

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ - UNIFEI
MESTRADO EM ENGENHARIA DE ENERGIA

DANIEL MENDONÇA

PRÁTICAS DE METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS:
Uma abordagem no uso da energia solar fotovoltaica

Itajubá
2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ - UNIFEI
MESTRADO EM ENGENHARIA DE ENERGIA

DANIEL MENDONÇA

PRÁTICAS DE METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS:
Uma abordagem no uso da energia solar fotovoltaica

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Ciências em Engenharia de Energia.

Área de concentração: Energia Sociedade e Meio Ambiente

Orientador: Prof. Dr. Geraldo Lúcio Tiago Filho

Itajubá
2018

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ENERGIA**

Daniel Mendonça

**PRÁTICAS DE METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS:
Uma abordagem no uso da energia solar fotovoltaica**

Dissertação aprovada por banca examinadora, em 09 de julho de 2018, conferindo ao autor o título de Mestre em Ciências em Engenharia de Energia.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Geraldo Lúcio Tiago Filho
(Orientador)

Prof^a. Dr^a. Glória Lúcia Magalhães (UNIS)

Prof. Dr. Adhimar Flávio Oliveira (UNIFEI)

Prof^a. Dr^a. Denise Pereira de Alcântara Ferraz
(UNIFEI)

**Itajubá
2018**

AGRADECIMENTOS

A presente dissertação de mestrado não poderia ser concluída sem o precioso apoio de várias pessoas. Início meus agradecimentos por **DEUS**, principalmente, porque Ele colocou pessoas tão especiais ao meu lado e concedeu-me mais esta oportunidade.

Não posso deixar de agradecer o meu orientador, professor doutor **Geraldo Lúcio Tiago Filho**, por todo empenho e paciência que dedicou a mim. Obrigado por acreditar, participar e se fazer presente. Estou certo de que este tempo em que juntos trabalhamos pôde me proporcionar através de seu exemplo e amizade conhecimentos e aprendizagens que vão muito além do que a engenharia pode calcular.

Os meus queridos e amados pais, **Lenira e Amaury**, agradeço pelo dom da vida, cuidado, zelo, infinito amor, por tamanho desprendimento em abrir mão da própria vida em prol daqueles que amam e por sempre me mostrarem o quanto acreditavam e se orgulhavam de mim. Cada minuto fez toda diferença. Muito obrigado!

À minha amada irmã, **Juliana**, agradeço pela imensa parceria, amizade, cumplicidade e palavras de apoio que sempre me ofereceu. Muito obrigado pela força!

Os meus sobrinhos, **Beatriz e Ivan**, obrigado por trazerem luz, alegria e carinho para minha vida.

O meu cunhado, **Amarildo**, muito obrigado pelo constante incentivo e motivação. Por me inspirar através de seu exemplo e dedicação na carreira acadêmica e por acreditar em meu trabalho.

À minha grande amiga do mestrado, **Milena**, grande companheira de trabalhos, conversas e sorrisos. Obrigado por me ajudar com tamanha paciência, por despender seu tempo e atenção em qualquer circunstância para me apoiar. Muito obrigado! Foi muito bom poder contar com você.

As minhas irmãs de coração, **Ariane e Valéria**, por só quererem o meu bem e me valorizarem tanto como pessoa. Obrigado pela amizade!

Os meus amigos **Allan e Juan**, muito obrigado pela força, conselhos, favores, atenção e preocupação e por sempre me motivar e apoiar em cada passo. Muito obrigado!

A toda minha família que tanto me apoiou, em especial às minhas primas **Rosilene, Helaine, Thamirys, Elly** e meu primo **Marcelo**, que com seu amor e carinho me acolheram e auxiliaram nos momentos em que mais precisei.

À minha amiga e parceira de trabalho **Dani Ribeiro**, que tanto colaborou para que ele pudesse ser realizado. Obrigado por cada mensagem, entusiasmo, interesse, motivação e

cuidado com que teve comigo durante este tempo. Seu profissionalismo e amizade foram referências para mim também.

O **Colégio Batista de Varginha**, agradeço pelo apoio, incentivo e parceria na realização deste projeto. Agradeço à diretora, senhora **Diná de Souza Melo**, pela prontidão e carinho com que recebeu a proposta. À coordenadora **Betânia** e orientadora **Judith** pela força e auxílio nas atividades. Ao **corpo docente**, que como um todo se mobilizou e colaborou com as atividades propostas.

Aos **alunos** do Colégio Batista de Varginha, que participaram espontaneamente deste trabalho. Por causa deles é que esta dissertação se concretizou. Vocês merecem meu eterno agradecimento!

A todo **corpo docente** do Mestrado em Engenharia de Energia da Unifei, em especial ao coordenador, professor doutor **Electo Silva Lora**, muito obrigado pelos ensinamentos, orientações e amizade. Vocês também foram referenciais para mim!

Os funcionários do Pró-reitoria de Pesquisa e Pós Graduação da Unifei, especialmente à secretária **Cássia**, pela disponibilidade, simpatia e gentileza. Obrigado pela ajuda!

Finalmente, gostaria de agradecer a **Universidade Federal de Itajubá**, por abrir as portas para que eu pudesse concluir e realizar este sonho, que era a minha **dissertação de mestrado**. Ofereceram-me mais do que conhecimento acadêmico, mas uma lição pra toda vida.

O sucesso depende da **energia** do ato, da **energia** da crença de que se triunfará e da crença de que se está na verdade, que assim se verifica por si própria.

William James

RESUMO

A Energia vem acompanhando a evolução da sociedade desde os tempos primários. Atualmente se tornou um elemento básico na infraestrutura econômica e industrial de um país. Contudo, estudos apontam dados preocupantes da ação antropogênica; sendo a atividade inconsciente e desenfreada da exploração humana sobre o planeta Terra um dos fatores mais significativos e responsável pelos impactos ambientais da atual sociedade. A solução para a maioria desses problemas seria alcançar os objetivos do desenvolvimento sustentável. Surge, então, a necessidade de uma educação que contemple fatores sociais, culturais, ambientais e energéticos que se apresentam como primordiais para desenvolver uma consciência ecológica nos indivíduos. Nesse contexto, este trabalho relata e descreve a aplicação de um projeto de intervenção, realizado em um colégio da rede particular de ensino, da cidade de Varginha, em Minas Gerais, no qual se faz uso de metodologias ativas para ensinar conteúdos relacionados à disciplina de ciências. Para isso, a proposta parte da instalação de energia fotovoltaica como uma escolha sustentável feita pela direção do colégio. A partir dos questionários e análises dos métodos desenvolvidos, foi possível constatar que os estudantes se mostraram mais envolvidos, interessados e participantes das aulas. Portanto, a utilização das metodologias ativas, auxiliaram tanto o professor em suas atividades docentes bem como os alunos que relataram se sentir mais motivados com as práticas adotadas neste projeto.

Palavras-chave: Energia, fotovoltaica, ensino, ciências.

ABSTRACT

Energy has been following the evolution of society since the earliest times. It has now become a staple in a country's economic and industrial infrastructure. However, studies point to worrisome data on anthropogenic action; being the unconscious and unbridled activity of the human exploration, on the planet Earth, one of the most significant factors and responsible for the environmental impacts of the current society. The solution to most of these problems would be to achieve the goals of sustainable development. Given this context, there is a need for an education that includes social, cultural, environmental and energy factors; factors that are presented as primordial to develop an ecological consciousness in the individuals, which depends on the education. In this context, this work reports and describes the application of an intervention project, carried out at a private school in the city of Varginha, Minas Gerais; where active methodologies are used to teach contents related to the discipline of science from the premise that the college did the installation of photovoltaic energy in its dependencies. From the questionnaires and analysis of the developed methods, it was possible to verify that the students were more involved, interested and participants of the classes. Therefore, the use of the active methodologies, helped both the teacher in his teaching activities as well as the students who reported being more motivated with the practices adopted in this project.

Keywords: Energy, photovoltaics, teaching, science.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 3.1-	Estrutura do Sol	23
Figura 3.2 -	Principais características do Sol	24
Figura 3.3 -	Evolução da capacidade instalada de energia solar fotovoltaica	27
Figura 3.4 -	Composição de uma célula fotovoltaica.	29
Figura 3.5 -	Hierarquia fotovoltaica.	30
Figura 3.6 -	Índice de geração de emprego por MW instalado para diversas fontes e tecnologias	31
Figura 3.7 -	Regiões brasileiras com potencial de geração fotovoltaica.	32
Figura 3.8 -	Projeção para o preço de módulos fotovoltaicos	39
Figura 3.9 -	Ilustração do Arco de Magueres.	44
Figura 5.1 -	Infraestrutura do Colégio Batista de Varginha.	64
Figura 6.1 -	Experiência de fotossíntese realizada com o sexto ano.	76
Figura 6.2 -	Laboratório de Informática do Colégio Batista.	77
Figura 6.3 -	Vista superior das placas fotovoltaicas no Colégio Batista.	77
Figura 6.4 -	Energia potencial gravitacional transformada em energia cinética.	80
Figura 6.5 -	Energia Potencial Elástica transformada em energia cinética.	80
Figura 6.6 -	Transformação de energia	81
Figura 6.7 -	Brinquedo solar fotovoltaico.	85
Figura 6.8 -	Circuito em paralelo	86
Figura 6.9 -	Associação mista 1- uma associação em paralelo dentro de uma em série.	86
Figura 6.10-	Visita ao gerador fotovoltaico.	88
Figura 7.1 -	Resposta à pergunta sobre o tamanho do planeta Terra	90
Figura 7.2 -	Respostas dos alunos do sexto ano ao questionário individual	91
Figura 7.3 -	Resposta à pergunta sobre a importância do Sol para os seres humanos.	92
Figura 7.4 -	Pergunta sobre a importância do Sol para as plantas e animais	93
Figura 7.5 -	Pergunta sobre quantas são as estações do ano	94
Figura 7.6 -	Pergunta sobre a noção de universo	94
Figura 7.7 -	Desenho do aluno X sobre o Universo.	95
Figura 7.8 -	Desenho do aluno Y sobre o Universo.	96
Figura 7.9 -	Pergunta sobre o entendimento do que é energia	97
Figura 7.10 -	Pergunta sobre o entendimento a respeito de energia cinética	98
Figura 7.11 -	Pergunta sobre a quantidade de energia de cada uma das alternativas.	98
Figura 7.12-	Pergunta sobre qual tipo de energia eles conhecem.	98
Figura 7.13 -	Pergunta sobre definição de energia.	100
Figura 7.14 -	Pergunta sobre a definição do que é corrente elétrica.	101
Figura 7.15 -	Pergunta sobre a diferença entre tensão e potência elétrica.	102
Figura 7.16 -	Respostas dos alunos ao exercício relacionando potência e consumo de energia.	103
Figura 7.17 -	Respostas dos alunos aos exercícios relacionando potência e consumo de energia ao longo do tempo.	104
Tabela 4.1 -	Comparação entre temas do CBC e habilidades da BNCC	49
Tabela 4.2 -	Eixos temáticos e temas do CBC de Ciências (ensino fundamental - 6º ao 9º ano)	50

Tabela 4.3 -	O tema “Energia nos ambientes” no ensino fundamental II	54
Tabela 4.4 -	O tema “O mundo muito grande” no ensino fundamental II	55
Tabela 4.5 -	O tema “O mundo muito grande” no ensino fundamental II	56
Tabela 4.6 -	Competências e habilidades ligadas à Educação em Energia	61
Tabela 5.1 -	Proposta de Atividades para o 6º ano do ensino fundamental	65
Tabela 5.2 -	Proposta de Atividades para o 9º ano do ensino fundamental	66
Tabela 5.3 -	Proposta de Atividades para o 3º ano do ensino médio	66
Tabela 5.4 -	Materiais de apoio utilizados na aplicação do projeto	67
Tabela 6.1 -	Síntese da proposta	71
Tabela 6.2 -	Sobre as transformações de energia	82

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
1.1 Objetivos.....	14
1.2 Justificativa.....	14
1.3 Definição da proposta.....	17
1.4 Estrutura da dissertação.....	18
2 METODOLOGIA.....	20
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	22
3.1 O tema energia.....	22
3.1.1 O Sol e a energia solar.....	23
3.1.2 Histórico da energia fotovoltaica.....	25
3.1.3 Energia e sistemas fotovoltaicos.....	26
3.2 Metodologias ativas: a formação de uma estudante autônomo.....	35
3.2.1 Introdução às ideias de metodologias ativas.....	37
3.2.2 Algumas possibilidades de metodologias ativas.....	38
3.2.2.1 O estudo de caso.....	39
3.2.2.2 O processo do incidente.....	40
3.2.2.3 O método de projetos.....	41
3.2.2.4 A pesquisa científica.....	42
3.2.2.5 A aprendizagem baseada em problemas.....	42
3.2.2.6 A metodologia da problematização com o arco de Maguerez.....	43
4 TÓPICOS DA BASE NACIONAL CURRICULAR COMUM LIGADOS AO PROJETO.....	46
4.1 Os anos finais do ensino fundamental e a Base Nacional Curricular Comum.....	46
4.2 O Currículo Básico Comum e a BNCC.....	48
4.3 Reforma do ensino médio 2017.....	57
4.4 O ensino médio e a BNCC.....	58
5 SOBRE O DESENVOLVIMENTO DO PROJETO.....	63
5.1 Caracterização da escola e dos sujeitos.....	63
5.2 O material de apoio e seu uso.....	65
5.3 Energia fotovoltaica no colégio Batista.....	67
6 DESCRIÇÃO E APLICAÇÃO DA PROPOSTA.....	69
6.1 A aplicação da proposta em blocos.....	69
6.2 Concepções prévias dos alunos.....	71
6.2.1 Apresentação da proposta.....	71
6.2.2 O questionário individual.....	72
6.2.3 Questionário em grupo no sexto ano.....	73
6.2.4 Roteiro de observações.....	73
6.2.5 Sistema solar geocêntrico ao heliocêntrico.....	74
6.2.6 Fotossíntese.....	75
6.2.7 Formas de energia.....	76
6.3 A apresentação e as discussões com os alunos do 9º ano.....	78
6.3.1 Energia armazenada nos processos.....	79
6.3.2 Trabalho e energia.....	82

6.4 Apresentação e discussões com os alunos do 3º ano do ensino médio	83
6.4.1 Aula interdisciplinar sobre o Sol como fonte de energia primária	84
6.4.2 Associação de resistores e circuitos elétricos	86
6.4.3 Geradores elétricos	87
7 ANÁLISE E DISCUSSÕES DAS ATIVIDADES	89
7.1 Questionário individual do 6º ano.....	89
7.2 Questionário individual aplicado aos alunos do 9º ano do ensino fundamental II	96
7.3 Questionário individual aplicado aos alunos do 3º ano do ensino médio	99
7.4 Questionário sobre aula interdisciplinar aplicado aos professores	105
8 CONCLUSÃO	107
8.1 Considerações finais	107
8.2 Recomendações para trabalhos futuros.....	109
REFERÊNCIAS	110
APÊNDICE A	120
APÊNDICE B.....	121
APÊNDICE C	122
APÊNDICE D	123
APÊNDICE E.....	124

1 INTRODUÇÃO

A energia acompanha a evolução da sociedade desde o seu início na pré-história, quando os homens das cavernas descobriram a utilidade do fogo para sua alimentação e proteção. Com a descoberta de como fazer fogo, através do atrito de pedras e madeiras que gerava fagulhas capazes de incendiar a palha seca, começou o domínio do homem sobre a produção de energia em seu benefício, como cozer os alimentos, aquecer as noites frias, iluminar e afastar os animais e outros grupos inimigos. Mais tarde ele usaria o fogo para derreter os minerais e forjar suas armas e ferramentas para o trabalho, como também para dar resistência às peças cerâmicas que produzia. No século XVIII, com a Revolução Industrial, o carvão passou a fazer parte da matriz energética global. Porém, a sociedade daquela época não imaginava o impacto ambiental que isso traria ao longo dos tempos (LEMOS, 2005).

Atualmente a energia constitui-se em um elemento básico da infraestrutura econômica e industrial de um país. As fontes de energia, que dão origem à eletricidade ou aos combustíveis, iluminam as ruas e edifícios, movimentam as máquinas e caminhões. A energia gerada através do consumo de combustíveis fósseis é um fator causador de degradação ambiental com a produção de compostos poluentes que não são absorvíveis pelos ciclos naturais. Segundo Piva (2010), os combustíveis fósseis, à base de carbono, que representam 65% da produção de eletricidade e 86% do consumo global de energia, movimentam a economia do mundo. Com grandes reservas mundiais, esses combustíveis são projetados para desempenhar um papel central na produção de energia, pelo menos nas próximas décadas. Além disso, ainda existe um problema na oferta e distribuição de energia. De acordo com o Ministério de Minas e Energia (BRASIL, 2009), 75% da energia gerada em todo o mundo é consumida por apenas 25% da população mundial, principalmente nos países industrializados. Mas há outros impactos a considerar. O sistema energético mundial é responsável por severos impactos ambientais, como derramamentos de óleo, perda de biodiversidade, chuva ácida e a poluição urbana. Assim, a forma com que a energia vem sendo produzida e consumida é incompatível com o desenvolvimento sustentável, por isso as nações buscam soluções possíveis para diminuição desses impactos, firmando acordos dentro de convenções internacionais. Contudo, mitigar os impactos é uma tarefa muito difícil em se tratando de uma sociedade capitalista e consumista como a atual.

Na tentativa de minimizar os impactos ambientais, diversas nações estão investindo muito dinheiro em projetos que utilizam fontes renováveis, pois em geral elas oferecerem uma menor contribuição para o aquecimento da Terra e representam opções para

uma independência com relação ao petróleo. As energias renováveis, por vezes incorretamente chamadas alternativas, incluem a energia solar, a energia eólica, a biomassa, a energia geotérmica, a energia hídrica e a energia dos oceanos. Porém, a exploração de fontes renováveis como a hidráulica, solar e biomassa também tem seus impactos ambientais e apresentam suas limitações, pois a natureza não disponibiliza as fontes energéticas exatamente no momento em que são necessárias. Vale ressaltar que recursos naturais como o vento, a chuva e o sol não estão disponíveis permanentemente. Além disso, as energias renováveis algumas vezes necessitam de equipamentos de alta tecnologia e de grande dimensão para atingir níveis de produção satisfatórios.

O uso de recursos fósseis é o maior responsável pelos impactos ambientais da atual sociedade. As emissões decorrentes da queima de combustíveis fósseis, inclusive as do setor de transportes, são as maiores responsáveis pela poluição urbana e, conseqüentemente, por centenas de milhares de mortes por problemas respiratórios, cardiovasculares e câncer.

Muitos estudos como (SILVA, 2009); (LIMA, 2013); (MARCELINO, 2007) (SACHS, 1993); (JACOBI, 2005); (ONU, 1972) apontam dados preocupantes da ação antropogênica; relatando que boa parte da comunidade científica acredita que o aumento da concentração de poluentes antropogênicos na atmosfera é uma das causas principais do efeito estufa e, por consequência, do aquecimento global. Verifica-se ainda um aumento do número de eventos climáticos extremos como tornados, ciclones, furacões e maremotos, assim como uma intensificação de terremotos e atividades vulcânicas (RIOS, 2006). Pesquisas e registros estatísticos relatam aumento na frequência e intensidade desses eventos extremos nas últimas décadas e de seus efeitos danosos sobre a saúde, as vidas humanas, o bem-estar e os patrimônios ambientais e sociais (MARCELINO, 2007). A solução para a maioria desses problemas seria alcançar os objetivos do desenvolvimento sustentável.

Diante desse contexto, surge a necessidade de uma educação que contemple fatores sociais, culturais, ambientais e energéticos, pois, conforme Gutiérrez (1999) para se alcançar a preservação ambiental e cultural, é necessário desenvolver uma consciência ecológica nos indivíduos, a qual depende da educação.

A escola tem um papel importante nesse contexto, pois uma de suas atribuições é mostrar às gerações futuras a importância de cada indivíduo no planeta, como eles devem ter consciência de seus atos e quais os seus deveres perante o meio ambiente, a natureza e a sociedade (JACOBI, 2005). Por isso, é necessário dar condições aos alunos de se integrar ao mundo, pois como afirma Legan, “a educação melhora a condição humana” (LEGAN, 2009, p. 13). Segundo o autor, orientar o estudante para a vida em um planeta que a cada dia se

torna mais descartável, é criar meios de mudar esse cenário, “fazendo com que seja responsável e produtivo membro da sociedade” (LEGAN, 2009, p. 2).

Faz-se necessário então educar para a construção de um mundo sustentável, onde se desenvolva a consciência de que é preciso devolver o que se toma emprestado da natureza, sem comprometer as gerações futuras, sem agredi-la, conhecendo e respeitando a pluralidade cultural existente entre os povos e nações.

A partir desse cenário, é importante destacar que, como afirma Moran, “os processos de organizar o currículo, as metodologias, os tempos e os espaços precisam ser revistos” (MORAN, 2015, p. 15). Os modelos tradicionais de ensino já não são mais suficientemente didáticos e eficazes na transmissão do conhecimento. Levando em conta que, o atual aluno é amplamente capaz de acessar e receber informações; o papel do professor enquanto profissional que leva o conhecimento de maneira padronizada, com métodos tradicionais, já não é mais suficiente para envolver o discente em suas aulas. Por isso, é preciso que novas técnicas e abordagens sejam trabalhadas, no intuito de melhorar a qualidade daquilo que se pretende ensinar.

