ainda não realiza é sua conversão do concentrado de urânio (U_3O_8) para hexafluoreto de urânio (UF_6) para que ele possa ser enriquecido.

De acordo com Tauhata et al. (2003), o hexafluoreto de urânio se torna uma substância sólida em temperatura ambiente. Porém, ele tem a propriedade de passar para o estado gasoso na temperatura de $64^{\circ}C$. O urânio reage fortemente com água e vapor de água atmosférico. No processo de transporte e armazenamento, o urânio deve ser mantido em contêineres à prova de ar. Nesta etapa, o urânio é purificado e preparado para processo do enriquecimento. Os contêineres são cilindros robustos, de tamanhos padronizados e qualidade controlada, conforme a figura 30.

Figura 30: Cilindro com UF_6



Fonte: <http://www.inb.gov.br>

C.4. ENRIQUECIMENTO

O urânio, em seu estado natural, encontra-se na forma de isótopo de U_{235} e U_{238} , numa proporcionalidade de 0,7% de U_{235} , e 99,3% de U_{238} . Porém, a geração de energia elétrica dos reatores nucleares utiliza a fissão dos átomos do U_{235} , para que libere energia na forma de calor. Dessa maneira, é preciso aumentar a proporção de U_{235} no urânio natural, para que ele possa ser utilizado na geração de energia elétrica (GUIMARÃES, MATTOS, 2010).

Quimicamente, o urânio U_{235} e U_{238} são idênticos, mas diferem na sua massa atômica e em algumas propriedades físicas. Essa diferença de massa atômica entre os isótopos de urânio é o que permite seu enriquecimento, mediante processos tecnológicos que consistem em alterar a quantidade isotópica do urânio encontrado na natureza, aumentando a proporção do urânio isótopo U_{235} , em relação U_{238} , criando condições para a ocorrência da reação em cadeia dentro do reator.

Na INB, são usados os reatores tipo PWR (pressurized water reactor), um reator de água pressurizada, que utiliza urânio enriquecido em níveis de 3,5% a 5%. Para os reatores de submarinos, o nível de enriquecimento passa para a ordem de 20% (TAUHATA et al. 2003). Comparando-se com o urânio usado em armas nucleares, o enriquecimento deve ser, pelo menos, 90% de U_{235} (GUIMARÃES, MATTOS, 2010).

O Brasil utiliza o enriquecimento de urânio pela ultracentrifugação gasosa, estando entre um dos oito países a dominar esta tecnologia.

De acordo com Tauhata (2003),

Existem outros métodos de enriquecimento de urânio, como a difusão gasosa, o enriquecimento por separação eletromagnética, o enriquecimento por jato centrífugo, o enriquecimento por troca iônica e o enriquecimento a laser. Dos métodos existentes, somente a ultracentrifugação e a difusão gasosa são utilizados comercialmente nos dias de hoje (TAUHATA, et al, 2003, p.61).

O gás hexafluoreto de urânio (UF_6) é centrifugado em altíssima velocidade, fazendo com que o gás mais pesado, ou seja, o gás com U_{238} permaneça nas extremidades, enquanto a fração mais leve se concentra no meio, junto ao eixo. Ocorre, então, a retirada de uma fração em cada parte, de modo a aumentar a porcentagem do U_{235} . São necessários vários estágios, para que se consiga aumentar de 0,7% para valores aproximadamente a 5% da quantidade de U_{235} . De

acordo com Tauhata, et al (2003), esses conjuntos de etapas são chamados de “cascata de enriquecimento”.

O Brasil desenvolveu a tecnologia de enriquecimento em 1988, quando realizou a primeira demonstração; a segunda aconteceu em 1994. Essa tecnologia foi desenvolvida pelo Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo - CTMSP, para ser usada nos submarinos nucleares. Depois, foi transferida para a INB para ser implantada na unidade industrial de Resende, no Rio de Janeiro, conforme mostra a figura 31 (GUIMARÃES, MATTOS, 2010).

Figura 31: Enriquecimento de Urânio



Fonte: http://www.inb.gov.br/pt-br/WebForms/Galeria_fotos.aspx?secao_id=112

Após a conversão do hexafluoreto de urânio UF_6 , uma parte é enriquecida na Europa e a outra parte volta em contêineres para o Brasil, sendo enriquecido com a tecnologia da ultracentrifugação, em Resende/RJ.

De acordo com Tauhata et al (2003), um dos grandes perigos do enriquecimento é o vazamento do hexafluoreto de urânio, que resulta na formação de ácido fluorídrico e outros compostos de urânio, mais pesados que o ar. O efeito tóxico desse ácido causa males mais significativos para o ser humano do que a radioatividade do urânio.

C.5. RECONVERSÃO

O processo de reconversão ocorre após o enriquecimento do urânio. O hexafluoreto de urânio (UF_6) é transformado em dióxido de urânio (UO_2) no estado sólido, em forma de pó, conforme a figura 32, para, em seguida, ser usado na

fabricação das pastilhas. De acordo com a Aneel (2008, p.118), “para obter um quilo de produto são necessários cerca de oito quilos de *yellowcake*”.

Figura 32: Processo de reconversão



Fonte: http://www.inb.gov.br/pt-br/WebForms/Galeria_fotos.aspx?secao_id=122

C.6. PASTILHAS E O ELEMENTO COMBUSTÍVEL

Após o enriquecimento, o gás hexafluoreto (UF_6) é reconvertido em dióxido de urânio (UO_2), um pó de cor cinza escuro metálico. O pó é então comprimido em pequenas pastilhas cilíndricas, que são levadas ao forno para endurecerem (adquirir resistência) a uma temperatura de aproximadamente $1700^{\circ}C$. O resultado é um material cerâmico, com alta capacidade de retenção dos produtos de fissão resultantes do processo de reação nuclear (TAUHATA, et al, 2003), conforme figura 33.

Figura 33: Pastilhas do Elemento Combustível



Fonte: <http://www.inb.gov.br/pt-br/WebForms/interna2>.

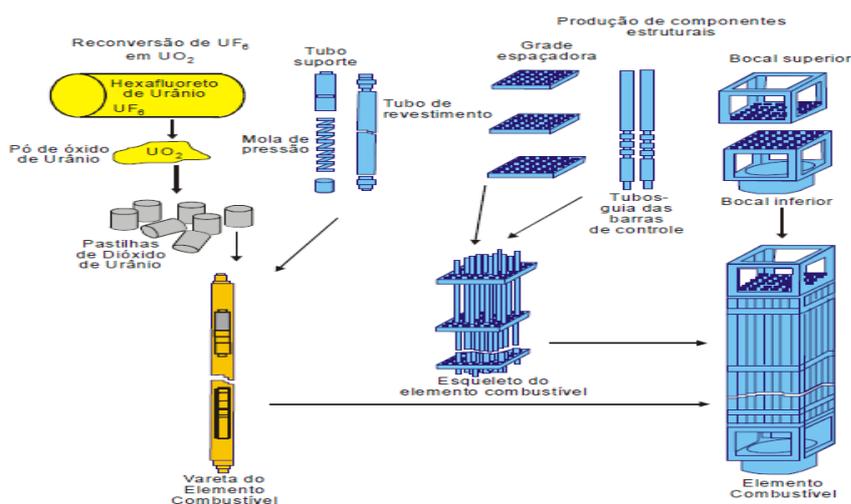
Essas pastilhas recebem um acabamento de retífica e uma análise milimétrica, com medição a laser, para que possam ser utilizadas dentro dos tubos de material chamado zircaloy (liga especial, resistente à corrosão, bastante permeável à passagem de nêutrons e boa condutora de calor).

Os reatores de Angra 1 e Angra 2 utilizam o combustível de urânio encapsulado em pastilhas nos tubos/varetas de zircaloy. Essas varetas são sustentadas por grades, e cada conjunto constitui um elemento combustível (INB, 2015), conforme a figura 28.