Surgem, então, as metodologias ativas, no sentido de amparar e oferecer uma opção nas propostas didáticas em sala de aula. As metodologias ativas fazem uso da problematização como recurso estratégico para o ensino-aprendizagem, tendo como objetivo de atingir e motivar o discente, pois ao ser confrontado com a situação-problema, o aluno analisa, observa, examina, reflete, relaciona a sua história e passa a ressignificar suas descobertas (MITRE *et al.* 2008)

Moran ressalta ainda que “as metodologias ativas são pontos de partida para avançar para processos mais avançados de reflexão, de integração cognitiva, de generalização, de reelaboração de novas práticas” (MORAN, 2015, p. 18). Por isso, essas práticas se apresentam como uma alternativa muito interessante, principalmente no sentido de que se possa fazer com que o aluno esteja mais próximo da realidade e do contexto em que está inserido.

Diante dessa necessária mudança de paradigma da educação, a escola não só usa a teoria para educar visando à sustentabilidade, mas usa práticas para envolver toda a comunidade interna e externa. Nesse contexto a escola trabalha na constante tentativa de aprimorar os conhecimentos relacionados a diversas áreas do conhecimento, em especial os ligados às ciências da natureza, e desenvolver nos educandos a consciência ambiental, podendo assim contribuir de forma positiva para a melhoria da qualidade de vida dos alunos e comunidade local.

1.1 Objetivos

O objetivo deste trabalho é aplicar, relatar e discutir com base na bibliografia levantada, uso de metodologias ativas no ensino de Ciências, tomando como referência a utilização de energia fotovoltaica em um colégio da rede particular de ensino na cidade de Varginha, Minas Gerais, no ensino fundamental, com as séries do 6º e 9º anos, e no ensino médio com o 3º ano. A utilização dessa prática pedagógica tem como fim estimular o aluno a construir um aprendizado que será levado para fora da sala de aula e colocado em prática em seu cotidiano, buscando, então, que esse conhecimento não se perca ao fim do ano letivo.

1.2 Justificativa

Segundo Berbel, “a aprendizagem que envolve a auto-iniciativa, alcançando as dimensões afetivas e intelectuais, torna-se mais duradoura e sólida” (BERBEL, 2011, p. 25).

A autora afirma que somente informações não bastam para que a escola integre as pessoas, de qualquer idade, de maneira efetiva na sociedade “Embora imprescindíveis, as informações em si teriam, quando apenas retidas ou memorizadas, um componente de reprodução, de manutenção do já existente, colocando os aprendizes na condição de expectadores do mundo” (BERBEL, 2011, p. 25).

O desenvolvimento do método científico é um processo importante no ensino de ciências. É prioridade que o aluno participe e atue ativamente no processo de aprendizagem, pois a simples observação de descobertas alheias não é capaz de fazer com que o aluno absorva com qualidade o conteúdo ali passado. Espírito de observação, capacidade de elaborar hipóteses, desenvolver gosto e afeição à experiência e curiosidade insaciável estão entre as atitudes despertadas através de pesquisas em laboratórios e em análises de fenômenos simples que fazem parte do cotidiano. Portanto, a utilização de atividades práticas é um dos métodos mais eficientes para se conseguir a contextualização, o entendimento e o envolvimento dos alunos com determinado conteúdo (SIAS, 2006).

De modo geral, os estudantes de ensino fundamental e médio têm apresentado crescente dificuldade em compreender os fenômenos das ciências da natureza, em especial a Física no caso dos alunos do ensino médio, além da falta de prazer em estudá-la. Os educandos muitas vezes não sabem como inserir os conceitos físicos no seu cotidiano. Cada vez mais ele desconecta os assuntos ligados às ciências da natureza - dentre os quais aqueles relacionados à energia - do seu cotidiano e não percebe a praticidade dessa disciplina.

A temática Energia é um conceito físico que pode ser aplicado em muitas disciplinas do ensino fundamental e médio - principalmente por se tratar de um assunto amplo

e participar na construção das competências exigidas para várias etapas de ensino. O tema Energia vem no sentido de contextualizar o ensino de forma que os alunos aprendam e sintam vontade de aprender.

Além disso, essa temática é estimulada pelo caráter de preservação ambiental. Segundo Mueller (1999), o consumo de energia é uma das principais causas da degradação do meio ambiente. O desenvolvimento econômico aliado ao contínuo uso e geração de resíduos tem provocado impactos nocivos ao meio ambiente como o aumento do efeito estufa, as mudanças climáticas, a desertificação, o desmatamento, a poluição de corpos d'água, a perda da biodiversidade, poluição do solo e das águas subterrâneas e a poluição do ar nas cidades.

Assim, é evidente que a sociedade deve procurar maneiras de conciliar o desenvolvimento e as vantagens de um modo de vida aceitável com a conservação do meio ambiente. Isso é o que se chama desenvolvimento sustentável ou sustentabilidade. Nesse cenário, a prevenção da poluição através da minimização de resíduos e de uma produção com tecnologias mais limpas e eficientes seria a opção mais sustentável (tanto na relação custo-benefício, quanto para o meio ambiente) para conter o problema da poluição (GELLER, 2003).

Vale ressaltar que o efeito estufa é o crescimento constante da temperatura média da Terra em consequência do aumento da concentração atmosférica de alguns gases, tais como o gás carbônico, clorofluorcarbonos (CFCs), entre outros. Esses gases são conhecidos como gases estufa e capturam parte da radiação infravermelha que a terra devolve para o espaço, provocando o aumento da temperatura atmosférica e as mudanças climáticas.

Assume-se que um tep libera durante a combustão 41.868,0 MJ (megajoules), propriedade dos combustíveis que recebe o nome de poder calorífico (VIANA *et al.*, 2012), torna-se ainda mais pertinente conscientizar a população da relevância e da necessidade de se desenvolver novas técnicas na utilização de energia. E a educação pode ser um meio eficiente de se realizar esse processo.

Segundo Goldemberg (2000), as principais medidas para a redução das emissões de gases de efeito estufa são:

- Eficiência e conservação de energia;
- substituição de combustíveis;
- desenvolvimento de fontes alternativas de energia;
- acréscimo de potência instalada de centrais nucleares;
- captura e deposição do dióxido de carbono;

- redução de queimadas.

Como resultado da emissão de gases de efeito estufa pode-se citar:

- Redução da biodiversidade;
- alteração do ciclo hidrológico e da vazão dos rios,
- alterações na produtividade de diferentes cultivos;
- aumento do nível dos oceanos;
- aumento da incidência de doenças, entre outros.

A prática cidadã deve buscar em sua ação a resolução dos problemas que atingem a vida da comunidade (MARTINS, 2000). Um desses problemas seria a poluição ambiental. Ao desenvolver a metodologia presente neste trabalho o professor pode fazer com que seus alunos sejam ativos transformadores do meio em que vivem, visando a um mundo melhor para si e para os outros.

Para o ensino médio, de acordo com a Lei de Diretrizes e Bases de Educação Nacional (BRASIL/LDB), em sua edição atualizada em março de 2017, é previsto que:

SEÇÃO IV – Do Ensino Médio

Art. 35. O ensino médio, etapa final da educação básica, com duração mínima de três anos, terá como finalidades:

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

II – a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;

III – o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento

IV – a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina (BRASIL, 2017a, p. 24).

Isso justifica a prática e a condução das aulas no sentido principalmente que o aluno seja ativo e participante no processo de aprendizagem, ao destacar a lei que a compreensão dos fundamentos deve acontecer de modo a relacionar prática com teoria nota-se a relevância atribuída ao fato de que o aluno possa estar integrado e percebido não mais como expectador, mas atuante assíduo das teorias que a ele são demonstradas em sala de aula.

A aplicação de práticas e metodologias ativas apresentam ganhos significativos em relação ao domínio, assimilação e retenção do conteúdo trabalhado em sala de aula. As características apresentadas fazem não apenas do estudante e das práticas pedagógicas mais eficientes como também trazem ao aluno características holísticas que de modo geral podem contribuir em algumas vezes, até mesmo com sua vida de modo geral. Afinal, um indivíduo

que aprende a ser engajado, crítico, criativo, participativo e entusiasta pode fazer bom uso positivo destas características em outros pontos de sua vida além da condição. Por isso, tais práticas podem ser entendidas como atividades pedagógicas que atingem aspectos “muito além” da sala de aula.

Todavia, a implementação das metodologias ativas se apresenta favorável ao desenvolvimento de uma motivação autônoma, principalmente ao inserir a consolidação do entendimento do educando como origem de sua própria ação. Assim, elas podem apresentar caminhos possíveis como soluções ou propostas positivas na resolução dos problemas que se apresentam como opções que inovam e criam novos caminhos para o desfecho dos autos de aprendizagem, pesquisa ou estudo.

1.3 Definição da proposta

Atualmente as escolas trabalham com as disciplinas de modo a promover a fragmentação do saber. De acordo com Fagundes e Burnham (2001), dentre os problemas relacionados ao ensino, um dos mais discutidos tem sido a excessiva fragmentação do conhecimento. As pesquisas e literaturas que abordam o tema de superação dessa fragmentação e compartimentalização do currículo colocam no âmbito da organização disciplinar a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade.

A interdisciplinaridade supõe um eixo integrador que pode ser o objeto de conhecimento, um projeto de investigação, um plano de intervenção. Nesse sentido, ela deve partir da necessidade sentida pelas escolas, professores e alunos de explicar, compreender, intervir, mudar, prever algo que desafia uma disciplina isolada e atrai a atenção de mais de um olhar, talvez vários (SILVA; HUSSEIN, 2016).

Segundo Carlos (1995), na interdisciplinaridade é possível perceber a cooperação e o diálogo entre as diferentes disciplinas, coordenadas por uma disciplina específica, um problema comum a todas ou diferentes formas que representem um elemento de integração entre elas, o qual norteia e orienta as ações interdisciplinares.

Neste sentido, vale evidenciar que as práticas adotadas neste projeto visam, entre outras, à interdisciplinaridade entre os conteúdos. Tendo em vista que em todos os níveis de ensino trabalhados buscou-se aprimorar, desenvolver e favorecer o diálogo entre as disciplinas - muitas das atividades propostas aconteceram até mesmo em conjunto e algumas aulas foram ministradas por professores de disciplinas diferentes simultaneamente - e levando em conta ainda que as aulas foram fundamentadas em um elemento comum - o tema energia

fotovoltaica no Colégio Batista de Varginha-, é possível concluir que a interdisciplinaridade esteve presente em muitos aspectos neste trabalho.

Já a transdisciplinaridade, de acordo com Nicolescu (1999), envolve aquilo que está ao mesmo tempo entre as disciplinas, através das diferentes disciplinas e além de toda e qualquer disciplina. Sua finalidade é a compreensão do mundo atual, para a qual um dos imperativos é a unidade do conhecimento.

Com relação à transdisciplinaridade, como a proposta assume um caráter que busca desenvolver no aluno sua consciência e responsabilidade como indivíduo e membro ativo da sociedade, mostrando sua importância e a relevância de suas ações para com o planeta, bem como apontar ao educando o entendimento de fatores culturais, sociais e energéticos onde está inserido, é possível entender que as características transdisciplinares também são contempladas neste trabalho.

1.4 Estrutura da dissertação

A motivação inicial deste trabalho se deu pelo fato do Colégio Batista de Varginha, onde leciona o autor, ter instalado a energia fotovoltaica nas dependências da escola. A pesquisa foi realizada e todos os questionários aplicados dentro do colégio com alunos e professores da instituição. Antes dos resultados obtidos e de sua análise, este estudo apresenta a proposta, a metodologia e o referencial teórico. Levando em consideração a amplitude metodológica da temática energia, principalmente por abranger diversas disciplinas, trabalhou-se nesse projeto no sentido de realizar aulas com recursos de metodologias ativas para o ensino de ciências e outras disciplinas relacionadas ao assunto.

Na seção 1, “Introdução”, apresenta-se a relevância do tema e a importância da conscientização sobre a preservação do meio ambiente, assim como os problemas ambientais consequentes do uso das fontes de energia fósseis. Justifica-se ainda a escolha do tema deste estudo, bem como os objetivos, o escopo e sua organização.

A seção 2, “Metodologia”, reflete sobre as referências utilizadas e descreve a maneira como a pesquisa foi aplicada, definindo entre outros, os objetivos propostos e como os dados foram analisados. Através da pesquisa, levantou-se uma bibliografia sobre a temática energia, abordando principalmente as energias relacionadas ao Sol, em especial a fotovoltaica, bem como a atual estrutura de ensino, tendo como base os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNs) e a Base Nacional Curricular Comum (BNCC), e as competências e habilidades exigidas nessa etapa escolar. Como aplicação e desenvolvimento do projeto, foram realizadas as atividades de metodologias ativas dentro do colégio e aplicados

questionários antes dessas práticas, afim de que fosse possível avaliar de diversas maneiras a evolução e os impactos causados pelo desenvolvimento do mesmo.

A seção 3, “Referencial teórico”, trata os conceitos e definições sobre energia, bem como aborda os principais fatores da temática energia, em especial o Sol e a energia solar. Tendo em vista a proposta do ensino a partir de um sistema fotovoltaico, o capítulo ressalta ainda a história desse tipo de energia e explica seu funcionamento, bem como sua evolução e situação ao longo do tempo. Esse capítulo também aborda as ideias de metodologias ativas, apresentando uma conceituação de metodologias ativas e as diversas metodologias existentes. Faz também considerações sobre a relevância dessas práticas para o ensino e como elas podem ser eficientes no desenvolvimento das aulas desenvolvidas por este trabalho.

A seção “Parâmetros Curriculares Nacionais e CBC” apresenta as características das diversas áreas referentes ao currículo das fases de educação em análise e ainda a definição dos conceitos de interdisciplinaridade e transdisciplinaridade. Essa seção 4 reflete também sobre os tópicos do CBC, no sentido de justificar em bases legais os temas e métodos aplicados nesta pesquisa.

A apresentação das características da escola e dos sujeitos participantes da pesquisa é feita na seção 5, “Sobre o desenvolvimento do projeto”. Além disso, apresenta-se o material utilizado na pesquisa e as práticas nela adotadas.

A “Descrição e aplicação da proposta”, seção 6, explica as práticas desenvolvidas durante a pesquisa e a forma como foram aplicadas. Fotos, exercícios, alguns diálogos entre alunos e professor, além da organização sistemática aula a aula do processo são utilizadas para fomentar a análise.

Na seção 7, “Análise e discussão das atividades”, mostram-se os gráficos dos questionários aplicados e as discussões sobre os resultados obtidos. Também nessa seção, apresentam-se alguns dos questionários respondidos por professores e alunos que participaram do projeto.

As “Conclusões e recomendações para futuros trabalhos” fecham este estudo, destacando ainda suas limitações e recomendações posteriores na mesma área.

2 METODOLOGIA

Um fato ou uma solução nunca é isolado, mas sim relacionado entre muitos outros. Portanto, na escola o que se deve procurar é uma integração entre as diferentes disciplinas de forma que o conhecimento seja um todo, portanto, deve-se procurar a interdisciplinaridade (FAZENDA, 1993).

Além disso, a maneira como a interdisciplinaridade é desenvolvida deve ser levada em consideração, por isso, o uso de novos métodos se faz atualmente mais que necessário para que os processos de aprendizagem sejam ainda mais eficientes. Nesse contexto, este estudo buscou desenvolver ao longo das aulas práticas de metodologias ativas, um processo amplo, tendo como principal característica a inserção do aluno/estudante como agente principal responsável pela sua aprendizagem, de maneira a comprometer-se com seu aprendizado.

É perfeitamente possível buscar na realidade do contexto escolar hipóteses e problemas para contextualizar a aprendizagem. Isso, levando-se em conta que o envolvimento com fenômenos simples do dia a dia dos alunos, relacionados aos conceitos de Ciências da Natureza, em especial da Física, acontece desde muito cedo, logo que ocorrem os primeiros contatos com a sensação de quente e frio; quando num dia de inverno se escolhe um agasalho feito de lã para vestir ou, de verão, quando se coloca um gelo para refrescar a bebida, ou ainda quando se pensa sobre as vantagens do uso de uma panela de pressão ou de uma garrafa térmica.

Nesse sentido, a aplicação do projeto Ensino de Ciências da Natureza a partir de um Contexto Local, no caso a instalação de energia fotovoltaica no Colégio Batista de Varginha, contemplou amplamente o caráter interdisciplinar. Tendo em vista que desde as primeiras séries até o 3º ano do ensino médio são abordados temas diversos como fotossíntese, movimentos de translação e rotação dos astros, o Sol como fonte primária de energia e manutenção da vida na Terra, eletricidade, luz, temperatura entre outros que se inter-relacionam nas atividades desenvolvidas.

A metodologia desta pesquisa de utilização de um sistema fotovoltaico para inserção de práticas de metodologias ativas no ensino de ciências foi composta de uma análise da literatura referente ao tema metodologias ativas, bem como a aplicação do projeto em um colégio da rede particular de ensino. Através da pesquisa levantou-se uma também uma bibliografia sobre a temática energia, abordando principalmente as energias relacionadas ao Sol, em especial a fotovoltaica, bem como a atual estrutura de ensino, tendo como base os

Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNs) e quais as competências e habilidades exigidas nessa etapa escolar. Diversas pesquisas foram realizadas sobre conceitos relacionados à energia e a metodologias ativas, interdisciplinaridade, competências e formas lúdicas de aprendizado.

Foi feita ainda, uma verificação dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio e Base Nacional Curricular Comum, em relação às competências e habilidades exigidas para o educando das fases escolares trabalhadas. Em seguida, foi feita uma filtragem dentre as competências e habilidades, separando aquelas relacionadas ao conceito de energia.

Após, fez-se um estudo sobre formas de se ministrar aulas com a utilização das metodologias ativas, relacionando a ciências da natureza com diversas disciplinas do ensino fundamental II e médio. A finalidade deste último estudo é dar sugestões ao professor que queira trabalhar em acordo com essa proposta, sendo esta flexível e aberta a novas ideias.

No desenvolvimento do trabalho, foram realizadas as atividades de metodologias ativas dentro do colégio e aplicado um questionário para 230 estudantes, sendo 90 do 6º ano, 82 do 9º ano e 58 do 3º ano do ensino médio. Eles foram aplicados na fase inicial do projeto, em sala de aula, conforme descrito minuciosamente na sessão 7, a fim de que, após o projeto, fosse possível analisar e discutir de diversas maneiras a evolução e os impactos causados pelo desenvolvimento do mesmo, através dos relatos dos alunos, professores participantes e avaliação das atividades aplicadas. Os dados serão analisados através da coleta de resultados dos questionários individuais aplicados nas séries e discutidos sob a ótica da bibliografia em questão e também com base nos relatos apresentados pelos alunos e professores participantes das atividades propostas.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 O tema energia

O aumento da demanda energética mundial, a instabilidade do preço do petróleo devido a interesses econômicos e geopolíticos e uma crescente preocupação com a contaminação atmosférica impuseram a necessidade de um aumento na utilização de fontes para a produção de energia, as quais estão se tornando imprescindíveis na composição do balanço energético.

A energia, nas suas mais diversas formas, é indispensável à sobrevivência da espécie humana. E mais do que sobreviver, o homem procurou sempre evoluir, descobrindo fontes e formas alternativas de adaptação ao ambiente em que vive e de atendimento às suas necessidades (BRASIL, 2002).

A energia está presente em nossa vida de muitas maneiras e poucas palavras têm tantas definições e sentidos como energia (VIANA *et al*, 2012). Energia é aquilo que permite uma mudança na configuração de um sistema, em oposição a uma força que resiste a essa mudança (VIANAA *et al.*, 2012).

O tema sustentabilidade está frequentemente na pauta das discussões em todo o mundo, o estudo de assuntos como política ambiental e energética, fontes renováveis de energia e diversificação de matrizes energéticas torna-se cada vez mais importante para a evolução do desenvolvimento sustentável, meio de crescimento através da manutenção de recursos naturais.

Os assuntos relacionados ao meio ambiente, principalmente pela conscientização da sociedade quanto à finitude dos recursos naturais, têm dado força à criação de políticas ambientais importantes para que os agentes econômicos sejam menos agressivos ao meio ambiente (LUSTOSA, MAY; DA VINHA, 2010).

Para que uma prática seja amplamente aceita e conhecida pela sociedade e para que ela possa se firmar no contexto onde foi inserida, é fundamental que sua problemática seja abordada de forma compreensiva, incorporando não apenas o desenvolvimento e adesão de inovações e incrementos tecnológicos, mas também interessantes mudanças que vêm sendo realizadas em todo o mundo. Essas mudanças abrangem tanto as políticas que tentam redirecionar as escolhas tecnológicas e os investimentos no setor, como no suprimento da demanda, quanto o comportamento dos consumidores que têm acesso à energia (DOS REIS; FADIGAS; CARVALHO, 2009).