De acordo com a INB (2015), os elementos combustíveis usados em Angra 1 e Angra 2 são diferentes. Em Angra 1, são necessários 121 elementos combustíveis, sendo cada um deles com 235 varetas, com 369 pastilhas por vareta, em um comprimento de 4 metros e um peso total de 600 kg. Em Angra 2, são necessários 193 elementos combustíveis, com 236 varetas cada e 384 pastilhas por vareta, em um comprimento de 5 metros e um peso total de 840 kg. Essa recarga dura aproximadamente 3 ciclos, ou seja, 3 anos. Após sua utilização, os elementos são colocados em piscinas dentro das usinas.

A capacidade de geração bruta de energia (MWh) de um Elemento Combustível é, em Angra 1, 23.318 MWh e, em Angra 2, 52.609 MWh.

Figura 34: Elemento combustível



Fonte: TAUHATA, et al, 2003, p.62

O elemento combustível é fabricado em Resende/RJ, na Fábrica de Combustível Nuclear (FCN – Componentes e Montagem), obedecendo a rigorosos padrões de qualidade, sendo fiscalizada pela Agência Internacional de Energia

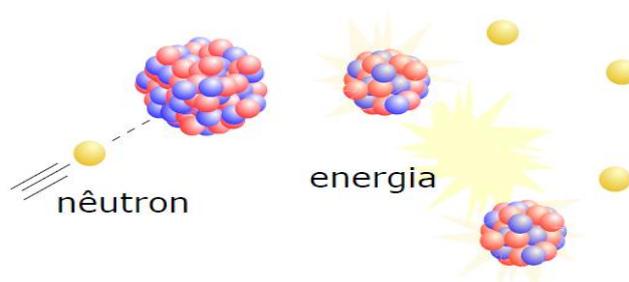
Atômica – AIEA, CNEN e pelo IBAMA e transportado para as usinas de Angra dos Reis/RJ, em contêineres, projetados e testados para tal função, obedecendo a regras internacionais. O traslado ocorre com a fiscalização do Corpo de Bombeiros e da Polícia Federal, processo planejado pela Eletronuclear e pela CNEN (INB, 2015)

C.7. REATOR NUCLEAR

Os reatores são instalações que utilizam a energia nuclear para a produção de calor, sendo, depois, transformada em energia elétrica.

O processo de geração começa com fissão dos átomos de urânio U_{235} , que estão dentro das varetas em forma de pastilhas nos elementos combustíveis. A fissão é a divisão do núcleo de um átomo em dois pedaços menores quando ele é atingido por um nêutron. Nesse processo de quebra nuclear, ocorre à liberação de dois ou três nêutrons, conforme a figura a seguir (35). Devido à liberação desses nêutrons, ocorre a reação em cadeia, permitindo que esses nêutrons atinjam outros núcleos de urânio e, assim, o processo acontece sucessivamente, liberando muito calor.

Figura 35: Ilustração de uma fissão nuclear



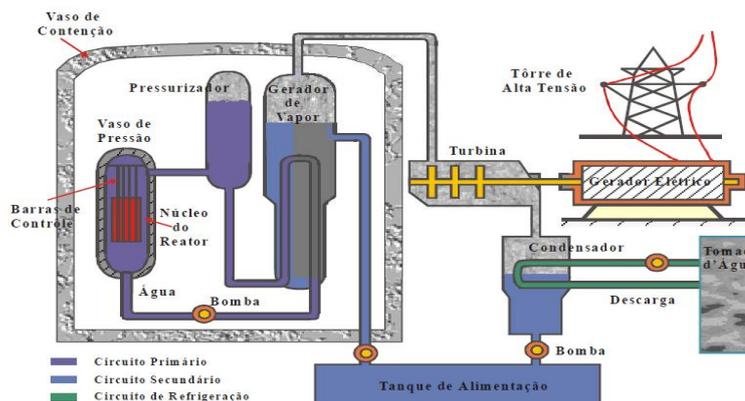
Fonte: CARDOSO, 2012, p.12

De modo geral, a fissão deve ser induzida, ao contrário da radioatividade que é espontânea. Para que ocorra a fissão, é necessária uma fonte de nêutrons. Algumas fontes usam o berílio-9, na presença de um emissor de partícula alfa, que pode ser o rádio-226. As partículas alfas colidem com o berílio e dele arrancam um nêutron. Um desses nêutrons colide com U_{235} , liberando mais dois ou três nêutrons, ocasionando uma sequência de fissões. Para que o processo ocorra continuamente, é necessário que os nêutrons tenham energia numa faixa correta, e encontrem núcleos de U_{235} na

taxa correta, para manter a reação em cadeia e, ao mesmo tempo, conservar o controle dessa reação (GALETTI, LIMA, 2010).

O processo de fissão gera muito calor, aquecendo, assim, a água do sistema primário. Esse calor do sistema primário é transferido para a água do sistema secundário, transforma-a em vapor, conforme figura 36.

Figura 36: Esquema de um reator de potência do tipo PWR



Fonte: (TAUHATA, et al, 2003, p.55)

A água do sistema secundário é, então, transformada em vapor, que, passando pela turbina, impulsiona o eixo a rodar, gerando eletricidade. A presença de um condensador no circuito terciário de refrigeração transforma esse vapor de água que passa pela turbina para o estado líquido, sendo levada para o sistema secundário, novamente, por meio de bombas e o processo se repete continuamente. O circuito terciário utiliza a água do mar para resfriar o vapor de água. Os três sistemas de água são independentes, não havendo contato direto entre eles.

C.8. FLUXO MAGNÉTICO E GERAÇÃO ELÉTRICA

O princípio de funcionamento dos geradores elétricos das usinas nucleares do Brasil, Angra 1 e 2, se baseia na variação do fluxo magnético em uma espira, para o surgimento da corrente elétrica.

O processo dos geradores elétricos comuns ocorre pela variação do fluxo magnético do ímã em relação à espira. Neste caso, o que importa é a variação do fluxo magnético dentro da espira e não apenas a presença do ímã. Um ímã parado dentro ou perto da espira mantém um fluxo constante, não permitindo o surgimento

da corrente elétrica. A variação do fluxo na espira pode ocorrer pela movimentação da espira ou do ímã. É preciso existir a combinação entre campo magnético e movimento para o surgimento da corrente elétrica.

Os geradores nucleares usados no país funcionam da seguinte maneira: A saída do vapor da água do sistema secundário movimenta as pás das turbinas que estão ligadas, pelo eixo, ao gerador principal. Nesse mesmo eixo, estão conectados a excitatriz piloto e a excitatriz principal.

A excitatriz piloto possui um ímã permanente no eixo (rotor); com o movimento do eixo pelo vapor da água, o ímã também entra em movimento, variando o fluxo magnético na bobina do estator da excitatriz piloto, surgindo, por consequência, a corrente alternada no mesmo (estator). Essa tensão que surge no estator provocada pela excitatriz piloto passa por um regulador de tensão, onde é retificada e enviada para o estator da excitatriz principal em forma de corrente contínua. A excitatriz principal possui bobinas, tanto no estator, quanto no rotor. A presença da corrente no estator faz surgir um campo magnético; como a bobina do rotor está em movimento, permitindo a variação do campo na mesma, surge, então, a tensão alternada no rotor da excitatriz principal. Essa corrente alternada passa por uma roda retificadora no eixo, sendo transformada em corrente contínua e enviada pelo próprio eixo para o rotor do gerador principal. A presença da corrente na bobina do rotor faz surgir um campo magnético; como o rotor está em movimento, o campo magnético se torna variável na espira do estator, surgindo então a tensão alternada no estator do gerador.

Em Angra 1, essa tensão de saída do gerador principal é de 19KV, já em Angra 2, essa tensão de saída é de 25 KV; em ambas as usinas, após a geração, há transformadores elevadores que passam a tensão para 525 kV e esta é enviada para a subestação de Furnas, localizada próximo às duas usinas.

O funcionamento de um gerador se baseia na lei de Faraday, conforme descrito no Apêndice B.