3.1.1 O Sol e a energia solar

O Sol de modo geral pode ser entendido como uma grande esfera de gás incandescente, em cujo núcleo acontece a geração de energia através de reações termonucleares. Sua estrutura, FIG. 3.1, é composta pelas regiões: núcleo, zona convectiva, fotosfera, cromosfera e coroa. O Sol é uma estrela que contém cerca de 99,86% da massa do Sistema Solar. É uma esfera quase perfeita, com um achatamento de apenas nove milionésimos, o que significa que seu diâmetro equatorial polar difere de seu diâmetro equatorial por apenas 10 km (DELINKER, 2015).

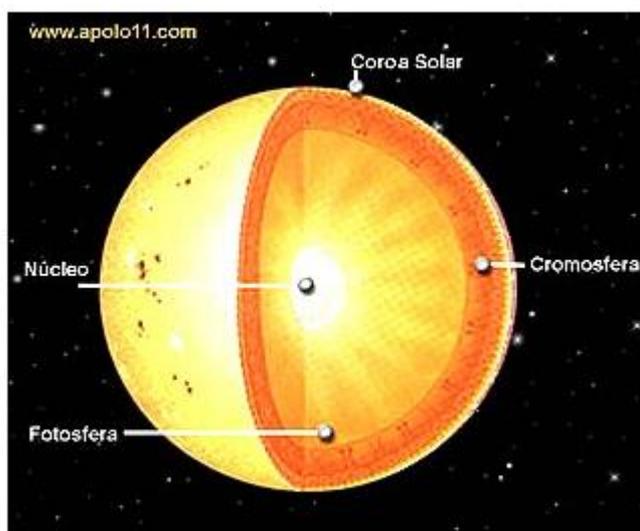


Figura 3.1- Estrutura do Sol
Fonte: Site Apolo 11¹

O Sol é composto primariamente de hidrogênio (74% de sua massa ou 92% de seu volume) e hélio (24% da massa solar, 7% do seu volume), com traços de outros elementos, incluindo ferro, níquel, oxigênio, silício, enxofre, magnésio, néon, cálcio e cromo (DELINKER, 2015). As principais características do Sol são descritas na FIG. 3.2.

¹ Estrutura Externa do sol. Disponível em <http://www.apolo11.com/tema_astronomia_sol_estrutura.php>. Acesso em: 16 mar. 2018.

Principais características do Sol	
Massa	$1,989 \times 10^{30}$ kg
Raio	696.000 km
Densidade média	1.409 kg m^{-3}
Densidade central	$1,6 \cdot 10^5 \text{ kg m}^{-3}$
Distância	1 UA ou $1,499 \cdot 10^8$ km
Potência Luminosa	$3,83 \cdot 10^{26}$ W
Temperatura efetiva	5.785 K
Temperatura central	$1,5 \cdot 10^7$ K
Composição química principal	Hidrogênio = 91,2 % Hélio = 8,7 % Oxigênio = 0,078 % Carbono = 0,043 %
Período rotacional no Equador	25 dias
Período rotacional na latitude 60°	29 dias

Figura 3.2 - Principais características do Sol.
Fonte: OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2014, p. 160.

O Relatório Especial sobre Fontes Renováveis de Energia e Mitigação da Mudança Climática, publicado pelo *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), agregou a energia solar direta em cinco grandes blocos.

- 1) solar passiva, onde se insere a arquitetura bioclimática;
- 2) solar ativa, onde se inserem o aquecimento e a refrigeração solar;
- 3) solar fotovoltaica, para produção de energia elétrica com e sem concentradores, sendo essa última o objeto de trabalho desta pesquisa;
- 4) a geração de energia elétrica a partir de concentradores solares térmicos para altas temperaturas;
- 5) um processo inspirado na fotossíntese através do qual, em um reator alimentado por dióxido de carbono (CO_2), água e metal ou óxido metálico, exposto à radiação solar, produz-se hidrogênio, oxigênio e monóxido de carbono. Nesse caso, o hidrogênio seria o combustível não mais produzido a partir do gás natural, mas da quebra da molécula da água através da luz solar.

Segundo Ruther (2014), diariamente incide sobre a superfície da terra mais energia vinda do Sol do que a demanda total de todos os habitantes de nosso planeta em um ano. O Sol pode ser considerado um reator à fusão nuclear, operando a cerca de $100.000.000^\circ \text{C}$, a uma distância média da terra de cerca de $150.000.000 \text{ km}$.

O Sol é incontestavelmente a maior fonte de energia para a humanidade, sendo a fonte primária da maior parte da energia disponível na Terra. O aproveitamento da energia gerada pelo Sol, inesgotável na escala terrestre de tempo tanto como fonte de calor quanto de luz, é hoje uma das alternativas energéticas mais promissoras (OLIVEIRA *et al.*, 2008).

De acordo com o Atlas de Energia do Brasil²; quase todas as fontes de energia – hidráulica, biomassa, eólica, combustíveis fósseis e energia dos oceanos – são formas indiretas de energia solar. A radiação solar pode ser utilizada diretamente como fonte de energia térmica para aquecimento de fluidos e ambientes e para geração de potência mecânica ou elétrica. Além disso, ela pode ser convertida diretamente em energia elétrica através de efeitos sobre determinados materiais, entre os quais se destacam o termoelétrico e o fotovoltaico (BRASIL, 2002). No primeiro caso, a radiação solar é absorvida e transformada em calor, o qual aquece um fluido que aciona uma turbina que, através de um gerador, transformará a energia cinética em energia elétrica. No caso do efeito fotovoltaico, a eletricidade é gerada quando há exposição de um material semicondutor dopado, geralmente silício, à radiação eletromagnética (NAKABAYASHI, 2015).

3.1.2 Histórico da energia fotovoltaica

A história da conversão fotovoltaica da energia solar inicia em 1839 com Edmund Becquerel, físico experimental francês que descobriu o efeito fotovoltaico num eletrólito. Ele constatou que placas metálicas de platina ou prata mergulhadas nesse eletrólito produziam uma pequena diferença de potencial quando expostas à luz. Em 1873, Willoughby Smith descobre o efeito fotovoltaico num material semicondutor, o Selênio (HIMALAYA, 2005).

Em 1877 dois inventores norte-americanos, Adams e Day, utilizaram propriedades fotocondutoras do selênio e detectaram igualmente o mesmo fenômeno. Então, eles construíram a primeira célula fotovoltaica com rendimento estimado de 1% (VALLÊRA, 2013).

A história da energia fotovoltaica teve de esperar os grandes desenvolvimentos científicos da primeira metade do século XX, entre eles pode-se mencionar a explicação do efeito fotoelétrico por Albert Einstein em 1905, o advento da mecânica quântica, a teoria de bandas, a física dos semicondutores, assim como as técnicas de purificação e dopagem associadas ao desenvolvimento do transistor de silício. Sem a ciência moderna, seria impensável o nascimento da energia solar elétrica. Em 1923, Albert Einstein recebe o prêmio Nobel pelos trabalhos do efeito fotoelétrico e entre 1940 e 1950 desenvolve o método *Czochralski*³ para obtenção de silício de elevado grau de pureza, sob a forma de lingote

² O Atlas de Energia Elétrica é uma iniciativa de dar visibilidade e legitimar as ações da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) que interferem no dia a dia do país. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. *Atlas de Energia Elétrica do Brasil*, 3. ed. Brasília: Aneel, 2008. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas3ed.pdf>>. Acesso em: 11 fev. 2018.

³ O método *Czochralski* conhecido também como Método de Puxamento de Cristais e é um dos mais utilizado para o crescimento de cristais de compostos semicondutores III-V. Nele uma semente monocristalina com plano

monocristalino, para fins industriais. A partir de 1951 dá-se o desenvolvimento de uma junção p-n permitindo a produção de células a partir de um único-cristal de Germânio (HIMALAYA, 2005).

A história da primeira célula solar começou em março de 1953, quando Calvin Fuller, um químico dos *Bell Laboratories (Bell Labs*⁴), nos Estados Unidos da América, desenvolveu um processo de difusão para introduzir impurezas em cristais de silício de modo a controlar as suas propriedades elétricas (um processo chamado “dopagem”⁵) (VALLÊRA, 2013).

Na região onde o silício “tipo n” fica em contato com o silício “tipo p”, a “junção p-n”, surge um campo eléctrico permanente. Ao caracterizar eletricamente essa amostra, Pearson verificou que se exposta à luz, ela produzia uma corrente eléctrica. Pearson tinha acabado de fazer a primeira célula solar de silício. Os resultados foram submetidos para publicação no *Journal of Applied Physics* e registrada uma patente.

Se a corrida ao espaço impulsionou o desenvolvimento da energia fotovoltaica, os primeiros 25 anos de vida da célula solar assentaram principalmente na procura de maiores eficiências. O choque petrolífero e a percepção de ameaçadas alterações climáticas devido à emissão de gases e consequente efeito de estufa estimularam grandemente o início do desenvolvimento de técnicas de processamento de células com menores custos. Atualmente é dada ênfase a mecanismos de apoio para a criação e desenvolvimento de um verdadeiro mercado de eletricidade solar sustentável que, nos próximos 25 anos, leve a energia fotovoltaica a muitos dos lares do planeta (VALLÊRA, 2013).

3.1.3 Energia e sistemas fotovoltaicos

Segundo Ruther (2014), desde o surgimento das primeiras células solares fotovoltaicas, de elevado custo e utilizadas na geração de energia eléctrica para os satélites que orbitam o planeta, as tecnologias de produção evoluíram a tal ponto que se tornaram economicamente viável em muitos casos como, por exemplo, em aplicações terrestres para o fornecimento de energia eléctrica em locais onde a rede eléctrica pública não existia.

cristalográfico conhecido toca o banho e, após a formação de um menisco positivo, a semente em rotação é lentamente puxada, formando o cristal (STREICHER; DEDAVID, 2010).

⁴ *Bell Telephone Laboratories* (ou *Bell Labs*) era originalmente o braço de pesquisa e de desenvolvimento AT&T, empresa de telecomunicações dos Estados Unidos. Atualmente é uma subsidiária da Nokia.

⁵ O processo de dopagem de semicondutores refere-se à adição ao cristal intrínseco, de pequena quantidade de impureza, com propriedades adequadas, de forma a afetar o comportamento eléctrico do semicondutor da maneira desejada. Existem dopantes doadores e receptores que produzem os semicondutores tipo n e tipo p, respectivamente (IFUSP, 2007).

Observa-se que a capacidade de geração de energia solar fotovoltaica vem crescendo significativamente desde 2003. Em 2015 foram implementados no mundo cerca de 50 GW de capacidade instalada de geração, um aumento de 25% em relação a 2014.

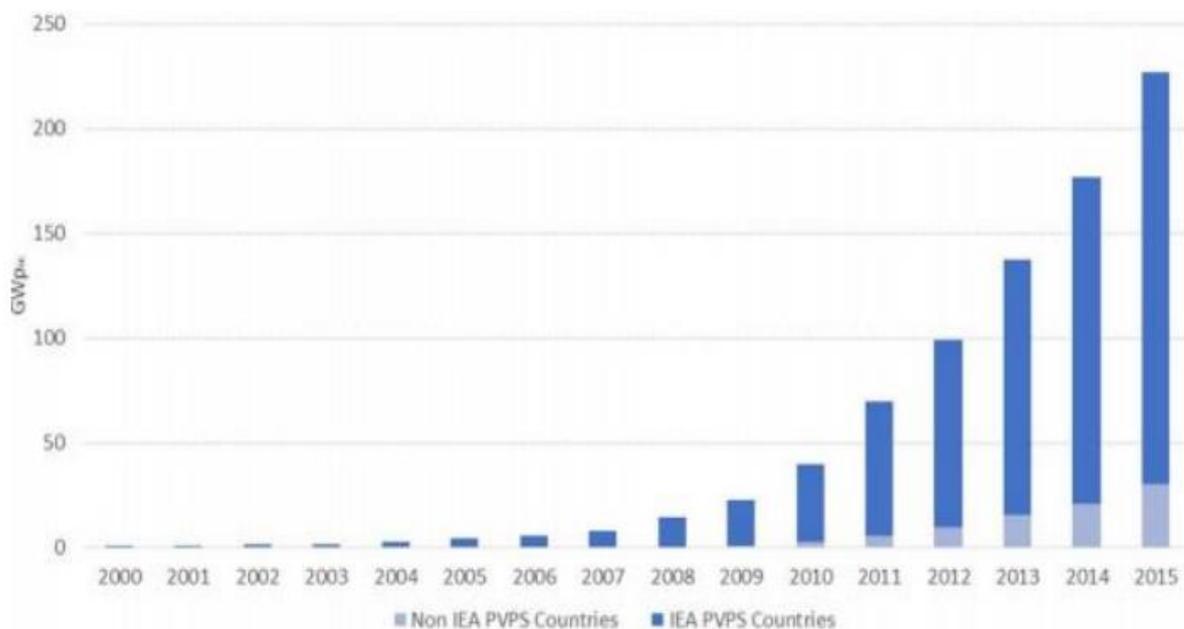


Figura 3.3 – Evolução da capacidade instalada de energia solar fotovoltaica.
Fonte: IEA, 2015, p. 7.

A conversão direta da energia solar em energia elétrica resulta dos efeitos da radiação sobre determinados materiais semicondutores, sobressaindo-se os efeitos termoelétrico e fotovoltaico. O efeito termoelétrico caracteriza-se pelo surgimento de uma diferença de potencial provocada pela junção de dois metais em condições específicas. No caso do efeito fotovoltaico, descoberto em 1839, por Edmond Becquerel, os fótons contidos na luz solar são convertidos em energia elétrica por meio do uso de células solares, o processo mais comum de geração de energia elétrica a partir da energia solar. Entre os materiais mais adequados para a conversão da radiação solar em energia elétrica, os quais são usualmente chamados de células solares ou fotovoltaicas, destaca-se o silício. Segundo Silva (2015), cerca de 80% das células fotovoltaicas são fabricadas a partir do silício cristalino.

A utilização da fonte solar para gerar energia elétrica proporciona diversos benefícios tanto do ponto de vista elétrico como ambiental e socioeconômico (ABSOLAR, 2016). Do ponto de vista elétrico, ela contribui para diversificação da matriz, aumento da segurança no fornecimento, redução de perdas e alívio de transformadores e alimentadores. Sob o aspecto ambiental, há a redução da emissão de gases do efeito estufa, da emissão de materiais particulados e do uso de água para geração de energia elétrica. Com relação a

benefícios socioeconômicos, a geração de energia solar fotovoltaica contribui com a geração de empregos locais, o aumento da arrecadação e o aumento de investimentos (ABSOLAR, 2016).

O fenômeno de aproveitamento energético a partir da radiação sobre células de silício é em essência o efeito fotovoltaico. Quando uma célula fotovoltaica, especificamente a região da junção PN, é iluminada, os fótons com energia igual ou maior ao *band-gap*⁶ do material semiconductor utilizado podem ser absorvidos e produzem elétrons livres. O movimento dos elétrons para o lado do Tipo-P expõe o núcleo dos íons positivos do lado do Tipo-N, enquanto que o movimento das lacunas para o lado do Tipo-N expõe o núcleo dos íons negativos no lado do Tipo-P, resultando um campo de elétrons na união formando assim a região de depleção.⁷ Ou seja; os fótons arrancaram elétrons das ligações covalentes, formando pares elétrons-lacunas que serão acelerados por efeito do campo elétrico em sentidos opostos (SILVA, 2015).

⁶ Nem todos os fótons da luz solar que entram na célula fotovoltaica possuem um nível de energia suficiente para deixar elétrons livres dentro da célula e gerar corrente elétrica. Este nível de energia, conhecido como *band-gap* é a energia necessária para quebrar ligação covalente do elétron e permitir que ele faça parte de um circuito elétrico (corrente). Fótons com quantidade de energia maior que a da *band-gap* podem gastar energia extra em forma de calor. Assim, é importante que uma célula fotovoltaica esteja ajustada (por modificações leves na estrutura da molécula do metal semiconductor) de modo a maximizar a energia do foton. Afinal, uma chave para obter um célula eficiente é converter o máximo de energia luminosa em energia elétrica. Semicondutores usando células fotovoltaicas têm energia *band-gap* que varia na ordem de 1.0 a 1.6 elétron-volt (eV). Isso devido ao fato de que esta faixa de eV é a ideal para que não haja grandes perdas de calor. Por exemplo, a energia de *band-gap* do silício cristalino é de 1,1 eV. (Disponível em: <<http://www.eletrica.ufpr.br/edu/Sensores/2000/luischan/comofunciona.htm>>. Acesso em: 19 mar. 2018).

⁷ A região de depleção refere-se a região em torno de uma junção P-N de um semiconductor na qual existem poucos portadores de carga (elétrons ou buracos).

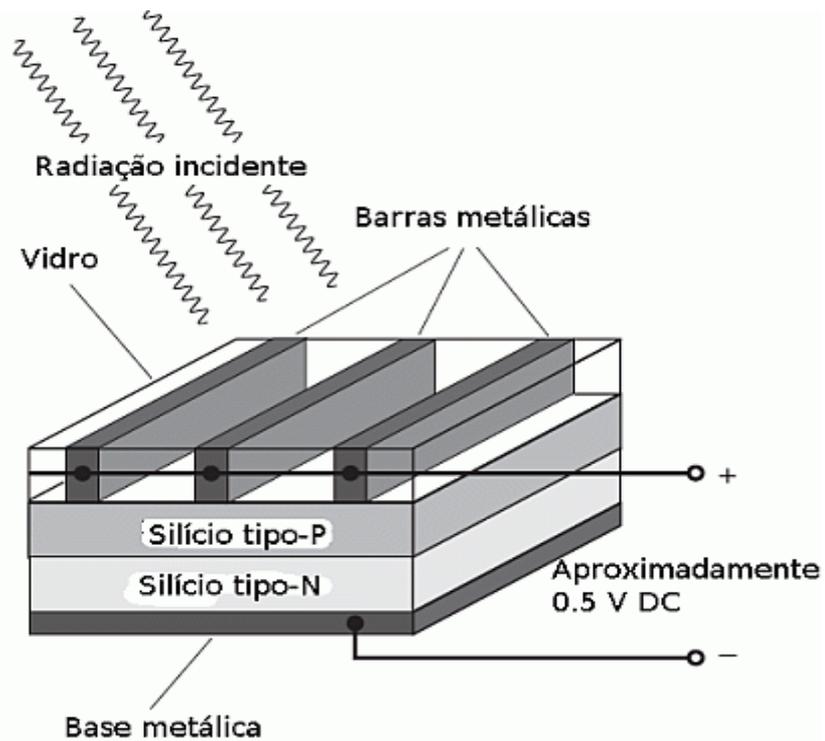


Figura 3.4 - Composição de uma célula fotovoltaica.
 Fonte: Site Profelectro⁸

As células fotovoltaicas são encapsuladas em módulos. O empacotamento é feito para que fiquem protegidas das intempéries, principalmente da umidade do ar. Cada célula solar gera aproximadamente 0,4 volts (silício). Os módulos atualmente em operação contêm entre 28 e 40 células de silício cristalino. É importante considerar a geometria das células, já que devem ocupar o máximo de área possível do módulo. Hoje em dia existem células quadradas e redondas em operação. As quadradas ocupam melhor espaço nos módulos, enquanto as redondas têm a vantagem de não sofrerem perda de material, devido à forma cilíndrica do silício cristalino. A taxa de crescimento anual composta da capacidade instalada de geração de energia solar fotovoltaica entre 2000 e 2015 foi de aproximadamente 41%.

A FIG. 3.5 mostra ilustra a diferença entre célula fotovoltaica, módulo fotovoltaico e painel solar.

⁸ Disponível em: <<http://www.profelectro.info/energia-solar-celula-fotovoltaica/>>. Acesso em 13 maio 2018.

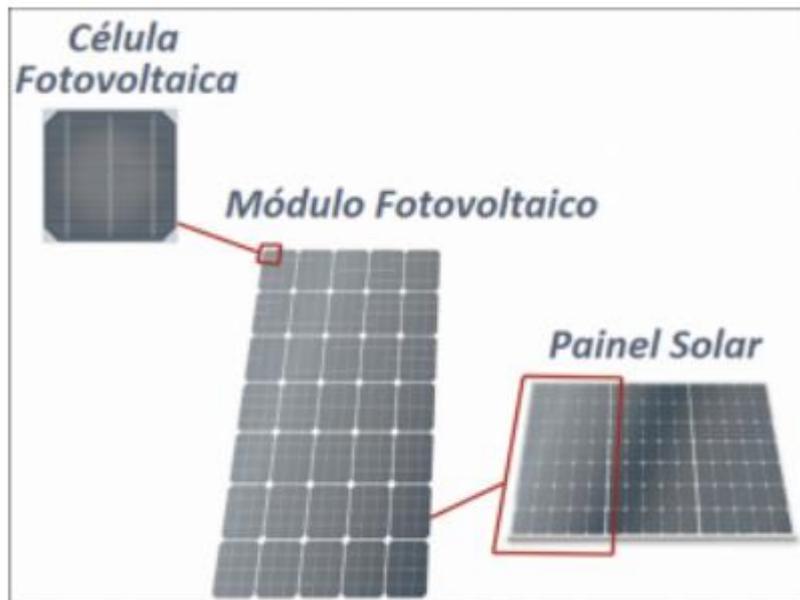


Figura 3.5 – Hierarquia fotovoltaica.
Fonte: LEVA, SALERNO, CAMACHO, 2004.

Segundo Gamboa (2001), a energia solar possui inúmeras vantagens, é limpa, em funcionamento não tem emissões poluentes, é modular, pode ser portátil, tem longa vida útil e possui quase nada de manutenção. O custo da implantação do sistema encontra-se em redução, porém, ele ainda é a maior desvantagem e a limitação existente na aplicação em larga escala dos sistemas fotovoltaicos.

Ainda com relação aos benefícios trazidos pela energia solar fotovoltaica, pode-se destacar que ela apresenta vantagens consideráveis como, por exemplo, ser renovável e limpa, a possibilidade de fornecimento de eletricidade em localidades isoladas, custos menos suscetíveis às flutuações como o do petróleo, possível de ser modulada, ter suas potencialidades ampliadas de acordo com as necessidades e coincidência da produção com os picos de consumo de energia em locais com utilização significativa de ar-condicionado, entre outras (COELHO, PINESCHI,⁹ 2013).

Segundo Perlotti e Camargo (2012), a emissão de poluentes no processo de fabricação de células fotovoltaicas também é reduzida e bastante controlada. Isso ocorre porque a indústria tem interesse em preservar sua imagem de limpa e amigável ao meio ambiente, sendo bastante rigorosa no controle das emissões. Adicionalmente, o próprio processo de fabricação das células e montagem dos módulos exige o uso de ambientes

⁹ COELHO, Denicio; PINESCHI, Samara. *Design de sistemas fotovoltaicos –Conecte Solar - Apostila Modulo 1.2013*

controlados e limpos, o que obriga a indústria a utilizar processos de controle de emissão bem mais restritivos que os requeridos para a manutenção da saúde humana.

De acordo a publicação *National Solar Jobs Census* (2011), a quantidade de empregos gerados pela indústria solar fotovoltaica é bastante significativa nos EUA. Em 2011, a indústria gerou cerca de 100 mil empregos diretos, a maior parte concentrada em empresas de instalação dos sistemas fotovoltaicos. O total instalado nos EUA em 2011, de acordo ao *U.S. Solar Market Insight*, foi da ordem de 1.855 MW, o que significa uma oferta de 54 empregos por MW instalado.

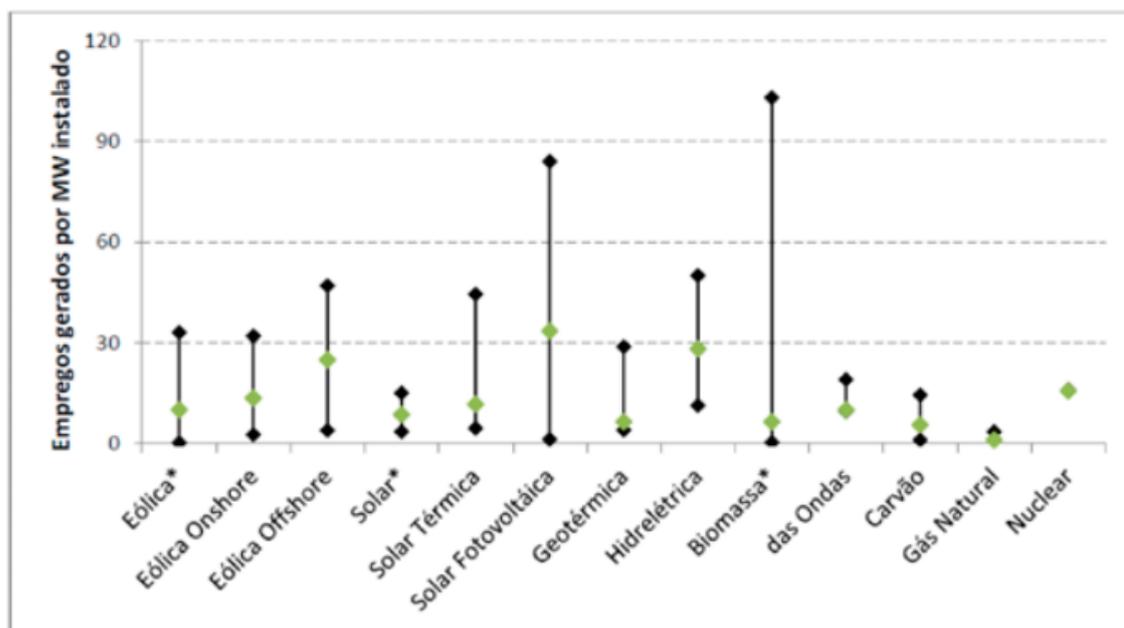


Figura 3.6 - Índice de geração de emprego por MW instalado para diversas fontes e tecnologias. Fonte: SIMAS, 2012, p. 57.

No Brasil, algumas das regiões com maior potencial de geração solar, portanto os candidatos a um maior volume de instalações, são as regiões com baixo nível de desenvolvimento e elevada carência de empregos. Com capacitação adequada, as instalações fotovoltaicas podem empregar e qualificar a mão de obra dessas regiões. Além dos empregos diretos gerados nas instalações fotovoltaicas, o setor tem potencial para geração de empregos indiretos e resultantes da aceleração da renda nas regiões por conta dos salários pagos (chamados de empregos via efeito renda)

Na FIG. 3.7, o mapa apresenta a relação entre população empregada e população total: as regiões com cores mais fortes apresentam menores taxas de desemprego. Um segundo mapa apresenta a irradiação total em plano, cuja inclinação é igual à latitude do local. A seleção mostra locais de maior coincidência entre baixo nível de desenvolvimento e

potencial de geração, com destaque para leste do Tocantins, norte de Goiás, norte de Minas Gerais, leste da Bahia e Piauí. (ABINEE, 2012).

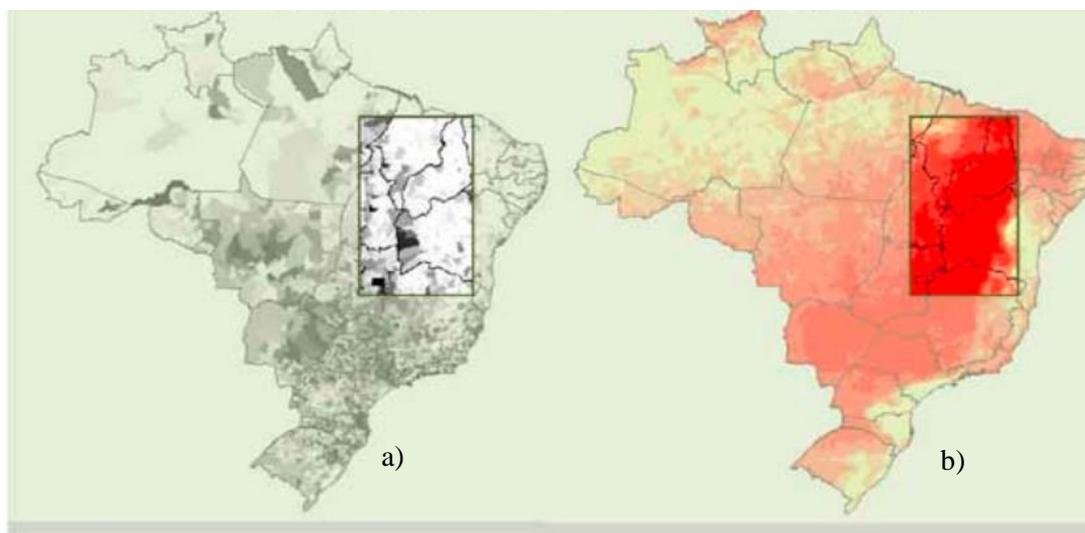


Figura 3.7 – Regiões brasileiras com potencial de geração fotovoltaica.

a) Mapa de emprego

b) Mapa de irradiação

Fonte: ABINEE, 2012, p. 38

Além desses benefícios, de acordo com Ruther (2004), o potencial da energia solar fotovoltaica no Brasil é muitas vezes superior ao consumo total de energia elétrica do país. Para exemplificar esse potencial, o autor usa uma comparação com a usina hidrelétrica de Itaipu, que contribui com aproximadamente 25% da energia elétrica consumida no país. Segundo Ruther (2004), cobrindo-se o lago de Itaipu com módulos solares fotovoltaicos de filmes finos comercialmente disponíveis, Itaipu geraria o dobro da energia que gera atualmente ou o equivalente a 50% da eletricidade consumida no Brasil¹⁰. Uma comparação com a geração eólica demonstra também o grande potencial da geração fotovoltaica no Brasil. Somente a instalação fotovoltaica hipotética no lago de Itaipu, exemplo anterior, corresponderia a aproximadamente 60% do potencial de geração eólica de todo o Brasil¹¹.

¹⁰ De acordo com o Balanço Energético Nacional de 2002 da Eletrobrás, o lago de Itaipu cobre uma superfície de 1.350 km², para um potência instalada de 12,6GW e uma produção anual de energia elétrica em torno de 80 TWh (Disponível em: <www.eletrobras.gov.br> Acesso em: 10 fev. 2018) Cobrindo uma área equivalente com um sistema solar fotovoltaico de filmes finos com eficiência de conversão em torno de 7%, a potência instalada seria de 94,5GWp e, em função da disponibilidade de energia solar na região do lago de Itaipu, a quantidade anual de energia elétrica fotogerada seria em torno de 160TWh. Em 2002, o Brasil consumiu 321,5TWh de energia elétrica.

¹¹ O Atlas Eólico do Brasil do Centro de Pesquisas da Eletrobrás (CEPEL) (Disponível em: <http://creseb.cepel.br/atlas_eolico_brasil/atlas-web.htm>. Acesso em: 5 fev. 2018) indica um potencial eólico total para o Brasil de 143,5GW, que pode ser traduzido em uma geração anual de energia da ordem de 272,2 TWh.

Contudo, algumas barreiras ainda existem no processo de instalação e investimento na energia fotovoltaica. Apesar do imenso potencial para a geração de energia solar fotovoltaica constatado no Brasil, existem algumas barreiras ao seu desenvolvimento que podem ser divididas em algumas categorias como técnicas, econômicas, políticas e regulatórias, geofísicas e ambientais. Essas barreiras não são definitivas e suas definições são úteis no sentido de que possam ser elaboradas propostas para superá-las.

Com relação aos aspectos técnicos, de acordo com Perlotti e Camargo (2007), nos países onde a microgeração distribuída à base solar fotovoltaica passou a ser fonte relevante de injeção de energia de volta à rede, verificou-se certa resistência por parte das distribuidoras de energia elétrica por conta de alguns fatores como:

A intermitência da geração solar fotovoltaica, com grandes variações de potência ocorrendo em curto espaço, por exemplo, na passagem de nuvens, é outro aspecto de preocupação porque leva a um uso mais intensivo de componentes, tais como transformadores, reduzindo a vida útil;

Preocupação sobre eventual redução do controle operativo sobre sua rede através da injeção “não firme” (i.e. intermitente) de energia. Em escala nacional, o mesmo tipo de preocupação é verificado pelos operadores de sistemas elétricos com respeito a fontes intermitentes de produção de energia, principalmente aquelas sujeitas a variações bruscas no curto prazo, e que por esta razão demandam maiores reservas girantes ao sistema;

Exigência de celebração de contrato de acordo operativo para se resguardar de responsabilidade para qualquer incidente (ex: choque elétrico) ocorrido na instalação de gerador distribuído, fora, portanto, de seu controle. Para celebrar este acordo a concessionária exige demonstração através de despacho da ANEEL do registro de autoprodutor do acessante (ABINEE, 2012, p. 40).

Contudo, a maior parte dessas questões já foi tratada nos mercados mais desenvolvidos, havendo hoje uma percepção bem mais favorável às instalações fotovoltaicas. Até mesmo comercialmente, as distribuidoras já perceberam que a geração de energia como acontece atualmente provoca perdas de receitas, dando lugar a novos serviços de instalação e manutenção por parte das concessionárias.

Por muito tempo defendeu-se o não investimento em energia solar fotovoltaica por conta de elevados custos. Porém, o cenário tem mudado, a energia solar fotovoltaica vem ganhando competitividade econômica em relação às outras fontes.

Partindo de diversas experiências de curva de aprendizado e no preço do silício, Nakabayashi (2015) apresentam uma projeção para o preço dos módulos fotovoltaicos para o período de 2011 a 2020. A projeção é apresentada em três cenários: um conservador, um médio e outro agressivo. As taxas médias apresentadas para o decréscimo de preço dos módulos são de 5,4%, 5,9% e 6,3%, respectivamente. O resultado é apresentado no FIG. 3.7.

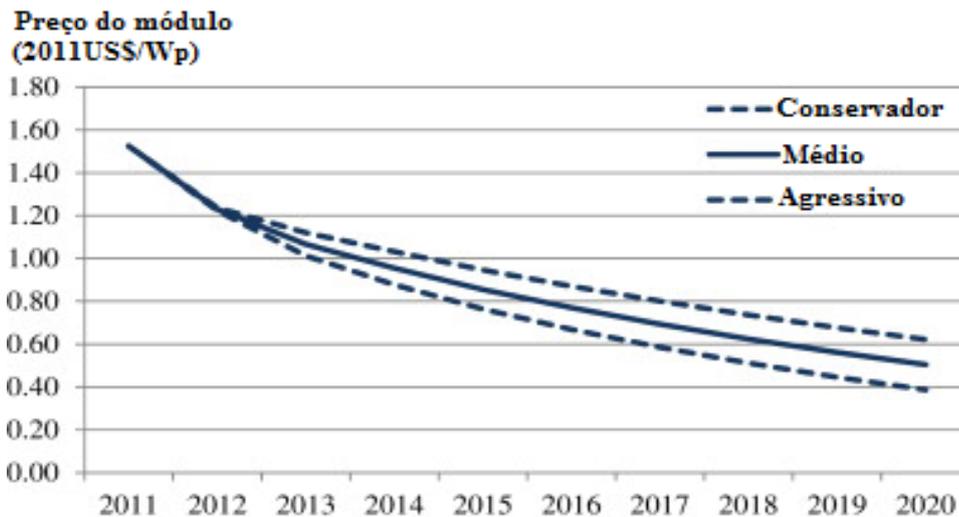


Figura 3.8 - Projeção para o preço de módulos fotovoltaicos.

Fonte: DE LA TOUR; GLACHANT; MÉNIÈRE¹², 2013 *apud* NAKABAYASHI, 2015, p. 26, adaptação do autor.

Dessa maneira, além da inexistência de uma demanda pelo produto final, podem se destacar como barreira ao desenvolvimento da cadeia fotovoltaica a estrutura tributária e os custos de transação da economia brasileira, o custo do crédito e a falta de políticas microeconômicas voltadas para incentivo da indústria local. Verifica-se que não são questões específicas da indústria fotovoltaica.

¹² DE LA TOUR, A; GLACHANT, M; MÉNIÈRE, Y. Predicting the costs of photovoltaic solar modules in 2020 using experience curve models. *Energy*, v. 62, p. 341-348, 2013.

3.2 Metodologias ativas: a formação de um estudante autônomo

Na bibliografia e estudos referentes ao tema educação, é comum nas últimas décadas, o consenso de que as informações simplesmente apresentadas e expostas pelo professor, já não são mais o suficiente para que os alunos possam, com a colaboração da comunidade escolar, serem participativos de maneira integrada e efetiva sociedade. Apesar de essenciais, tais informações apresentam, quando apenas retidas ou decoradas, um fator no sentido de reproduzir, e manter o conceito que já existe no aluno, fazendo então com que os alunos assumam a simples condição de expectadores das situações que lhes são apresentadas. Com o advento da franca expansão de vários aspectos da vida, constata-se então uma demanda e desenvolvimento das habilidades de raciocinar, compreender e reagir de maneira mais holística e profunda, comprometendo-se verdadeiramente com as situações do meio em que se vive. Estão entre as atribuições da escola, colaborar para que esse desenvolvimento aconteça. As leis nacionais da educação apontam estas abordagens de várias e distintas maneiras, em concordância com os múltiplos níveis de escolaridade. Como exemplo, pode-se mencionar que no ensino fundamental, tem como objetivo o desenvolvimento da capacidade de aprendizagem, lavando em conta a aquisição de conhecimentos e habilidades e a formação de atitudes e valores (BRASIL, 1996).

No o ensino médio, o artigo 35 da Lei de Diretrizes e Bases (BRASIL, 1996), inciso III, aponta para o aprimoramento do aluno como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico.

Então, em conjunto com as diversas maneiras de informações que devem ser adquiridas, compreende-se, através da lei, que à escola é atribuída a função de atuar no sentido de que promova o desenvolvimento humano, atingindo assim padrões mais complexos de raciocínio e de compromisso com suas atitudes. Na comunidade escolar, o educador é quem faz o principal intermédio nesse trabalho. Podendo tanto colaborar com a consolidação de autonomia dos educandos, bem como para que se mantenham as ações que possam exercer controle sobre os mesmos. Para a palavra “autonomia” têm-se os seguintes significados:

1- Qualidade ou estado de autônomo. 2- Sociol e Polít. Autodeterminação político-administrativa de que podem gozar, relativamente, grupos (partidos, sindicatos, corporações, cooperativas etc.), em relação ao país ou comunidade política dos quais fazem parte. 3 Liberdade moral ou intelectual” (MICHAELIS, 2018).

Mesmo relacionado à área da Sociologia e da Política, o dicionário destaca que o termo autodeterminação, é utilizado pela Psicologia em associação às definições de motivação

e autonomia. Para Luiza Oliveira Sá o conceito de autonomia é “faculdade de se governar por si mesmo” (SÁ, 2007, p. 8). Segundo Paulo Freire “a autonomia vai se constituindo na experiência de várias, inúmeras decisões, que vão sendo tomadas” (FREIRE, 1996, p. 33). A importância da autonomia se revela nas palavras dos autores de modo que se compreenda que o indivíduo autônomo, é principalmente aquele que está à frente de suas decisões e é responsável por elas. Na prática ativa de metodologia o aluno muitas vezes é chamado a estar à frente de determinados conteúdos e avaliar, pensar, refletir e decidir com relação a determinadas abordagens. Por isso as metodologias ativas se apresentam como um recurso que muito pode contribuir com as atividades didáticas em sala de aula.

Reeve¹³ (2009 *apud* BERBEL, 2011) destaca entre outros que os educandos que se identificam com uma postura autônoma em suas atividades na escola apresentam resultados positivos em como:

a) à motivação, (apresentando motivação intrínseca, a percepção de competência, pertencimento, curiosidade, internalização de valores); b) ao engajamento (com emoções positivas, persistência, presença nas aulas, não reprovam ou se evadem da escola); c) ao desenvolvimento (evidenciando autoestima, autovalor, preferência por desafios ótimos, criatividade); d) à aprendizagem (melhor entendimento conceitual, processamento profundo de informações, uso de estratégias autorreguladas); e) à melhoria do desempenho em notas, nas atividades, nos resultados em testes padronizados); f) ao estado psicológico (apresentando indicadores de bem-estar, satisfação com a vida, vitalidade) (REEVE, 2009 *apud* BERBEL, 2011, p. 28).

A autora ainda destaca alguns pontos para que professores possam estabelecer condições mínimas para o desenvolvimento de um padrão motivacional promovendo então a autonomia. O educador pode em suas aulas, considerar a visão do aluno, compreender seus pensamentos, sentimentos e ações, sempre que manifestados, e incentivar o seu desenvolvimento motivacional e sua capacidade para que seja capaz de ajustar-se (REEVE, 2009).

Torna-se cada vez mais necessário que a população possa, além de ter acesso às informações sobre o desenvolvimento científico-tecnológico, ter também condições de avaliar e participar das decisões que venham a atingir o meio onde vive. É necessário que a sociedade, em geral, comece a questionar sobre os impactos da evolução e aplicação da ciência e tecnologia sobre seu entorno e consiga perceber que, muitas vezes, certas atitudes não atendem à maioria, mas, sim, aos interesses dominantes (PINHEIRO, 2007, p. 82).

Deste modo, o professor pode e deve colaborar para que o educando tenha acesso a informação, no entanto é preciso que o aluno tenha acesso com qualidade, que possa

¹³ REEVE, J. Why teachers adopt a controlling motivating style toward students and how they can become more autonomy supportive. *Educational Psychologist*, Hillsdale, v. 44, n. 3, p. 159–175, 2009.

intervir, participar, ser ativo e principalmente que compreenda o motivo pelo qual se estuda este ou aquele conteúdo. Para Paulo Freire:

No próprio mundo físico minha constatação não me leva à impotência. O conhecimento sobre os terremotos desenvolveu toda uma engenharia que nos ajuda a sobreviver a eles. Não podemos eliminá-los mas podemos diminuir os danos que nos causam. Constatando, nos tornamos capazes de intervir na realidade, tarefa incomparavelmente mais complexa e geradora de novos saberes do que simplesmente a de nos adaptar a ela. É por isso também que não me parece possível nem aceitável a posição ingênua ou, pior, astutamente neutra de quem estuda, seja o físico, o biólogo, o sociólogo, o matemático, ou o pensador da educação. Ninguém pode estar no mundo, com o mundo e com os outros de forma neutra. Não posso estar no mundo de luvas nas mãos constatando apenas. A acomodação em mim é apenas caminho para a inserção, que implica decisão, escolha, intervenção na realidade. Há perguntas a serem feitas insistentemente por todos nós e que nos fazem ver a impossibilidade de estudar por estudar. De estudar descomprometidamente como se misteriosamente de repente nada tivéssemos que ver com o mundo, um lá fora e distante mundo, alheado de nós e nós dele (FREIRE, 1996, p. 29).