C.9.TRANSFORMADORES

No apêndice B foi descrito o princípio físico dos transformadores.

As tensões geradas em Angra 1 e 2 são de 19 KV e 25 KV, respectivamente. Passando pelos transformadores da subestação de Furnas, a tensão aumenta para 525 KV.

C.10. SUBESTAÇÃO E LINHA DE TRANSMISSÃO

As subestações fazem parte do sistema de transferência de energia elétrica com o objetivo de elevar ou rebaixar as tensões geradas pelas usinas nucleares por meio de transformadores. A voltagem de saída do gerador precisa ser elevada, para que ela possa seguir pelas linhas de transmissão até a subestação de Grajaú, interligando-se, assim, ao Sistema Interligado Nacional (SIN). Essa transmissão acontece na tensão de 525 KV. As subestações centrais são as responsáveis por distribuir essa energia, rebaixando novamente sua tensão, por meio de sucessivos transformadores, até que possam chegar às casas ou indústrias com 127 V, 220 V ou 360 V.

A subestação de Furnas recebe as tensões de 19 KV e 25 KV das usinas nucleares Angra 1 e 2, respectivamente, e são elevadas para as tensões 525 KV. A figura 36 mostra a subestação ao lado das usinas nucleares.

Figura 37: Subestação da Eletronuclear



Fonte: http://www.eletronuclear.gov.br/Portals/0/RIMadeAngra3/03_caracterizacao.html

C.11. DISTRIBUIÇÃO E CONSUMO ELÉTRICO

A energia elétrica gerada em Angra 1 e 2 possui uma potência total de 1990 MW. Após se integrar ao Sistema Interligado Nacional, essa energia passa a ser consumida em qualquer parte do Brasil.

Em 2014, a produção de Angra 1 foi capaz de abastecer 9,9 milhões de habitantes, levando em consideração o consumo médio no Brasil por habitante, que é 501 kWh/ano, partindo do consumo médio nacional anual por residência, que é 2004 kWh/ano, tendo por base uma casa com quatro pessoas. Essa unidade de Angra 1, poderia abastecer o estado do Ceará, aproximadamente por um ano, enquanto Angra 2 seria capaz de abastecer 20,8 milhões de pessoas, considerando o consumo médio nacional por pessoa. A energia gerada por ela seria suficiente para abastecer os estados do Paraná e Maranhão, durante um ano. (BRASIL, 2016b),

Destaca-se que todo esse potencial das usinas nucleares tem sua origem no município de Caetité, localizado no sudoeste do estado da Bahia, com a extração do urânio, empreendimento que contribui consideravelmente para o desenvolvimento do país.

APÊNCIDE D: GRUPO FOCAL DOCENTE

D.1.TEMÁTICA: PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM EM FÍSICA

1ª PARTE

* Abertura:

Cumprimentos

Apresentações

Justificativa da organização do Grupo Focal

2ª PARTE

Distribuição e desenvolvimento de questionário:

1. Fale um pouco sobre sua formação, tempo de docência, dificuldades encontradas e seus anseios como professor;
2. Sua formação acadêmica contribui, ou não é relevante no processo de ensino de Física?
3. A presença da INB ou do Parque Eólico influenciou alguma mudança na sua prática docente, ou na aprendizagem dos alunos sobre energia elétrica?
4. De que forma você utiliza as ideias prévias dos alunos durante o processo de ensino?
5. Caso negativo, não seria interessante utilizar a ideia prévia para se construir conhecimento?
6. Os alunos aprendem mais na base da aprendizagem mecânica (decoreba) ou na aprendizagem significativa? Quais fatores influenciam para essa aprendizagem?
7. Apresentar um conhecimento já “pronto” estimula a aprendizagem mecânica (decoreba), ou só ocorre aprendizagem significativa quando o conhecimento é construído pelo aluno?
8. Qual a diferença entre a evolução de um conceito científico citado nos livros, e a evolução de conceito realizado pelos alunos em sala de aula?
9. Vocês têm participado de cursos de curta duração, congressos, eventos, com foco nas ações docentes?
10. Quantas aulas semanais seriam suficientes para desenvolver todo o conteúdo programático?