Quando o autor menciona “não posso estar no mundo de luvas nas mãos”, ele se refere à situação na qual se está em um mundo onde não se pode tocá-lo. Seria como mostrar aos estudantes a realidade sem lhes oferecer a oportunidade de conhecê-la na prática. Levar o mundo através de meras informações é entregar o mundo ao estudante para que ele o segure com luvas. Sem possibilitá-lo sentir, tocar, viver e experimentar.

As metodologias ativas podem instigar no aluno a curiosidade conforme que os educandos se insiram na teoria; trazendo assim novos aspectos, ainda não considerados nas aulas ou mesmo na visão do educador. A utilização dessas metodologias pode contribuir com o desenvolvimento de uma motivação autônoma, incluindo assim o fortalecimento da percepção do educando enquanto origem da própria ação. Ao apresentar as oportunidades e formas de problematizar as situações que envolvam a programação escolar, a escolha de aspectos relevantes dos conteúdos estudados, e dos possíveis métodos para que se desenvolvam respostas ou soluções para as situações problema; o aluno será capaz de se perceber muito mais ativo em seu processo de aprendizagem; sendo assim; é possível entender que tais metodologias podem e devem se apresentar como alternativa para a conclusão do processo de ensino, da pesquisa, entre outras possibilidades.

3.2.1 Introdução às ideias de metodologias ativas

A metodologia de ensino ativa refere-se principalmente à atividade, onde se é possível levar a compreensão, o entendimento e assimilação através do ensino, por diversos meios ligadas à ação, a prática, à operação, à participação, à produção ou ainda à realização.

Estabelece-se desta forma que a metodologia ativa tem o aluno como centro de suas atividades, tronando assim sua aprendizagem, figura protagonista neste processo.

São muitas as possibilidades de Metodologias Ativas, que são capazes de conduzir os educandos a aprendizagem para a autonomia, e criticidade. “O conhecimento e o domínio das estratégias é uma ferramenta que o professor maneja de acordo com sua criatividade, sua reflexão e sua experiência, para alcançar os objetivos da aprendizagem” (ABREU; MASETTO, 1990).

Vale destacar que este tipo de prática tem sido aplicada com êxito há tempos em instituições de ensino renomadas¹⁴. Pode-se mencionar, por exemplo, a metodologia *Peer Instruction*, que tem como foco central o objetivo de contribuir para que cada aluno seja construtor de seu aprendizado.

O método desenvolvido pelo professor Eric Mazur denominado Peer Instruction (PI) ou conforme tradução: Instrução entre Pares, que baseia-se em promover a interação na sala de aula envolvendo os alunos numa abordagem de conceitos, estimulando a troca e discussão entre eles, dando ênfase aos processos e resultados obtidos em um ambiente colaborativo capaz de interferir em todo o processo de aprendizagem dos alunos, bem como, no relacionamento professor-aluno e aluno-aluno, contribuindo de forma efetiva para o desenvolvimento de habilidades como questionar, debater, escutar, fazer e ensinar (EBERSPACHER *et. al.*, 2017, p. 6).

Compreende-se também que as metodologias ativas fundamentam-se em maneiras que desenvolvam o processo de aprendizagem, fazendo uso de experimentos a partir de situações reais ou não, buscando maneiras de propor soluções, com êxito, para desafios que surjam das atividades primordiais da prática social em contextos diversos. Levando em consideração que este projeto se fundamenta no processo de instalação de energia fotovoltaica no Colégio Batista de Varginha para o desenvolvimento de práticas de ensino de ciências, é possível considerar esta situação como uma atividade de metodologia ativa.

3.2.2 Algumas possibilidades de metodologias ativas

Existem diversas possibilidades e opções quando se trata de metodologias ativas com potencial de levar os alunos a aprendizagens para a autonomia. Segundo Borges e Alencar (2014), dentre essas possibilidades é possível destacar o desenvolvimento da formação crítica do estudante, o favorecimento da autonomia do educando, o despertar da

¹⁴ Desenvolvido pelo professor Eric Mazur, do departamento de Física da Universidade Harvard, na década de 1990, é um método de ensino interativo, aplicado no Centro Universitário Salesiano de São Paulo (Unisal) desde 2012. Outras informações *c.f.*: <<http://www.revistaeducacao.com.br/modelo-colaborativo/>>. Acesso em: 15 maio 2018

curiosidade, estimulando assim as tomadas de decisões tanto individuais quanto coletivas na prática social e em contextos do estudante.

A metodologia ativa é uma técnica de ensino-aprendizagem que permite a inserção do aluno como responsável pela aquisição do conhecimento, através do seu comprometimento e busca por qualificação. Uma vez que o processo de educar é compreendido na atualidade como uma construção, em que a mera transmissão de conhecimento pela figura do professor caiu em desuso, faz-se necessário ao educador remodelar as suas ferramentas profissionais, provendo meios mais adequados e que corroborem a participação do educando no seu processo de desenvolvimento (SOBRAL, CAMPOS¹⁵, 2012 *apud* PRATA, 2017, p. 2).

Configuram, então, as metodologias ativas como uma possibilidade de recurso didático que conduz a uma formação reflexiva e crítica do estudante, e se mostra, portanto como uma prática pedagógica inovadora, que traz entre outras, a participação coletiva como requisito fundamental para uma aprendizagem significativa, buscando através da reflexão e da partilha de conhecimento formar um indivíduo como um ser que se constrói e evolui à medida que se relaciona e se apropria da realidade humana.

3.2.2.1 O estudo de caso

De acordo com (GRAHAM, 2010) a metodologia de estudos de caso é uma excelente forma de trazer uma abordagem ampla e interativa para o ensino e a aprendizagem. Tendo como principal vantagem a adoção de uma abordagem voltada para o questionamento e não fundamentada em soluções. Um caso revela o questionamento em contextualização específica que muitas das vezes abrange um conflito ou a necessidade conciliação ou equilíbrio das diversas variáveis. Essa característica complexa exige de forma significativamente mais acentuada a compreensão por parte dos alunos, que são levados a encontrar os principais desafios e as questões teóricas do caso antes mesmo de propor soluções apropriadas. Em suma, possibilita ao educando a participação em simulações dos processos de decisão da vida.

Essa metodologia é recomendada para tornar possível aos estudantes um confronto com situações que possam se apresentar na profissão e fazer então com que se habituem em analisá-las nas suas diferentes perspectivas antes da tomada de decisão.

As soluções devem ser encontradas e propostas pelos alunos, que para isso usarão as informações contidas no caso, as teorias apresentadas na disciplina e suas próprias experiências profissionais. [...] a estrutura clássica [...] conta com um dilema central e um protagonista – que promove a identificação do aluno com a situação – [...] é

¹⁵ SOBRAL, F.; CAMPOS, C. J. G. Utilização de metodologia ativa no ensino e assistência de enfermagem na produção nacional: revisão integrativa. Revista da Escola de Enfermagem da USP, v. 46, n. 1, São Paulo, 2012.

considerada a melhor para provocar a discussão e a geração de ideias, para desenvolver habilidades relacionadas ao julgamento e à tomada de decisão (MAYER, 2012, p. 9).

Conforme foi relatado o estudo de caso, faz uso de uma situação real ou não; no caso do trabalho desenvolvido no Colégio Batista de Varginha, a situação real trata-se da instalação de energia fotovoltaica. Portanto, fazer uso deste contexto, buscar análises, métodos e práticas ligadas ao assunto e sugerir-las aos alunos, é enquadrar a proposta dentro desta vertente das metodologias ativas.

3.2.2.2 O processo do incidente

O processo do incidente trata-se de uma variação do estudo de caso. Gil (1990) o caracteriza:

O professor apresenta à classe uma ocorrência ou incidente de forma resumida, sem oferecer maiores detalhes. A seguir, coloca-se à disposição dos alunos para fornecer-lhes os esclarecimentos que desejarem. Finda a sessão de perguntas, a classe é subdividida em pequenos grupos e os alunos passam a estudar a situação, em busca de explicações ou soluções (GIL, 1990, p. 84).

As equipes apresentam suas considerações para a turma, estas conclusões podem ser anotadas no quadro, ou murais e cartazes pré-confeccionados pelas equipes, e então, a classe realiza discussões sobre as propostas. “O crescimento dos alunos aparece quando relaxam a defensibilidade e entendem que dependerão uns dos outros para aprenderem num processo emancipador com autonomia e espírito reflexivo”. Vale destacar também que ao se depararem com a realidade o aluno adquire uma visão diferenciada e com maior qualidade do conteúdo trabalhado, conforme afirma (PAIVA *et al*, 2016)

A integração entre teoria e prática fomentada por meio das metodologias ativas lança um novo horizonte de possibilidade de formação, que se faz mais sólida e coerente e efetiva o que se conhece por aprendizagem significativa. A relação com a realidade facilita a fixação dos conteúdos, uma vez que ganham significado e força, o que promove o desenvolvimento do pensamento crítico (PAIVA *et al.*, 2016, p.151).

Ressalta HERNANDÉZ (2000, p.182), atribuindo maior validade à esta metodologia. Gil (1990) relata que, esse método é útil principalmente no sentido de chamar a atenção dos estudantes, a respeito da relevância de uma grande quantidade de informações, quando se deseja fazer análise de situações que não foram efetivamente presenciadas. Contudo, é preciso maior preparação do educador, bem como de materiais utilizados.

3.2.2.3 O método de projetos

O método de projetos trata-se de uma versão que permite relacionar atividades de ensino, pesquisa e extensão. Aos poucos, os projetos se incorporam na Escola Básica, e até mesmo em cursos de formação técnica. Tal método, possui como objetivo central, resistir contra a educação artificial, aproximando-a ao máximo da realidade.

[...] é um processo em constante formação, com propostas que se estruturam durante o processo, trabalhando a criatividade, coletividade e integração entre os participantes, que estão em aprendizagem constante durante a criação e a execução do projeto, tanto por parte dos alunos quanto dos professores (OLIVEIRA, 2014, p. 13).

Através desse processo, relatam Bordenave e Pereira¹⁶ (1982 *apud* BERBEL, 2011, p. 31), o educando “busca informações, lê, conversa, anota dados, calcula, elabora gráficos, reúne o necessário e, por fim, converte tudo isso em ponto de partida para o exercício ou aplicação na vida” (BORDENAVE; PEREIRA, 1982 *apud* BERBEL, 2011, p. 31). Sendo assim, os temas trabalhados na escola acabam se transformando em caminhos para que se possa resolver um problema do cotidiano ou para o desenvolvimento de um projeto.

Para (BEHRENS; JOSE, 2001) a escolha de ensino baseada em projetos motiva-se entre outros fatores pelo fato de:

A opção por um ensino baseado em projetos proporciona a possibilidade de uma aprendizagem pluralista e permite articulações diferenciadas de cada aluno envolvido no processo. Ao alicerçar projetos, o professor pode optar por um ensino com pesquisa, com uma abordagem de discussão coletiva crítica e reflexiva que oportunize aos alunos a convivência com a diversidade de opiniões, convertendo as atividades metodológicas em situações de aprendizagem ricas e significativas. Esse procedimento metodológico propicia o acesso a maneiras diferenciadas de aprender, e, especialmente, de aprender a aprender (BEHRENS; JOSE, 2001, p. 3).

É possível constatar que o método de projeto possui quatro etapas distintas: sendo elas, a intenção: que remete ao desejo de conhecer, instigando uma personalidade curiosa em aprender ou propor soluções para situações que sejam reais, uma vez que o projeto surge de relatos ou situações vivenciadas; a preparação: consiste em estudar e buscar recursos essenciais para solucionar um problema, afinal não é suficiente apenas deter ou reter conhecimento; a execução: consiste em aplicar os recursos selecionados para o trabalho, onde cada estudante procura as informações que poderão contribuir para o trabalho da equipe; por fim a apreciação: que remete ao processo de avaliar do trabalho desenvolvido em comparação aos objetivos finais.

¹⁶ BORDENAVE, J. D.; PEREIRA, A. M. *Estratégias de ensino-aprendizagem*. 4. ed. Petrópolis: Vozes, 1982.

3.2.2.4 A pesquisa científica

A pesquisa científica é uma possibilidade de atividade muito estimulada, principalmente com estudantes de ensino superior, podendo desenvolvê-la através de Iniciação Científica, ou Trabalhos de Conclusão de Curso, participando também como colaboradores ativos nos projetos propostos pelos educadores, entre muitas outras possibilidades. Segundo Demo

Educar pela pesquisa tem como condição essencial primeira que o profissional da educação seja pesquisador, ou seja, maneje a pesquisa como princípio científico e educativo e a tenha como atitude cotidiana. Não é o caso de fazer dele um pesquisador ‘profissional’, sobretudo na educação básica, já que não a cultiva em si, mas como instrumento principal do processo educativo. Não se busca um ‘profissional da pesquisa’, ‘mas um profissional da educação pela pesquisa’. Decorre, pois, a necessidade de mudar a definição do professor como perito em aula, já que a aula que apenas ensina a copiar é absoluta imperícia (DEMO, 1996, p. 2).

Em suma, esta prática revela-se como uma proposta que possibilita aos educandos emergirem do senso comum para conhecimentos realizados, trazendo-lhe capacidades complexas de raciocínio de diversos padrões, bem como a capacidade de observar, descrever, analisar, argumentar, e sintetizar.

[...] a aprendizagem torna-se uma pesquisa em que o aluno passa de uma visão ‘sincrética’ ou global do problema a uma visão ‘analítica’ do mesmo – através de sua teorização – para chegar a uma ‘síntese’ provisória, que equivale à compreensão⁴. Esse movimento de resolução de problemas exige a participação de professores e alunos de forma ativa durante todo o processo, cujo resultado final é, de fato, construído e a aprendizagem mostra-se significativa para os sujeitos protagonistas da ação (PAIVA *et al.*, 2016, p. 147).

Tais habilidades, ao se desenvolverem nos alunos, fazem com que estes tenham condições favoráveis a diferentes iniciativas, oferecendo mais segurança na hora de decidir e como consequência no entendimento que os alunos possuem de eles são capazes de realizar as mudanças que acreditam.

3.2.2.5 A aprendizagem baseada em problemas

Também conhecida como PBL, sigla das iniciais da expressão da língua inglesa *Problem Based Learning*, trata-se de outra modalidade do espectro das metodologias ativas. Foi inserida no Brasil nos cursos de Medicina, mas tem sido aplicada também em outros cursos. Para (BARROW¹⁷, 2007 *apud* RODRIGUES, 2007) a procura pela forma de

¹⁷ BARROWS, H.S. Problem Based Learning Initiative: IL: Southern Illinois University School of Medicine. Disponível em: <<http://www.pbli.org/core.htm>>. Acesso 20.agosto.17

solucionar o problema pode ser compreendida como forma de estimular a obtenção do conhecimento, de uma forma de pensar mais crítica, maior eficiência em resolver problemas e desenvolver formas de aprendizagem autônoma. Essa metodologia apresenta-se diferente das outras por apresentar-se como tópico principal na aprendizagem técnico-científico.

Para Borges *et al.*

A aprendizagem baseada em problemas estimula o estudante a desenvolver habilidades para gerenciar o próprio aprendizado, buscar ativamente as informações, integrar o conhecimento, identificar e explorar áreas novas, com isso o estudante adquire ferramentas para desenvolver habilidades técnicas, cognitivas e atitudinais para a prática profissional e também para aprender ao longo da vida (BORGES *et al.*, 2014, p. 333).

Conforme Sakai e Lima (1996), seu desenvolvimento se fundamenta na resolução de problemas propostos, com o objetivo de que o educando possa estudar e aprender aquele conteúdo. Trata-se então de uma metodologia capaz de estimular conforme a participação do aluno seja mais ativa em busca do conhecimento.

É necessário que se haja uma investigação e reflexão sobre os possíveis fatores e determinantes para o problema, e assim se definirem os pontos-chaves do estudo, investigando os estudantes para a busca de informações, analisando-as para se responder aos questionamentos, compondo, dessa forma, a teorização. Segue-se a elaboração de hipóteses de solução e posteriormente aplicam-se as hipóteses, como um retorno do estudo à realidade investigada (MELO *et al.*, 2016, p. 250).

Do mesmo modo, Gemignani (2012), relata que este tipo de aprendizagem faz uso da situação problema, de forma que sirva como estímulo de aprendizagem. Após fazer a análise e observar o problema, o educando deve definir seu objetivo, procurando então as informações que vão lhe auxiliar resolver a problemática envolvida.

3.2.2.6 A metodologia da problematização com o arco de Maguerez

De acordo com Rocha, 2008 a proposta do arco de Maguerez, “parte da realidade social e após análise, levantamento de hipóteses e possíveis soluções, retorna à realidade.” (ROCHA, 2008, p. 7). Este modelo é constituído de cinco etapas: observação da realidade e definição de um problema, pontos-chaves, teorização, hipóteses de solução e aplicação à realidade.

Tal estudo deve ser crítico e reflexivo, tendo em vista que os estudantes estão, a todo momento, em busca da solução do problema. A partir dessa análise, os alunos devem elaborar a síntese dos pontos essenciais que deverão ser estudados, no intuito de compreender o problema de maneira profunda e encontrar formas de interferir na realidade para solucioná-lo (ROCHA, 2008, p. 8).

Os estudantes problematizam uma fração da situação real a eles apresentada, que esteja relacionada ao centro do estudo, escolhem então um dos problemas para desenvolver o estudo e procuram respostas ou outras soluções. Neste ponto, o professor deve trabalhar no sentido de favorecer o estímulo dessa nova aprendizagem. A figura abaixo ilustra os processos envolvidos na problematização com arco de Magueréz.



Figura 3.9: Ilustração do Arco de Magueréz.
 Fonte: ROCHA, 2008, p. 9, adaptação do autor.

Por tanto tal Metodologia, com base na Problematização, conforme (BERBEL, 2011), vai além os limites da atividade e do intelecto, conforme vão acontecendo as decisões, o professor em parceria e com a participação dos alunos vai considerando, suas possíveis aplicações, na área de interesse de cada estudante. Ao problematizarem uma situação real, onde participam ativamente, eles têm a possibilidade de realizar novas construções e acabam por adquirirem um efetivo vínculo com o ambiente onde se inserem. Assim, os estudantes podem observar os problemas e chegar a um consenso em seus estudos com o objetivo de se direcionar para a aplicação dos conhecimentos adquiridos e solucionar os problemas.

O método possibilita incorporação e criação de novas linhas de raciocínio e posteriormente o confronto com a situação real, permitindo o aparecimento de suas habilidades em potencial. Também é favorável para promover a integração das instâncias do ensino e ainda como elo entre pesquisa, escola, comunidade acadêmica e a sociedade (MOURA; MACHADO, 2016).

As metodologias ativas até então enumeradas, fazem com que os estudantes se deparem com desafios que instigam sua capacidade intelectual, ao estudarem hipóteses que os permitam superar e solucionar os problemas. Os alunos precisam das informações, e é importante que estas sejam levadas e direcionadas quando à eles apresentadas, porém tornam-se mais motivados em seu trabalho, elaboração e execução quando são chamados responder

ou participar. Portanto, isso pode acontecer de maneira gradual, o desenvolver do conhecimento científico, do raciocínio complexo, e da reflexão lógica, e princípios éticos, entre outras acepções nesse aspecto, através da educação em diversas etapas, colaborando com o aprimoramento da autonomia, formando assim o ser humano em sua realização social e profissional.

4 TÓPICOS DA BASE NACIONAL CURRICULAR COMUM LIGADOS AO PROJETO

4.1 Os anos finais do ensino fundamental e a Base Nacional Curricular Comum

Como neste trabalho, as séries do ensino fundamental contempladas, foram sexto e nono ano. Serão abordados nos próximos temas, tópicos da (BNCC) relacionados a estas séries. De acordo com a BNCC, a nova proposta vem como caráter normativo que define o conjunto de aprendizagens que sejam essenciais para os alunos.

Referência nacional para a formulação dos currículos dos sistemas e das redes escolares dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios e das propostas pedagógicas das instituições escolares, a BNCC integra a política nacional da Educação Básica e vai contribuir para o alinhamento de outras políticas e ações, em âmbito federal, estadual e municipal, referentes à formação de professores, à avaliação, à elaboração de conteúdos educacionais e aos critérios para a oferta de infraestrutura adequada para o pleno desenvolvimento da educação. Nesse sentido, espera-se que a BNCC ajude a superar a fragmentação das políticas educacionais, enseje o fortalecimento do regime de colaboração entre as três esferas de governo e seja balizadora da qualidade da educação. Assim, para além da garantia de acesso e permanência na escola, é necessário que sistemas, redes e escolas garantam um patamar comum de aprendizagens a todos os estudantes, tarefa para a qual a BNCC é instrumento fundamental (BRASIL, 2017b, p. 58).

O mesmo documento destaca que durante o Ensino Fundamental – Anos Finais, (sexto ao nono ano) os alunos se defrontam com desafios mais complexos, principalmente por causa da necessidade de fazerem uso das distintas lógicas de ordenação dos conhecimentos ligados às áreas específicas. Levando em conta essa maior especialização, faz-se relevante, nos muitos componentes curriculares, repassar e atribuir novos significados aos conteúdos abordados no Ensino Fundamental. Sendo assim, também é importante tornar mais forte a capacidade autônoma dos educandos desta fase, ofertando-lhes condições apropriadas e todos os mecanismos para que possam assim interagir de modo crítico com as diferentes formas e fontes de conhecimento.