11. Quais os métodos avaliativos mais usados por vocês? Se fosse para mudar, você mudaria?
12. O relacionamento interpessoal entre professor e aluno influencia no processo de aprendizagem?
13. Como o aluno percebe o ensino de física? Utilidade, necessidade, aplicabilidade, etc.
14. Qual tem sido o foco do seu ensino sobre eletricidade? No Enem, no cotidiano, ou nenhum dos dois?
15. Você estaria disposto a continuar contribuindo para o desenvolvimento dessa pesquisa?

3ª PARTE

Debate/Discussão sobre o tema em estudo

ENCERRAMENTO

- * Agradecimentos;
- * Café./Lanche

D.2. RESULTADO DO GRUPO FOCAL

Para a realização do grupo focal, foram convidados sete professores de física do terceiro ano do ensino médio da rede estadual de ensino, sendo um por escola; porém, somente cinco professores compareceram para a efetivação dessa atividade.

Dentre os cinco professores presentes, um tinha 21 anos de experiência em sala de aula, porém, com formação inicial em Letras. Outro, com 17 anos de experiência em sala de aula, com formação inicial em Engenharia Civil. O terceiro iniciou a docência sem nenhuma graduação; posteriormente, ingressou no curso de Licenciatura em Matemática, e, há 17 anos, atua em sala de aula. Os outros dois professores atuam em sala de aula, sendo um há 6 anos e o outro há 4 anos; ambos iniciaram a docência com Licenciatura em Matemática. O professor formado em Letras, devido sua aproximação no cotidiano com os números, optou pela Licenciatura em Matemática e Física, e, no momento, cursava Química. O engenheiro civil optou pela Licenciatura em Matemática, e, posteriormente, iniciou Licenciatura em Física, mas não a concluiu.

As maiores dificuldades relatadas pelos professores são a falta de base matemática encontrada nos alunos e a oferta de duas aulas semanais apenas, o que

é insuficiente para trabalhar todo o conteúdo. Os outros problemas relatados se referem ao uso do livro didático, tornando o ensino muito engessado, por não serem volumes únicos, o que impede o professor de desenvolver, ou rever, um conteúdo do ano anterior, por não possuir o conteúdo no livro.

Para os professores, a formação, mesmo não sendo na área específica de física, contribui para o ensino, uma vez que cursaram as disciplinas de didática e psicologia, entre outras. Porém, não é suficiente. Para o professor formado em física, essa contribuição é lógica, mas só veio depois de ter cursado física. Para o engenheiro, faltou a parte didática no início da carreira docente. Os outros professores sentiram mais falta do conhecimento específico de física, porque dominavam apenas o conhecimento didático. Um dos professores alertou sobre a complexidade da física que, além da parte matemática, precisa de uma explicação mais ampla sobre sua especificidade.

A presença dos parques eólicos e da INB na região não alterou as aulas dos docentes nem a aprendizagem dos alunos. Quando trabalham o tema energia, eles apenas comentam sobre a presença desses elementos na região. Um dos professores disse que realizou uma visita, levando os alunos às proximidades de uma torre eólica, quando estava trabalhando sobre energia em sala de aula. Um ponto observado no diálogo dos professores é que durante as aulas, muitas vezes, surgem perguntas sobre funcionamento, montagem, custo, etc., o que resulta em uma explanação superficial sobre energia local, mas nada muito profundo. Um professor alegou que, pelo fato de a INB ser de segurança nacional, isso acaba dificultando as visitas técnicas dos alunos; por isso, sugere que o órgão preste maior e melhor colaboração com a educação regional.

Pelo diálogo entre os docentes, percebe-se que eles não utilizam as ideias prévias dos alunos. O que alguns fazem, às vezes, é realizar uma pergunta para toda a turma sobre algum tema específico e observar as respostas, para que isso sirva de base para desenvolver o assunto e, de modo geral, as respostas são baseadas no senso comum ou acontecimentos vivenciados pelos alunos. Um dos professores sempre pede para que os alunos leiam o capítulo do próximo assunto que vai ser estudado, mas, pouquíssimos o fazem. O mediador lançou uma questão, se não seria interessante usar essas ideias prévias. Todos concordam que sim, mas, muitas vezes, esbarram no pouco tempo que têm em sala de aula, no número elevado de alunos por turma, numa média de 30 a 40 alunos e o desânimo destes

para aprenderem física. Um professor disse que esse é o desafio em ensinar física: conseguir a atenção, a motivação desses alunos. Para esse professor, dar aula para alunos desmotivados é ir do céu ao inferno dentro de sala de aula.

Questionados sobre o que fazer se os alunos não tiverem nenhuma ideia prévia sobre o assunto que vai ser estudado, os professores alegaram que procuram correlacionar com outros conteúdos já estudados ou próximos do aluno. Se, por acaso, ele não tiver nenhuma ideia sobre o assunto, a melhor forma é iniciar o assunto devagar, começando pelos conceitos básicos. Um dos professores reforça a ideia de começar a aula com uma pergunta para iniciar um diálogo, mas afirma que, às vezes, não é possível fazer uma pergunta pertinente. Neste caso, ele utiliza a nomenclatura do assunto, destacando aquilo que o aluno precisa saber sobre o que vai ser estudado, porque, em muitas situações, os alunos não sabem identificar nem mesmo o assunto que estão estudando.

Uma parte dos professores acha que os alunos aprendem mais de forma significativa; a outra parte acha que é de forma mecânica, no famoso “decoreba”. Essas respostas foram completadas com justificativas. Um professor acha que o aprendizado, para ser significativo, depende do aluno, por meio de exercícios, de muitas atividades. Mas, quando os alunos se deparam com uma questão de interpretação, eles não gostam, porque precisam pensar um pouco mais. Normalmente, os alunos preferem questões quantizadas; preferem a superficialidade. Outro professor disse que os alunos optam pelo caminho mais fácil, a “decoreba”. De modo geral, pela visão dos professores, é preciso melhorar muito, porque ainda existe muita memorização e poucos aprendem de forma geral. O mediador fez um questionamento, perguntando se alunos lembram o que foi estudado na primeira, segunda unidade ou até mesmo no ano anterior. A resposta foi unânime. Sempre que vão ensinar algo novo, que dependa de um conhecimento anterior, é preciso fazer uma recapitulação, seja de um ano para o outro, ou até mesmo no próprio ano letivo.

Outro ponto discutido entre os docentes foi sobre apresentação de um conhecimento já pronto, questionando se isso pode, ou não, influenciar na aprendizagem mecânica. Para os professores, é preciso construir esses conceitos junto com os alunos para que eles entendam que os mesmos não surgiram do nada. Muitas vezes, quando se apresenta um conceito, fica a impressão que surgiu de algum estudioso; fica sem sentido. Quando se desenvolvem os conceitos mostrando

o lado histórico, o seu surgimento, os pioneiros sobre o assunto, o aluno se sente mais atuante. Um professor disse que o aluno não interessa quando só ocorre a transmissão de conhecimento. Frisou que é preciso dialogar, questionar, para que a aula não se torne cansativa. Outro, apresentando quase a mesma ideia, disse que, se o aluno aprender o conceito já final, acabado, perde o encanto. Outro, ainda, afirmou que ensinar um conhecimento pronto favorece a “decoreba” e, quando os conceitos são construídos pelos alunos, há maior entendimento, embora, mesmo assim, possa ocorrer aprendizagem mecânica.