Os estudantes dessa fase inserem-se em uma faixa etária que corresponde à transição entre infância e adolescência, marcada por intensas mudanças decorrentes de transformações biológicas, psicológicas, sociais e emocionais. Nesse período de vida, [...] ampliam-se os vínculos sociais e os laços afetivos, as possibilidades intelectuais e a capacidade de raciocínios mais abstratos. Os estudantes tornam-se mais capazes de ver e avaliar os fatos pelo ponto de vista do outro, exercendo a capacidade de descontração, “importante na construção da autonomia e na aquisição de valores morais e éticos” (BRASIL, 2017b, p. 60).

Portanto o que se pode perceber é em linhas gerais a nova proposta vem com um currículo que visa instituir novos modelos de desenvolver a aprendizagem, a interação e o compartilhamento de significados entre professores e estudantes. A autonomia do estudante é mais uma vez destacada pela sua relevância nos processos didáticos.

Com relação à área de Ciências da Natureza, a BNCC, do Ensino Fundamental para os Anos Finais destaca entre outros que a aprendizagem de ciência está intrinsecamente ligada ao “desenvolvimento da capacidade de atuação no e sobre o mundo, importante ao exercício pleno da cidadania” (BRASIL, 2017b, p. 319). Além disso é proposto também que é imprescindível que os alunos sejam estimulados na participação no processo de planejamento e na realização das atividades investigativas de modo cooperativo, assim como no compartilhamento dos resultados de tais investigações. O processo investigativo deve ser entendido como elemento central na formação dos educandos. De acordo com a BNCC o ensino de ciências deve promover situações onde os alunos possam entre outros:

- Observar o mundo a sua volta e fazer perguntas.
- Analisar demandas, delinear problemas e planejar investigações.
- Propor hipóteses.
- Elaborar explicações e/ou modelos.
- Selecionar e construir argumentos com base em evidências, modelos e/ou conhecimentos científicos.
- Aprimorar seus saberes e incorporar, gradualmente, e de modo significativo, o conhecimento científico.
- Desenvolver soluções para problemas cotidianos usando diferentes ferramentas, inclusive digitais.
- Participar de discussões de caráter científico com colegas, professores, familiares e comunidade em geral.
- Implementar soluções e avaliar sua eficácia para resolver problemas cotidianos.
- Desenvolver ações de intervenção para melhorar a qualidade de vida individual, coletiva e socioambiental. (BRASIL, 2017b, p. 318).

Portanto é possível perceber uma sintonia significativa da nova proposta com os temas abordados neste trabalho, principalmente no sentido de que o aluno seja proativo e participante do processo de aprendizagem. Vale destacar que a BNCC não anula os temas e assuntos desenvolvidos nas séries até a presente data, e sim faz uma adequação dos conteúdos. No estado de Minas Gerais existe um documento denominado Currículo Básico Comum (CBC) desenvolvido pela Secretaria Estadual de Educação que orienta e organiza o currículo das escolas públicas, no sentido de instruí-las com relação às práticas utilizadas, estabelecendo também parâmetros para orientar as escolas na definição, organização, abordagem metodológica e avaliação dos conteúdos, respeitando as especificidades e identidade de cada comunidade onde a escola está inserida. Como os tópicos abordados neste currículo contemplam de modo coerente e de uma maneira clara e organizada os temas abordados pela BNCC, serão abordados no próximo item, os temas ligados à este trabalho que são comuns à ambos.

4.2 O Currículo Básico Comum e a BNCC

O Currículo Básico Comum (CBC) constitui-se na proposta curricular desenvolvida no ano de 2005 pela secretaria estadual de educação de Minas Gerais (SEE-MG) voltada para as escolas da rede pública mineira. A principal justificativa da SEE-MG para a elaboração dessa nova proposta é a de que o ensino tradicional estaria desgastado e ultrapassado no que diz respeito aos seus conteúdos e suas abordagens, uma vez que os assuntos têm sido tratados de forma demasiadamente abstrata, exaustiva e completamente fora da realidade dos alunos, não contemplando sua criatividade, imaginação e senso crítico frente ao conhecimento.

De acordo com o CBC do estado de Minas Gerais, a Proposta Curricular de Ciências Naturais se desenvolve em torno de quatro eixos curriculares: Ambiente e Vida; Corpo Humano e Saúde; Construindo Modelos; Ciência e Tecnologia. Eles definem diretrizes gerais que permitem aglutinar aspectos do currículo, não são estanques e se superpõem nos temas e tópicos que dele fazem parte. Os eixos não definem separações rígidas entre conhecimentos biológicos, físicos e químicos. Mesmo que os conteúdos biológicos sejam predominantes nos temas que fazem parte dos dois primeiros eixos, vários conteúdos químicos e físicos os integram e são fundamentais para a sua compreensão.

Como se pode perceber os eixos abordados no CBC muito se assemelham com as habilidades propostas para os segmentos afins propostos na base Nacional Curricular. A TABELA 4.1 abaixo faz uma breve comparação entre as duas propostas.

Tabela 4.1 – Comparação entre temas do CBC e habilidades da BNCC

Temas do CBC	Habilidades da BNCC
Tema 6: Energia nos Ambientes	A unidade temática Matéria e Energia contempla o estudo de materiais e suas transformações, fontes e tipos de energia utilizados na vida em geral, na perspectiva de construir conhecimento sobre a natureza da matéria e os diferentes usos da energia.
Tema 3: Formação e Manejo dos Solos	Selecionar argumentos que justifiquem a importância da cobertura vegetal para a manutenção do ciclo da água, a conservação dos solos, dos cursos de água e da qualidade do ar atmosférico.
Tema 12: O Mundo muito pequeno *O comportamento elétrico da Matéria *Introdução ao conceito de Átomo	Identificar modelos que descrevem a estrutura da matéria (constituição do átomo e composição de moléculas simples) e reconhecer sua evolução histórica
Tema 7: Evolução dos seres vivos – Seleção Natural	Comparar diferentes processos reprodutivos em plantas e animais em relação aos mecanismos adaptativos e evolutivos. Discutir a evolução e a diversidade das espécies com base na atuação da seleção natural sobre as variantes de uma mesma espécie, resultantes de processo reprodutivo.
Tema 11: O mundo muito grande	Descrever a composição e a estrutura do Sistema Solar (Sol, planetas rochosos, planetas gigantes gasosos e corpos menores), assim como a localização do Sistema Solar na nossa Galáxia (a Via Láctea) e dela no Universo (apenas uma galáxia dentre bilhões).

Tema 14: Processos de Transferência de energia

Identificar e classificar diferentes fontes (renováveis e não renováveis) e tipos de energia utilizados em residências, comunidades ou cidades.

Propor ações coletivas para otimizar o uso de energia elétrica em sua escola e/ou comunidade, com base na seleção de equipamentos segundo critérios de sustentabilidade (consumo de energia e eficiência energética) e hábitos de consumo responsável.

Fonte: BRASIL, 2017b; MINAS GERAIS, 2013, adaptação do autor.

Levando em conta que ainda existe uma relação clara entre os temas das duas propostas de ensino. Abaixo seguem as tabelas com uma análise mais criteriosa sobre os eixos e temas do CBC que contemplam assuntos envolvidos neste trabalho.

Tabela 4.2 – Eixos temáticos e temas do CBC de Ciências (ensino fundamental - 6º ao 9º ano)

Eixo Temático	Temas	Tópicos
Eixo Temático I Ambiente e Vida	Tema 1: Diversidade da Vida nos Ambientes	A Vida nos ecossistemas brasileiros
	Tema 2: Diversidade dos Materiais	Critérios de classificação dos seres vivos.
	Tema 3: Formação e Manejo dos Solos	Materiais e suas propriedades
	Tema 4: Decomposição de Materiais	Reações químicas: ocorrência, identificação e representação.
	Tema 5: Qualidade da Água e Qualidade de Vida	Solos: formação, fertilidade e conservação.
	Tema 6: Energia nos Ambientes	Ação de microrganismo na produção de alguns alimentos
	Tema 7: Evolução dos Seres Vivos	Ação de microrganismos na reciclagem de materiais
		Disponibilidade e qualidade de água
		Doenças de veiculação hídrica
		Transformações e transferências de energia
		Obtenção de energia pelos seres vivos: fotossíntese, respiração celular e fermentação.
		Fósseis como evidências da evolução
		A Seleção natural
		Adaptações reprodutivas dos seres vivos
		Sistemas do corpo humano e suas integrações
		Funções de nutrição no corpo humano

Eixo Temático II Corpo Humano e Saúde	Tema 8: A Dinâmica do Corpo	Doenças infecciosas e parasitárias
		Reprodução humana: características e ação hormonal
	Tema 9: Sexualidade	Métodos contraceptivos
		Drogas e sistema nervoso.
	Tema 10: Interação do Corpo com Estímulos do Ambiente	Luz e visão

Eixo Temático	Temas	Tópicos
Eixo Temático III Construindo modelos	Tema 11: O Mundo Muito Grande	A Terra no espaço* Força e inércia* Modelo cinético molecular O comportamento elétrico da Matéria*
	Tema 12: O Mundo Muito Pequeno	Introdução ao conceito de Átomo Características herdadas e as influências do ambiente.
	Tema 13: Mecanismo de Herança	Produção de energia elétrica: custos ambientais e alternativas*
	Tema 14: Processos de Transferências de Energia	Temperatura, calor e equilíbrio Térmico*
	Tema 15: Energia nos	Tópicos Ciência e Tecnologia Impactos ambientais e extinção de espécies. Reciclagem e preservação ambiental Ação de microrganismos na ciclagem de

Nota: Os tópicos com asteriscos (*) referem-se aos conteúdos contemplados neste projeto.
Fonte: MINAS GERAIS, 2013.

Percebe-se que os eixos temáticos propostos pelo CBC estão relacionados com os conteúdos relacionados ao tema energia proposto neste trabalho. Vale ressaltar que o próprio CBC destaca a importância de se desenvolver novas metodologias de ensino a fim de que se possa colaborar com a eficácia da aprendizagem dos alunos.

Dada a importância de ciência e tecnologia em nossa sociedade, espera-se que o ensino de ciências possa promover uma compreensão acerca do que é a ciência e como o conhecimento científico interfere em nossas relações com o mundo natural, com o mundo construído e com as outras pessoas. Sendo a ciência uma produção cultural, ela representa um patrimônio cultural da humanidade e, nesse sentido, o acesso à ciência é uma questão de direito. Além disso, o ensino de ciências deve estar comprometido com a promoção de uma crescente autonomia dos estudantes, visando seu desenvolvimento pessoal e provendo-os de ferramentas para o pensar e agir de modo informado e responsável num mundo cada vez mais permeado pela ciência e tecnologia [...]O projeto curricular de ciências deve, pois, ser capaz de estabelecer pontes entre fenômenos e processos naturais ou tecnológicos, de um lado, e conceitos, modelos e teorias científicas, de outro.[...] A interação dos estudantes com um mundo concebido e transformado pela ciência e pela tecnologia apresenta diversos desafios para o ensino. Esses desafios podem ser traduzidos em quatro questões básicas e envolvem características do conhecimento científico e tecnológico: 1. Como são as coisas e do que são feitas? 2. Como as coisas funcionam? 3. Como sabemos o que sabemos? 4. Como comunicamos o que sabemos? (MINAS GERAIS, 2013).

É interessante observar como o modelo oficial de currículo, proposto pelas autoridades importa-se e defende a ideia de que o aluno deve ser ativo e participante no processo ensino aprendizagem. No caso do ensino de ciências, que o aluno seja capaz de compreender entre outras coisas o funcionamento, a composição e o motivo pelo qual se possui determinadas informações.

Dentro das propostas oferecidas pelo CBC, os temas em destaque se relacionam com este projeto em alguns aspectos.

O Eixo I, tema 5, “Qualidade da água e qualidade de vida”, tem-se como ideias-chaves assuntos como ciclo da água, distribuição, qualidade e usos da água, tratamento da água, solubilidade de sais e gases na água, função da água nos organismos, distribuição de água no planeta, acesso e disponibilidade da água. Ao tratar das mudanças de estado físico, é preciso estar atento à abordagem de transferência de energia envolvida nos processos e às

diferenças entre ebulição e evaporação. A discussão desse tema (qualidade de água) deve incluir a importância do tratamento de água e de esgoto para a saúde da população.

Em relação ao Eixo III, tema 11, “A Terra e o espaço” e levando em conta que o Sol é o protagonista de todo o processo deste projeto, é pertinente que os alunos conheçam como a Terra se movimenta em torno dessa estrela e as interações existentes entre eles. Por isso, esse tema propõe modelos simples para o cosmo, permitindo que o estudante explique os modelos heliocêntrico e geocêntrico; a esfericidade da Terra; a gravidade como uma força que age a distância, a rotação da Terra e seus movimentos. O movimento da Terra coloca outras questões relacionadas ao movimento dos objetos em sua superfície. Essa é a razão pela qual o tema se desdobra no tópico “Força e inércia”. Assim, pode-se entender a física proposta por Galileu, Newton e outros, como a construção de uma nova física, oposta à física de Aristóteles, para a Terra em movimento.

No Eixo III, o tema 12, “O mundo muito pequeno”, leva em conta os fenômenos microscópicos. A ideia central é que o aluno seja capaz de compreender situações que ele não é capaz de ver a olho nu. Espera-se que os estudantes possam explicar fenômenos macroscópicos – como dissolução, dilatação, difusão, mudanças de estado físico, eletrização e condução elétrica entre outros –, valendo-se de modelos microscópicos.

Como o centro do projeto trata da geração de energia fotovoltaica no Colégio Batista de Varginha, é mais do que necessário que os estudantes sejam capazes de compreender os “Processos de transferências de energia”, que é o tema 14, do Eixo III. O estudo de energia que se inicia no eixo “Ambiente e vida”, tema “Energia nos ambientes”, é retomado para a compreensão de fluxos de energia em equipamentos e circuitos elétricos e em fenômenos térmicos. Essa discussão permite não apenas retomar o conceito científico de energia, assim como também tratar de problemas sociais e ambientais ligados à produção e ao consumo de energia elétrica. O conceito de energia não é estranho aos estudantes de ensino fundamental e médio. Entretanto, a concepção de energia na vida cotidiana difere em muitos aspectos do conceito científico de energia. A principal razão é que a concepção cotidiana de energia é fundamentalmente não conservativa: energia é um bem que se paga para consumir e que acaba depois de certo tempo. Ao contrário disso, a ciência afirma que energia é uma quantidade que se conserva nas transformações, isto é, não aumenta nem diminui. (MINAS GERAIS, 2013).

A ideia de armazenamento implica considerar sistemas que “guardam” energia, a qual que pode ser, a qualquer momento, novamente disponibilizada (como um elástico esticado de um brinquedo infantil, um objeto erguido a certa altura no campo gravitacional ou

certos compostos químicos). A energia armazenada é denominada “potencial”, podendo ser potencial elástica, potencial gravitacional ou potencial química. Essas ideias de transformação, transferência e armazenamento de energia preparam o conceito mais abstrato e difícil de que a quantidade total de energia sempre se conserva nas transformações, foco do estudo do conceito de energia no ensino médio. A degradação da energia significa que, em cada transformação, uma parte da energia se dissipa na forma de calor.

Nas atividades de estudo desse tema, os estudantes devem ter oportunidades de utilizar corretamente e compreender palavras e frases relacionadas com a energia nos ambientes como: conservação, armazenamento, transferência e transformação de energia, energia cinética, energia potencial (química, gravitacional ou elástica), energia radiante ou luminosa, calor. (MINAS GERAIS, 2013).

No eixo IV, “Temperatura, calor e equilíbrio térmico”, o tópico “Calor, temperatura e equilíbrio térmico” apresenta um modelo bastante útil e generalizável para o estudo dos fenômenos térmicos: o calor é uma forma de energia que se transfere de um ponto a outro sempre que houver diferenças de temperatura entre eles. Em geral, o resultado dos fluxos de calor é o aumento de temperatura do corpo que recebe calor e a redução de temperatura do corpo que cede calor. Entretanto, isso nem sempre acontece, pois nas mudanças de estado físico ocorrem fluxos de calor, e a temperatura do sistema mantém-se estável. Nesse caso, a energia não é utilizada para aumentar a energia das partículas do material, mas para alterar o estado de agregação das partículas.

No Eixo IV, “Ciências e tecnologia”, o tema 15, “Energia nos ambientes” trata das ciências e tecnologia considerando o conhecimento científico e suas aplicações na vida e na sociedade. Busca desenvolver a habilidade do aluno que o possibilite compreender que a crescente evolução e utilização de novas tecnologias vêm acarretando profundas mudanças no meio ambiente, nas relações e nos modos de vida das pessoas, representando desafios para a maioria da população. Vale destacar que o CBC aponta como prioridades de aprendizagem o assunto: a utilização da tecnologia nos processos de transformação e transferência de energia.

As TABELAS 4.3, 4.4 e 4.5 abaixo mostram em quais séries cada tema deve ser desenvolvido e a carga horária destinada a cada tópico.

Tabela 4.3 - O tema “Energia nos ambientes” no ensino fundamental II

TÓPICOS	HABILIDADES BÁSICAS	Anos / C. Horária Anual			
		6º	7º	8º	9º
11. Transformações e transferências de energia	11.0. Descrever fenômenos e processos em termos de transformações e transferências de energia.	4			
	11.1. Reconhecer energia armazenada em sistemas (energia potencial gravitacional, energia potencial elástica, energia potencial química).		4		4
12. Obtenção de energia pelos seres vivos: fotossíntese, respiração celular e fermentação	12.0. Identificar o Sol como fonte básica de energia na Terra, a presença de vegetais no início das teias alimentares;	3			
	12.1. Relacionar produção de alimento (glicose) pela fotossíntese com transformação de energia luminosa e de transformação de materiais (água, gás carbônico e sais).			4	
	12.2. Identificar o alimento como fonte de energia. 12.3. Relacionar respiração e fermentação com processos de obtenção de energia a partir de alimentos.			4	

Fonte: MINAS GERAIS, 2013.

Tabela 4.4 – O tema “O mundo muito grande” no ensino fundamental II

TÓPICOS	HABILIDADES BÁSICAS	Anos / C. Horária Anual			
		6º	7º	8º	9º
23. A Terra no espaço	23.0. Compreender que vivemos na superfície de uma Terra que é esférica e se situa no espaço.	4		4	
	23.1. Reconhecer a força gravitacional como causa da queda dos objetos abandonados nas proximidades da superfície da Terra em direção ao seu centro.			4	
	23.2. Diferenciar os modelos geocêntrico e heliocêntrico do Universo e reconhecê-los como modelos criados a partir de referenciais diferentes.			4	3
	23.3. Explicar as evidências e argumentos usados por Galileu a favor do heliocentrismo (noção de inércia e observações ao telescópio da aparência da Lua, fases do planeta Vênus e satélites de Júpiter).				3
24. Força e inércia	24.0. Compreender inércia como tendência dos corpos em prosseguir em movimento em linha reta e velocidade constante ou em repouso.				4
	24.1. Identificar força enquanto ação externa capaz de modificar o estado de repouso ou movimento dos corpos.				4

Fonte: MINAS GERAIS, 2013.

Tabela 4.5 – O tema “O mundo muito grande” no ensino fundamental II

TÓPICOS	HABILIDADES BÁSICAS	Anos / C. Horária Anual			
		6º	7º	8º	9º
29. Produção de energia elétrica: custos ambientais e alternativas	29.0. Descrever o funcionamento de usinas hidro e termoelétricas em termos de transformações e transferências de energia.			3	
	29.1. Discutir e comparar impactos ambientais de usinas geradoras de energia elétrica.			3	
	29.2. Associar impactos ambientais ao uso intensivo de energia e examinar alternativas energéticas disponíveis.			3	
30. Temperatura, calor e equilíbrio térmico	30.0. Diferenciar calor e temperatura e estabelecer relação entre esses conceitos.			3	
	30.1. Explicar a ocorrência de equilíbrio térmico como resultado de transferências de calor.			3	
	30.2 Identificar materiais como bons e maus condutores de calor na análise de situações práticas e experimentais.			3	
	30.3 Identificar algumas propriedades térmicas da água e sua importância na regulação do clima e da temperatura corporal.			3	
IX. Eletricidade em nossas casas	• Reconhecer circuitos elétricos simples, identificando o que é necessário para que a corrente elétrica se estabeleça num circuito.				3
	• Compreender as instalações elétricas de nossas casas como um grande circuito identificando os principais dispositivos elétricos utilizados.				3
	• Reconhecer o significado da potência de aparelhos elétricos em situações práticas envolvendo avaliação de consumo de energia elétrica.				3
	• Reconhecer o risco de choques elétricos no corpo humano, identificando materiais condutores e isolantes elétricos e como utilizá-los com segurança				3
X. Regulação de temperatura nos seres vivos	• Identificar fluxos de energia entre os organismos e o ambiente: energia proveniente dos alimentos, energia gasta no metabolismo, calor dissipado ao ambiente e trabalho realizado.			3	
	• Identificar alterações no corpo de aves e mamíferos que permitem manter a temperatura corporal em diferentes condições de temperatura ambiente.			3	

Fonte: MINAS GERAIS, 2013.

A partir dos eixos apresentados, serão realizados projetos envolvendo o tema energia e ambiente nas séries do 6º e 9º anos do ensino fundamental, por serem séries extremas do mesmo segmento, permitindo a avaliação da percepção do aluno acerca do assunto energia nesse segmento. Também serão aplicadas práticas de metodologias ativas no 3º ano do ensino médio, afim de ampliar a perspectiva dos alunos sobre ciências físicas e químicas do tema energia solar

4.3 Reforma do ensino médio 2017

O ensino médio público brasileiro expandiu de forma significativa na década de 1990, mas a sua obrigatoriedade só foi efetivada em 2009, por intermédio da Emenda Constitucional nº 59 (BRASIL, 2009). Mesmo em caráter de obrigatoriedade da oferta, esse fato não infere na universalização e na democratização, o ensino médio ainda tem de superar diversos desafios como, por exemplo, formação dos professores, conteúdos ensinados, infraestrutura escolar, motivação para os alunos continuarem estudando, identidade e finalidade dessa etapa da educação básica, entre outros.

De acordo com Krawczyk (2011), mantêm-se altos os índices de evasão e de reprovação e a porcentagem de jovens que não ingressam no sistema educacional. Ainda segundo a autora, as atuais deficiências do ensino médio no Brasil advêm de um projeto tardio de democratização da educação pública. Até então inacabada, essa democratização sofreu com as transformações que ocorreram na sociedade, na economia e na cultura na segunda metade do século XX.

No contexto das mudanças políticas do ano de 2016, que desencadeou a deposição da presidente da República, a primeira das reformas propostas foi a do ensino médio. Considerando a composição do governo de Michel Temer, a retomada do controle do Ministério da Educação e Cultura (MEC) por parte do grupo que acompanhou o ministro Paulo Renato Souza (1994-2002) pode, em certa medida, explicar a rapidez com que a Medida Provisória n. 746, de 2016, foi apresentada ao país. Uma resposta certa à ousadia do grupo político deposto, que elevou o ensino médio à condição de obrigatoriedade a todos os jovens na faixa etária de 15 a 17 anos (MOLL, 2017).

O cenário de reformulação foi marcado pela criação da Comissão Especial na Câmara dos Deputados, da qual resultou o Projeto de Lei n. 6.840, de 2013 e, mais recentemente, pela publicação da Medida Provisória n. 746, de 2016, da qual resultou a lei n. 13.415, de 2017, que altera a Lei de Diretrizes e Bases da Educação no que diz respeito à organização curricular e também a lei 11.494, de 2007, que regulamenta o Fundo de

Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação (Fundeb).

Art. 36. O currículo do ensino médio será composto pela Base Nacional Comum Curricular e por itinerários formativos, que deverão ser organizados por meio da oferta de diferentes arranjos curriculares, conforme a relevância para o contexto local e a possibilidade dos sistemas de ensino, a saber:

I - linguagens e suas tecnologias;

II - matemática e suas tecnologias;

III - ciências da natureza e suas tecnologias;

IV - ciências humanas e sociais aplicadas;

V - formação técnica e profissional (BRASIL, 2017a).

Após aprovação na Câmara dos Deputados e no Senado Federal, com algumas alterações, tornou-se a lei n. 13.415, de 2017. As principais alterações dizem respeito à carga horária obrigatória destinada à formação básica comum¹⁸; à possibilidade de parceria público-privada, além das previstas para a formação técnica e profissional e a realização de convênios para oferta de cursos a distância (SILVA, 2017).

Sendo assim, vale destacar que, apesar das mudanças no caráter da carga horária e dos caminhos trilhados pelos estudantes na nova proposta do ensino médio, os conteúdos de ciências da natureza estão embasados na Base Nacional Curricular Comum, conforme será abordado no próximo capítulo.

4.4 O ensino médio e a BNCC

No intuito de fazer com que o currículo atinja os objetivos e parâmetros do processo educativo é preciso que existam temas e que se estabeleça relação entre as disciplinas, a fim de que elas não sejam apenas uma seleção de conteúdo.

No decorrer do ano de 2017, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) foi abordada como um dos mais relevantes debates sobre educação no país. Em trâmite desde abril, o documento da Base foi homologado pelo Ministério da Educação (MEC), em sua terceira versão, no dia 20 de dezembro de 2017. De acordo com o Mendonça Filho (2018), ao apresentar a Base Nacional Curricular Comum a define da seguinte maneira:

A BNCC é um documento plural e contemporâneo, resultado de um trabalho coletivo inspirado nas mais avançadas experiências do mundo. A partir dela, as redes de ensino e instituições escolares públicas e particulares passarão a ter uma referência nacional comum e obrigatória para a elaboração dos seus currículos e propostas pedagógicas, promovendo a elevação da qualidade do ensino com equidade e preservando a autonomia dos entes federados e as particularidades regionais e locais. Prevista na Constituição de 1988, na Lei

¹⁸ A Medida Provisória n. 746 propunha 1.200 horas, e a lei n. 13.415, de 2017, definiu até 1.800 horas, podendo ser, portanto, inferior às 1.200 propostas anteriormente.

de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, de 1996, e no Plano Nacional de Educação, de 2014, a BNCC expressa o compromisso do Estado Brasileiro com a promoção de uma educação integral e desenvolvimento pleno dos estudantes, voltada ao acolhimento com respeito às diferenças e sem discriminação e preconceitos (MENDONÇA FILHO, 2018, p. 5).

Em linhas gerais a Base Nacional Comum Curricular trata-se um documento que indica as competências (gerais e específicas), as habilidades e as aprendizagens indispensáveis que os estudantes devem desenvolver no decorrer de cada etapa da educação básica. A BNCC destaca também, que tais competências, habilidades e conteúdos devem ser os mesmos, independentemente de onde as crianças, os adolescentes e os jovens morem ou estudem.

Ao analisar a Base Nacional Curricular comum, é possível constatar que muitas competências estão ligadas ao conceito de energia. Segundo o artigo n. 22 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), a educação básica tem por finalidade “desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores” (BRASIL, 1996). A progressão no trabalho e nos estudos deve ser desenvolvida pelo ensino médio, uma vez que as suas finalidades específicas incluem “a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando” (BRASIL, 1996). Segundo Ramos (2005), essa preparação deve ser feita por um currículo que destacará a educação tecnológica básica, a compreensão do significado da ciência, das letras e das artes; o processo histórico de transformação da sociedade e da cultura; a língua portuguesa como instrumento de comunicação, acesso ao conhecimento e exercício.

Portanto, ainda conforme Ramos (2005) percebe-se a necessidade de o ensino médio construir possibilidades formativas que contemplem as múltiplas necessidades socioculturais e econômicas dos sujeitos que o constituem (adolescentes, jovens e adultos), reconhecendo-os como sujeitos de direitos no momento em que cursam o ensino médio. Isso implica possibilitar, sobre uma base unitária que sintetize humanismo e tecnologia, a preparação para o exercício de profissões técnicas, a iniciação científica, a ampliação cultural, o aprofundamento de estudos, além de outras.

A doutrina que disciplina o ensino médio recorre à diversidade como reconhecimento das diferenças que, embora reconhecidas como ponto de partida de um processo, têm um horizonte comum determinado pela constatação de que os itinerários de vida dos jovens e dos jovens adultos serão cada vez mais imprevisíveis. Nesse cenário, a escola, especialmente a média, é convocada a contribuir para a aprendizagem de competências gerais, visando à constituição de pessoas mais aptas a assimilar mudanças,

autônomas em suas escolhas, que respeitem as diferenças e, ainda, que constituam identidades; “capazes de suportar a inquietação, conviver com o incerto, o imprevisível e o diferente” (BRASIL, 2002).

De acordo com a Base Nacional Curricular Comum, as competências e habilidades do ensino médio referem-se muitas vezes ao conceito de energia. Desse modo, é imprescindível que os estudantes sejam capazes de compreender a realidade e a situação dos contextos envolvendo energia e nos quais estão inseridos. No caso da aplicação deste projeto, que os alunos percebam, a partir da observação e do conhecimento, que a energia fotovoltaica instalada no colégio onde estudam está amplamente relacionada com as atividades que eles executam em seu cotidiano e com os conteúdos que aprendem em disciplinas diversas. No sentido de assegurar e organizar o desenvolvimento das competências específicas, propostas cada componente curricular, a BNCC apresenta um conjunto de habilidades. Tais habilidades estão relacionadas a distintos objetos de conhecimento e expressam as aprendizagens essenciais que devem ser asseguradas aos alunos nos diferentes contextos escolares. Tomando o tema energia como referência e a BNCC (Base Nacional Curricular Comum), a TABELA 4.1 destacar algumas habilidades que o estudante do ensino médio deve adquirir.

Tabela 4.6 - Competências e habilidades ligadas à Educação em Energia

<p>Linguagens, Códigos e suas Tecnologias</p>	<p>-Compreender e analisar processos de produção e circulação de discursos, nas diferentes linguagens, para fazer escolhas fundamentadas em função de interesses pessoais e coletivos.</p> <p>- Analisar, interpretar e aplicar os recursos expressivos das linguagens, relacionando texto com seus contextos, mediante a natureza, função, organização das manifestações, de acordo com as suas condições de produção e recepção.</p> <p>- Compreender criticamente textos de divulgação científica orais, escritos e multissemióticos de diferentes áreas do conhecimento, identificando sua organização tópica e a hierarquização das informações, questionando fontes não confiáveis e problematizando enfoques tendenciosos ou superficiais</p> <p>- Produzir textos para a divulgação do conhecimento e de resultados de levantamentos e pesquisas – texto monográfico, ensaio, artigo de divulgação científica, verbete de enciclopédia (colaborativa ou não), infográfico (estático ou animado), relato de experimento, relatório, relatório multimidiático de campo, reportagem científica, <i>podcast</i> ou <i>vlog</i> científico, apresentações orais, seminários, comunicações em mesas redondas, mapas dinâmicos etc. –, considerando o contexto de produção e utilizando os conhecimentos sobre os gêneros de divulgação científica, de forma a engajar-se em processos significativos de socialização e divulgação do conhecimento.</p>
<p>Ciências da Natureza,</p>	<p>-Utilizar estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos para interpretar situações em diversos contextos, sejam atividades cotidianas, sejam fatos das Ciências da Natureza e Humanas, ou ainda questões econômicas ou tecnológicas, divulgados por diferentes meios, de modo a consolidar uma formação científica geral.</p> <p>-Articular conhecimentos matemáticos ao propor e/ou participar de ações para investigar desafios do mundo contemporâneo e tomar decisões éticas e socialmente responsáveis, com base na análise de problemas de urgência social, como os voltados a situações de saúde, sustentabilidade, das implicações da tecnologia no mundo do trabalho, entre outros, recorrendo a conceitos, procedimentos e linguagens próprios da Matemática.</p> <p>-Interpretar situações econômicas, sociais e das Ciências da Natureza que envolvem a variação de duas grandezas, pela análise dos gráficos das funções representadas e das taxas de variação com ou sem apoio de tecnologias digitais.</p> <p>-Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que</p>

Matemática e suas Tecnologias	<p>aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global.</p> <p>-Analisar e representar as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões em situações cotidianas e processos produtivos que priorizem o uso racional dos recursos naturais.</p> <p>-Avaliar tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/ benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais.</p> <p>-Elaborar explicações e previsões a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais.</p> <p>-Investigar e analisar os efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços básicos (saneamento, energia elétrica, transporte, telecomunicações, cobertura vacinal, atendimento primário à saúde e produção de alimentos, entre outros) e identificar necessidades locais e/ou regionais em relação a esses serviços, a fim de promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida e nas condições de saúde da população.</p> <p>-Analisar as propriedades específicas dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ou propor soluções seguras e sustentáveis.</p> <p>-Justificar a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.</p>
Ciências Humanas e Sociais Aplicadas	<p>-Problematizar hábitos e práticas individuais e coletivos de produção e descarte (reuso e reciclagem) de resíduos na contemporaneidade e elaborar e/ou selecionar propostas de ação que promovam a sustentabilidade socioambiental e o consumo responsável.</p> <p>-Analisar e avaliar os impactos econômicos e socioambientais de cadeias produtivas ligadas à exploração de recursos naturais e às atividades agropecuárias em diferentes ambientes e escalas de análise, considerando o modo de vida das populações locais e o compromisso com a sustentabilidade.</p>

-Analisar os impactos socioambientais decorrentes de práticas de instituições governamentais, de empresas e de indivíduos, discutindo as origens dessas práticas, e selecionar aquelas que respeitem e promovam a consciência e a ética socioambiental e o consumo responsável.

-Analisar e discutir o papel dos organismos nacionais de regulação, controle e fiscalização ambiental e dos acordos internacionais para a promoção e a garantia de práticas ambientais sustentáveis.

Fonte: BRASIL, 2018, adaptação do autor.

5 SOBRE O DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

5.1 Caracterização da escola e dos sujeitos

Esta pesquisa foi desenvolvida no Colégio Batista de Varginha de Ensino Básico, Fundamental e Médio, localizado na Rua Doutor. Vladimir Resende Pinto, 67, Vila Nogueira, Varginha, Minas Gerais (MG). É uma escola da rede particular de ensino. O município faz parte do Sul de Minas Gerais e possui uma população de 134.364 habitantes, distribuídos em seus 395 mil e 396 km², a cidade possui uma densidade demográfica de 311,29 hab/km², e o salário médio mensal dos trabalhadores formais é em média 2,3 salários mínimos. Varginha apresenta um PIB per capita (2015) de 34.827,4. E IDHM¹⁹: 0,778 elevado. Com relação à educação, a cidade apresentou 16 mil e 81 matrículas de alunos no ensino fundamental, e 4 mil e 931 matrículas no ensino médio. A cidade possui 4 instituições de ensino superior particulares na modalidade presencial, 1 escola técnica federal (CEFET - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais), 1 Universidade Federal (UNIFAL – Universidade Federal de Alfenas) e 14 outras instituições que configuram entre universidades particulares sendo polos presenciais e à distância, cursos profissionalizantes e cursos técnicos. O município conta com 55 escolas de ensino fundamental, 53 pré-escolas e 20 escolas de ensino médio. Assim como a microrregião, é uma área tipicamente produtora de café, o que gerou e continua gerando boa parte da receita (IBGE, 2015)²⁰.

Varginha é um centro de industrialização e comercialização da produção de Café da região, sendo ao lado de outras cidades do Sul de Minas, produtora de cafés de excelente qualidade. As exportações de café totalizaram, em 2010, US\$ 1,7 bilhão, superando a marca de US\$ 1,25 bilhão de 2009²¹. A cidade é a terceira mais populosa do Sul de Minas e a sétima no *ranking* de melhores Índice de Desenvolvimento Humano Municipal do estado²².

¹⁹ O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) é uma medida composta de indicadores de três dimensões do desenvolvimento humano: longevidade, educação e renda. O índice varia de 0 a 1. Quanto mais próximo de 1, maior o desenvolvimento humano (Disponível em: <<http://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0/conceitos/o-que-e-o-idhm.html>>. Acesso em 25 mar. 2018.

²⁰ BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. IBGE. Varginha. 2015. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/varginha/panorama>>. Acesso em: 25 mar. 2018.

²¹ Informações publicadas do site da Prefeitura de Varginha. Disponível em: <<http://www.varginha.mg.gov.br/a-cidade/informacoes-estatisticas>>. Acesso em: 25 mar. 2018.

²² Informações divulgadas no site Sempre Família. Disponível em: <<http://www.semprefamilia.com.br/as-15-melhores-cidades-para-se-viver-em-minas-gerais/>>. Acesso em: 25 mar. 2018.

A educação no Colégio Batista de Varginha baseia-se na humanização, na responsabilidade, na democracia, na criatividade, no espírito crítico e na autonomia. Esses fatores são fundamentais à formação de cidadãos inovadores, solidários e comprometidos com o bem comum.

Com relação a sua infraestrutura, a escola possui um moderno laboratório de informática que está à disposição de professores e alunos, seja para atividades pedagógicas ou para pesquisas em geral. Os computadores são ligados em rede e estão conectados permanentemente à internet de alta velocidade. Os profissionais oferecem orientação sobre a utilização de aplicativos e equipamentos, além de auxiliarem no desenvolvimento das atividades.

As salas de aula possuem boa iluminação e ventilação, espaço suficiente para a capacidade da turma e carteiras confortáveis. Enfim, tudo para que possa oferecer um ambiente adequado para o aprendizado.

Todas as salas, de 2º ano do ensino fundamental até o 3º ano do ensino médio, são equipadas com *datashow*. As salas da educação infantil dispõem de vasto material de apoio para as crianças. Alunos desde o maternal até o ensino médio têm no laboratório de ciências a chance de observar e testar os conteúdos aprendidos em sala de aula sobre a natureza e o corpo humano. Professores de Biologia, Química e Física trabalham na preparação de experimentos e atividades práticas, importantes ferramentas para a expansão do conhecimento e melhor apropriação do conteúdo teórico.

A escola ainda conta com parquinho infantil, salão de reuniões, biblioteca, cantina, área de convivência e área esportiva e de recreação.

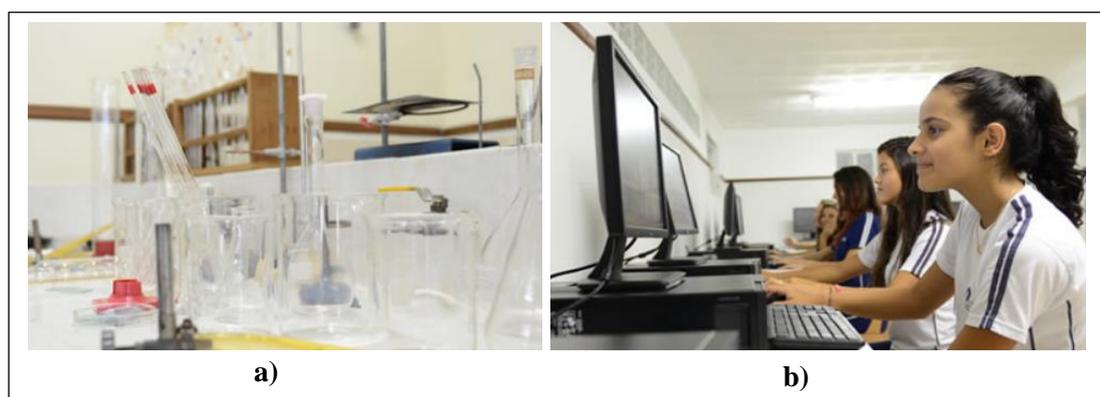


Figura 5.1 – Infraestrutura do Colégio Batista de Varginha.

a) Laboratório de Ciências.

b) Laboratório de Informática.

Fonte: Site do Colégio Batista de Varginha²³, 2014.

²³ Disponível em: <<http://batistanet.com.br/site/infraestrutura/>>. Acesso em: 18 fev. 2018.

O 6º e o 9º anos do ensino fundamental possuem um total de três turmas cada e o 3º ano do ensino médio possui um total de duas turmas, todas elas no período da manhã.

É relevante destacar, que por procedimentos éticos, as identidades dos alunos foram preservadas através de nomes resumidos, de modo que não seja possível a sua identificação. As informações fornecidas pelos alunos foram usadas única e exclusivamente para a realização deste estudo. Com autorização da equipe pedagógica e direção, foram realizados planejamentos anual, bimestral e realinhamentos semestrais para que as atividades cotidianas não tivessem ônus.

Em todas as turmas cada aula possui duração de 50 minutos. Portanto qualquer atividade descrita aqui, quando se diz que foi realizada em uma aula, o tempo é de 50 minutos.

5.2 O material de apoio e seu uso

O desenvolvimento desta proposta didática gerou um material de apoio de caráter temático, contemplando cinco atividades, desenvolvidas visando contemplar conteúdos propostos pelo PCN e pelo CBC, que expressam os aspectos fundamentais a serem ensinados e aprendidos em cada disciplina. Conforme os referenciais adotados têm-se:

Tabela 5.1 - Proposta de Atividades para o 6º ano do ensino fundamental

Aula	Tema	Metodologia	Tópicos	Atividades
		ativa		
1	A Terra no espaço	Aprendizagem baseada em problemas	- modelo heliocêntrico. - movimento da Terra que gera o dia e a noite. - o movimento da Terra que gera o ano. - o movimento da Terra que gera as estações.	- vídeo; - Simulando a duração do dia e da noite; - simulação das estações do ano

2	Transferência de energia	Processo do Incidente	Descrever fenômenos e processos em termos de transformações e transferências de energia.	<ul style="list-style-type: none"> - Descrição dos tipos de energia - Apresentação do tema energia solar no Colégio Batista de Varginha - Utilização de texto contextualizado: Descobrindo com o sabiá.
3	Fotossíntese	Problematização com o arco de Maguerez	Compreensão do sol como fonte de energia para todos os seres vivos.	<ul style="list-style-type: none"> - Energia armazenada nas plantas através do sol. - Contextualização da importância do Sol para manutenção da vida na Terra apresentada pelos alunos.