Observando o diálogo dos professores sobre a diferença entre a evolução de conceito dos livros com os construídos pelos alunos, concluiu-se que, para alguns, essa diferença está no laboratório, pois, para se chegar ao conceito do livro, são realizadas muitas experiências. Um professor entende que seria interessante mostrar no laboratório como ocorreu o processo até chegar ao conceito e diz que, não havendo esses recursos na escola, poder-se-ia usar o laboratório virtual. Para outro professor, os questionamentos feitos pelos alunos sobre o livro, são para tirar suas próprias conclusões, verificando se poderia ser diferente do que está escrito, ou seja, tentando respostas para suas inquietações. Alguns conteúdos deixam os alunos mais curiosos, uma vez que fazem parte do cotidiano deles. O mediador fez o questionamento, se o conhecimento errado trazido pelos alunos é usado ou descartado para desenvolver novos conceitos. Todos afirmaram que, quando isso acontece, explicam o conceito correto para os alunos, tentando não inibir novas colocações, procurando conduzir a ideia do aluno para o assunto que vai ser trabalhado.

Os professores participantes afirmaram que, sempre que podem, participam de cursos oferecidos pela rede estadual ou particular. No momento, nenhum estava fazendo curso de aperfeiçoamento ou pós-graduação lato senso. Um professor disse que, depois da graduação, não fez mais nenhum curso. Alguns já possuíam pós e um deles tem vontade de tentar o mestrado em ensino de física.

O número de aulas sugerido pelos professores para desenvolver todo o conteúdo programático no ano letivo varia de três a seis aulas semanais, ficando a média, observada no diálogo, em quatro aulas semanais. Atualmente, são apenas duas aulas que, se geminadas, melhoram o desenvolvimento dos assuntos. Houve, em anos anteriores, a oferta de três aulas semanais, mas, com a reformulação do ensino médio, essa oferta mudou para duas. No entanto, nenhum professor acredita

que isso possa mudar, uma vez que o governo não se dispõe a investir na educação. Um professor disse que existe muita cobrança, mas não há apoio, nem incentivos.

As avaliações realizadas pelos professores em sala de aula são os testes convencionais, provas, seminários, trabalhos em grupos, lista de exercícios. Ocorre uma variação entre um e outro, como uma aula prática com relatório, pesquisa, avaliação oral. Sobre mudar o processo avaliativo, um professor disse que não se pode ser utópico; é preciso pensar na praticidade do trabalho e, na área de exatas, é preciso facilitar as correções. Outro professor disse que, às vezes, avalia o comportamento, e, se pudesse, queria melhorar a parte de experimentação em sala de aula como avaliação.

O relacionamento interpessoal é muito importante na visão de todos os professores. É preciso haver respeito tanto do professor para o aluno, quanto do aluno para o professor. Um professor relatou que, mesmo dando aula em muitas turmas, sempre há uma turma em que o ensino se torna mais difícil. Se não houver empatia, acaba refletindo na aprendizagem. Sem relacionamento com os alunos não se consegue nada. Outro professor disse que, com carisma, mesmo cobrando bastante, os alunos prestam atenção e gostam do seu jeito de ser, o que é o sonho de todo professor. Outros afirmaram que ficam “cozinhando o galo”, ou seja, ficam enrolando os alunos dentro de sala de aula. Cada professor tem sua individualidade, tem que procurar dar a melhor aula e cativar os alunos. Para um professor, é importante ser amigo dos alunos fora de sala de aula, mesmo que seja durão dentro da sala.

Para os professores, a visão que os estudantes têm da disciplina física é que é algo complicado, puro cálculo, que estão estudando algo que eles não gostam, de que não vão precisar na vida diária. Um professor disse que muitos alunos não conseguem correlacionar o que aprendem com as tecnologias ou com o dia-a-dia. Outro professor chamou a atenção para o fato de os alunos fazerem as atividades somente pela nota; se não valer nota, eles não fazem. Mas, esperançoso, acredita que isso vai mudar com o tempo.

O foco das aulas de todos os professores é o ENEM e vestibular; porém, alguns intercalam com o cotidiano dos alunos, uma vez que há alunos de vários segmentos da sociedade. Um professor fala que, em virtude do ensino médio ser uma formação geral, sua preocupação se volta para o vestibular e o ENEM.

Os professores demonstraram disposição para ajudar, mesmo relatando suas limitações com o tempo e com o conhecimento físico. Um professor disse que gosta de desafios, por isso ia ajudar na pesquisa.

ANEXOS