Tabela 5.2 – Proposta de Atividades para o 9º ano do ensino fundamental

Aula	Tema	Metodologia ativa	Tópicos	Atividades
1	Transformações e transferências de energia	Processo do incidente	- Reconhecer energia armazenada em sistemas (energia potencial gravitacional, energia potencial elástica, energia potencial química).	- vídeo; - preenchimento de tabelas envolvendo transformações de energia; - utilização de brinquedos para demonstração dos princípios de conservação de energia mecânica.
2	Produção de energia elétrica e custos ambientais	Estudo de caso	- Descrever fenômenos e processos em termos de transformações e transferências de energia - relacionamento do tema com energia fotovoltaica.	- descrição dos tipos de energia - apresentação do tema energia solar no Colégio Batista de Varginha) - Uso do mini carrinho solar

Tabela 5.3 – Proposta de Atividades para o 3º ano do ensino médio.

Aula	Tema	Metodologia ativa	Tópicos	Atividades
1	A Energia na vida humana	Problematização com o arco de Maguerez	Reconhecer as principais fontes e tipos de energia utilizadas na vida cotidiana e os riscos que podem oferecer à saúde e ao meio ambiente.	- aula interdisciplinar (Física/Química/Biologia /História); - contextualização do tema energia com os professores de diversas áreas; - análise e apresentação da proposta de instalação de energia solar fotovoltaica no colégio.

2	Transformações de energia nos circuitos elétricos	Processo do Incidente	Aplicar o conceito de energia e suas propriedades para compreender situações que envolvam circuitos elétricos simples.	<ul style="list-style-type: none"> - construção de um circuito simples utilizando pilhas, <i>leds</i>, e fios para análise e compreensão do tema; - Uso do motor à hélice, movido à energia solar. - Construção de painéis, cartazes e todo material de divulgação, conscientizando a sociedade escolar da importância da utilização de novas fontes alternativas de energia com enfoque no tema fotovoltaico.
3	Geradores elétricos	Estudo de caso	Aplicar o conceito de energia e suas propriedades para compreender situações envolvendo geradores de energia elétrica.	

Tabela 5.4 - Materiais de apoio utilizados na aplicação do projeto

Turma	Material de apoio
6º ano	<ul style="list-style-type: none"> - Questões (Concepções prévias dos educandos/ Problematização Inicial); - Desenhando o céu a olho nu - (Problematização Inicial / Organização do Conhecimento); - Utilização do vídeo Planeta Terra Visto do Espaço²⁴ - Utilização de maquetes para simulação dos movimentos da Terra. - Utilização do brinquedo “baratinha solar” - Utilização do vídeo Saiba como funciona a energia solar fotovoltaica²⁵: Preenchimento de tabelas envolvendo transformações de energia.

²⁴ Publicado por Wordshande em 2 de março de 2012 no site Youtube. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=XSD9v30c_vY>. Acesso em: 20 dez 2017.

- 9º ano
- Utilização de brinquedos para demonstração dos princípios de conservação de energia mecânica.
 - Descrição dos tipos de energia, (Apresentação do tema energia solar no Colégio Batista)
 - Uso do minicarrinho solar²⁶
- 3º ano
- Aula interdisciplinar (Física/Química/Biologia /História)
 - Análise e apresentação da proposta de instalação de energia solar fotovoltaica no Colégio
 - Construção de um circuito simples utilizando pilhas, *leds*, e fios para análise e compreensão do tema.
 - Uso do motor a Hélice, Movido a Energia Solar.
 - Visita ao gerador fotovoltaico do colégio/ entrevista com técnicos e profissionais da área.

5.3 Energia fotovoltaica no colégio Batista

Em 13 de fevereiro de 2017, o colégio Batista de Varginha iniciou o projeto de geração de energia fotovoltaica. A empresa Alba Energia, através de seu representante, Thiago Coutinho, pai de um dos alunos do colégio, foi a responsável pela instalação e desenvolvimento do projeto. A direção do colégio relatou que no início muitas dúvidas surgiram em relação à proposta e que pouco conhecia sobre este tipo de energia. Porém, com a assessoria dos profissionais responsáveis, achou o projeto muito interessante e decidiu investir.

De acordo com o Mapa Solarimétrico²⁷, na região de Varginha onde aplicou-se este projeto, a média anual de radiação solar global diária é de 16MJ/m².dia. Atualmente o colégio conta com um sistema de geração de energia elétrica a partir de painéis solares capazes de sustentar toda a demanda dos prédios da instituição. Além de ser sustentável, a direção percebe ainda essa atitude como um diferencial tanto do ponto

²⁵ Publicado por Asolar Acessórios Solares, em 2 de março de 2012, no site Youtube. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=GZuf_Uol-n0>. Acesso em 20 dez. 2017

²⁶ Site Brinquedos e Robótica Solar. Disponível em: <<http://www.wskits.com.br/brinquedo-energia-alternativa/energia-solar01/mini-carro-sola>>. Acesso em: 20 dez. 2017.

²⁷ http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Atlas_Solarimetrico_do_Brasil_2000.pdf

de vista financeiro como pedagógico, pois motiva, através do exemplo, uma educação ambiental e sustentável para seus alunos²⁸.

Como um diferencial entre as escolas do Sul de Minas Gerais, o Colégio Batista instalou neste mês de fevereiro, a energia solar fotovoltaica; conforme se pode ver no texto abaixo relatado diretora pedagógica do colégio.

Diariamente, muita energia chega ao nosso planeta de forma gratuita e limpa. Os raios solares, além de trazerem a luz e o calor, essenciais para a vida na Terra, podem ser aproveitados para a geração de energia, tanto na forma de calor quanto na de eletricidade.

Essa eletricidade que vem do Sol é chamada de fotovoltaica, termo formado a partir de duas palavras: foto, que em grego significa “luz”, e voltaica, que vem da palavra “volt”, a unidade para medir o potencial elétrico.

A partir do dia 13 de fevereiro de 2017, o Colégio Batista iniciou este projeto, que contará com um sistema de geração de energia elétrica a partir de painéis solares capazes de sustentar toda a demanda dos prédios da instituição. É uma iniciativa que reverterá em grande economia financeira para a escola e, principalmente, auxiliará na sustentabilidade do nosso planeta (MELO, 2017).

De acordo com o as informações apresentadas no texto, pode se perceber que a instalação de energia fotovoltaica na instituição de ensino abre amplo espaço para diversas formas de aprendizagem. Muitos são os temas que podem ser trabalhados a partir do assunto Energia. Muitas das disciplinas que contemplam o currículo básico de ensino permeiam diretamente dentro desta temática, como Química, Biologia, Geografia e Física. Levando em consideração que entre as principais barreiras para atingir um desenvolvimento sustentável está a falta de conhecimento e consciência, em todos os níveis da sociedade, em especial dos impactos causados pelo uso indiscriminado dos recursos naturais; é possível justificar e respaldar com segurança que ensinar e divulgar novas maneiras de obtenção de energia é extremamente importante no atual contexto em que se vive. Surge então a necessidade de uma educação que contemple fatores sociais, culturais, ambientais e energéticos. Vale destacar que o sistema de energia solar fotovoltaica instalado no Colégio Batista de Varginha é capaz de gerar energia elétrica para abastecer cerca de 100 casas que tenham com um consumo de 300kW/mês, o que equivale a uma potência 30MW/mês.

²⁸ Informações publicadas do site do colégio. Disponível em: <<http://batistanet.com.br/site/aviso/colégio-batista-inovando-com-energia-solar>>. Acesso em: 15 fev. 2018.

6 DESCRIÇÃO E APLICAÇÃO DA PROPOSTA

6.1 A aplicação da proposta em blocos

Nessa sessão relata-se a aplicação da proposta através de elementos descritivos como o comportamento dos alunos, diálogos, a sala de aula, as atividades e as atitudes tomadas diante das interações. Em alguns momentos, fazem-se algumas reflexões, levantando especulações, sentimentos, problemas, ideias, impressões, preconceções, dúvidas, incertezas, surpresas e decepções. O relato da aplicação e as reflexões provenientes dele serão feitas em ordem cronológica do acontecido durante a execução da proposta²⁹, que contém sete blocos.

O **Bloco 1** começou com a apresentação da proposta didática aos alunos. Eles tomaram ciência de que fariam parte de uma pesquisa de Mestrado em Engenharia de Energia. Na aula seguinte, aplicou-se um questionário individual para um estudo da realidade dos alunos no que tange ao tema energia e espaço de um modo geral. Os questionários se alternavam com referência às respectivas séries em que eram aplicados. Esperava-se que nesse Bloco 1 existisse, por parte dos educandos, o interesse em adquirir novos conhecimentos ligados aos temas propostos, primordial para a problematização inicial.

O **Bloco 2** inicia-se com a aplicação de um roteiro de observação e registro sistematizado. Os alunos foram orientados a observar as formas de energia existentes, o espaço, o Sol e até mesmo a eletricidade e, em seguida, registram suas observações através de desenhos (6º ano), tópicos (9º ano) ou diálogo (3º ano). Em cada série foi adotada uma metodologia para esta proposta. A problematização inicial desse bloco de atividades era fazer com que o tema energia ganhasse uma atenção especial no dia a dia dos estudantes. Para isso, organizou-se o conhecimento da problematização inicial do Bloco 1 e do Bloco 2 durante a aula 1. Após essa aula, os alunos foram convidados a observar e participar de experimentos, aplicando, então, os conceitos ao longo de todo o processo. Esse bloco, realizado durante 1 a 2 aulas por série, tinha o objetivo de fazer os alunos perceberem, partindo da vivência e da observação sistematizada, que o tema energia é muito mais rico do que eles imaginavam e que é fundamental para a manutenção e bem-estar dos seres vivos na Terra.

O objetivo do **Bloco 3**, a partir do recurso solar, aplicar os conceitos relacionados às ciências naturais. Em resumo, as atividades ligadas a este bloco

²⁹ Os elementos de observação foram abordados na seção 2.1.

tomaram o Sol, seu posicionamento e o universo/espaco de modo geral como premissa de ensino de ciencias. As praticas aqui desenvolvidas transcorreram no sentido de que os alunos pudessem conhecer as caracteristicas do Sol como fonte primaria de energia atraves da historicidade e evolucao dos modelos de universo e enfatizar o impacto da mudanca de paradigma geocentrico/heliocentrico. A problematizacao inicial foi feita sobre a questao: "E a Terra que gira ao redor do Sol? Ou e o Sol que gira ao redor da Terra?". A problematizacao pode ser trabalhada em todas as series. Na organizacao do conhecimento foram feitas apresentacoes sobre as descobertas de Galileu Galilei, sobre o movimento planetario e as Leis de Kepler (Este tema especificamente para o terceiro ano do ensino medio) e sobre a Gravitacao Universal. Para isso, foi feita uma mostra de videos envolvendo o tema Energia e Sistema Solar e com as turmas de 6º ano tambem foi possivel desenvolver o tema Fotossintese.

No **Bloco 4** foi desenvolvido e aplicado o tema Energia. Assuntos como trabalho, energia cinetica, potencial gravitacional e elastica foram vistos com as turmas do 9º ano do ensino fundamental. E com o 3º ano do ensino medio, os assuntos; corrente eletrica, potencia eletrica, circuitos eltricos, associacao de resistores e geradores.

No **Bloco 5**, discute-se nas turmas o assunto Energia, Ambiente e Sustentabilidade. Em todas as series foi trabalhada a proposta de incentivar e impulsionar a conscientizacao para as questoes energeticas, incluindo os servicos modernos de energia para todos, o acesso a disponibilidade e eficiencia energetica, a sustentabilidade e o uso das fontes de energia para a realizacao das metas do Desenvolvimento do Milenio, do Desenvolvimento Sustentavel.

O **Bloco 6** consistia na culminancia do projeto. Aqui se apresentou, em todas as series, o tema energia fotovoltaica, correlacionando as atitudes tomadas pelo colegio para insercao deste tipo de energia, os temas anteriormente trabalhados com a energia gerada e um pouco do historico da energia fotovoltaica, bem como seu funcionamento. Alem disso, discutiram-se as condicoes para que a energia solar fotovoltaica ganhe mais espaco, suas vantagens economicas e beneficios ao meio ambiente.

No **Bloco 7** foram realizadas entrevistas com grupos de alunos. A entrevista semiestruturada possuia cinco perguntas. Dependendo do dialogo, eram realizadas mais perguntas. Esse bloco dura entre 1 a 2 aulas, cuja finalidade era produzir informacoes para subsidiar a discussao em torno do objetivo geral da proposta: aplicar, relatar e

discutir, com base na bibliografia levantada, a realização de um projeto que utilize práticas e metodologias ativas para estudantes do ensino fundamental e médio no contexto da evolução do tema Energia, da concepção de universo, de sustentabilidade e cuidados com o meio ambiente. A Tabela 7.1 apresenta uma síntese da proposta.

Tabela 6.1 – Síntese da proposta

Bloco		Descrição
1	(ER)	Apresentação
1	(ER)	Questionário individual
1	(ER)	Questionário em grupo
2	(PI)	Roteiro de observação
2	(OC)	Reconhecimento dos tipos de energias
2	(OC)	Apresentação de alguns tipos de energias
3	(PI)	Questão problematizadora
3	(OC)	Descobertas de Galileu
3	(OC)	Leis de Kepler
3	(OC)	Gravitação Universal
3	(OC)	Vídeos sobre o universo
3	(OC)	Fotossíntese
4	(OC)	Formas de energia
4	(OC)	Construção do Circuito Elétrico
5	(OC)	Energia e ambiente
5	(OC)	Construção de cartazes e <i>folders</i>
6	(OC)	Apresentação da energia fotovoltaica
6	(AC)	Baratinha Solar
6	(AC)	Brinquedo Solar
6	(AC)	Visita ao gerador solar
6	(AC)	Observando as placas fotovoltaicas
7	(AP)	Entrevista semiestruturada

Nota: A sequência de siglas significa Estudo da Realidade (ER), Problematização Inicial (PI), Organização do Conhecimento (OC), Aplicação do Conhecimento (AC), Avaliação da Proposta (AP).

6.2 Concepções prévias dos alunos

6.2.1 Apresentação da proposta

No primeiro dia letivo do ano este autor/professor busca conhecer o máximo possível sobre os novos alunos, identificando o perfil deles antes de começar as atividades. É comum receber os alunos, apresentar-se e logo passar a palavra para eles. Durante a apresentação do 6º ano, perguntados sobre quais são suas expectativas sobre os assuntos a serem abordados na Física, alguns trouxeram comentários típicos sobre o método de trabalho: “será difícil?”, “vai ter muitas contas?”, “no ano passado fizemos

muitas contas, mas não lembro de nada!”. Esse clima propiciou a apresentação da proposta de ensino, dada a curiosidade deles. Enquanto alguns falaram de suas experiências, outros queriam saber sobre o professor.

Tornou-se necessário, então, que este professor relatasse sobre sua formação e participação no programa de Mestrado em Engenharia de Energia da Universidade Federal de Itajubá. Descritas, brevemente, como são realizadas as atividades no programa e a sua finalidade, explicam-se sobre algumas atividades que seriam realizadas com o projeto em estudo, sobre a realização de algumas experiências, discussões em grupos, visitas o gerador fotovoltaico do colégio, observação de placas fotovoltaicas e seu funcionamento. Esse momento durou aproximadamente vinte minutos.

Um questionamento comum foi quanto a não participação na pesquisa ou a não entrega de algum questionário. “Professor, e se eu não fizer as atividades?” O professor: “As atividades realizadas serão divertidas e poderemos aprender muito com elas”. O colégio de modo geral tem um perfil de alunos extremamente participativos e interessados. Portanto, não houve problemas ou objeções com relação à realização das atividades e participação no projeto. A seguir, relatam-se, em ordem, as atividades realizadas com as turmas do 6º, 9º e 3º ano do ensino médio.

6.2.2 O questionário individual

Ainda na primeira aula, foi entregue um questionário individual³⁰ (APÊNDICE A). Para esse momento, a sala de aula foi organizada em fileiras como num dia típico de provas. A duração média da aplicação foi de 30 minutos em todas as turmas. Foram recorrentes diálogos como: Aluno - “Mas professor, eu não estudei nada sobre isso! E agora”. Professor - “Não se preocupe, a intenção é fazer como um médico, somente diagnóstico sobre temas!”

Enquanto respondiam a atividade, eles tinham a preocupação de expressar os nomes corretos: Aluno – “Professor, qual é o nome daquele negócio?” (fazendo o gesto e se referindo a um gerador eólico). Professor – “Você que dizer gerador eólico?”. Aluno: - “Isso mesmo!”

A atividade durou entre 20 e 25 minutos. Após aproximadamente 15 minutos do início, os alunos olhavam para os lados querendo saber o que o colega colocou na atividade. Nas primeiras vezes que faziam isso, o professor olhava para os

³⁰ As respostas desse questionário serão cuidadosamente analisadas na seção 7.

alunos e fazia gestos, indicando que não era para olharem. Passavam alguns poucos minutos e eles começavam a cochichar. O professor então comentou “por que estão olhando a atividade do vizinho? A atividade não está sendo avaliada, não se preocupem em fazer o certo, tentem somente fazer o melhor que conseguirem”. Quando a maior parte dos alunos já havia entregado a atividade escrita, foi permitido que eles conversassem um pouco. A partir desse momento, foi possível perceber que eles conversavam sobre os assuntos ligados à energia e o professor, cuidou para não responder nenhum deles.

Considera-se a atividade exitosa, pois o objetivo era registrar os conhecimentos dos alunos e provocar uma discussão sobre o tema. Todos fizeram a atividade e não houve qualquer problema com indisciplina. Além disso, nenhum aluno foi percebido utilizando o celular durante a atividade.

6.2.3 Questionário em grupo no 6º ano

Essa atividade consistiu em formar grupos para responderem em conjunto às questões problematizadoras³¹ (APÊNDICE E) numa folha de caderno. Os alunos foram orientados a agruparem-se entre quatro a cinco. Eles não poderiam consultar ninguém, nem utilizar celulares. Somente lápis e papel sobre as mesas. A explicação da atividade e seu início duraram aproximadamente cinco minutos.

Durante toda a atividade os debates eram bem expressivos. Também ocorriam situações em que o grupo questionava algo, querendo saber a opinião do professor para colocar na atividade como resposta do grupo. Quando chegavam ao final da atividade, praticamente a turma toda estava discutindo as questões. Inclusive após a entrega das atividades e nas aulas seguintes. Em todas as turmas, o tempo da aula foi insuficiente para responder essas questões.

De oito grupos, sempre ficavam uns dois para terminar depois da aula. Pediam aos outros professores, que deixavam os alunos terminarem em suas aulas.

No momento que um grupo terminou a atividade, um aluno entregou a folha com as questões e disse: “Professor, e a matéria mesmo? Quando vai começar? É por que está diferente de todo mundo!” Professor – “Isso é bom?” Aluno - “Uai, eu estou gostando!” Professor - “Estou desenvolvendo um método diferente com vocês, estou primeiro provocando dúvidas na turma sobre os assuntos para depois ensinar com base nas dúvidas. Com base na explicação, vou aprofundar ainda mais. O que acha?”

³¹ As respostas serão cuidadosamente analisadas na seção 7.

6.2.4 Roteiro de observações

Após as discussões em grupos, os alunos foram convidados a retomar seus lugares para que pudessem discutir, com mais ordem, as opiniões apresentadas. Eles estavam ansiosos e muitos queriam prontamente explicar o debate realizado entre os grupos.

O relatório proposto aos alunos perguntava entre outras questões:

- Na opinião da sua equipe; qual a distância do Sol até a Terra?
- Anote junto com sua equipe alguns motivos que mostram a importância do Sol para todos os seres na Terra.
- Anote junto com sua equipe fontes de energia que vocês já viram ou conhecem.

Durante a discussão das respostas do grupo, um dos alunos falou: “Professor, nossa equipe sabe que o Sol está muito longe, a gente não sabe quantos quilômetros certinho, mas a gente acha que cabem umas ‘cem Terras’ entre o Sol e a gente”. Outro aluno disse: “Escrevemos aqui, professor, que a distância do Sol até a Terra é como se a gente fosse 10 vezes pra Lua”.

O professor ouvia atentamente e levantava questões como: “Mas porque vocês acham que são estas distâncias?” Aluno - “É porque vemos o Sol bem pequeno, professor, e sabemos que ele está longe.” Professor - “Então na opinião de vocês, aquilo que nos parece pequeno é porque está longe?” Aluno: “Quase sempre, professor”. Professor - “Mas e quanto aos tipos de energia e a importância do Sol?”

Na maior parte dos casos os alunos disseram que o Sol é responsável por manter “a gente aquecido”, “pra servir como alimento para as plantas” e “para clarear o dia”. Apareceram respostas como: “serve para irmos ao clube ou à praia”. E quanto às fontes de energia, os alunos em sua maioria pontuavam energia como “hidrelétrica”, “dos ventos” e “da gasolina”. Alguns falaram da energia do carvão e energia solar. Quando perguntados sobre a energia solar, se referiam à energia que “esquenta a água de suas casas”.

Esse primeiro momento foi extremamente importante no sentido de diagnosticar que os alunos do 6º ano pouco sabiam sobre a efetiva utilização da energia solar fotovoltaica no colégio. Também foi possível diagnosticar a maneira como alguns conceitos como distância e posição eram percebidos pelos alunos naquele momento.

6.2.5 Sistema solar geocêntrico ao heliocêntrico

Essa etapa durou uma aula. Ela contém vários momentos marcantes. O ponto de partida da aula era escrever a seguinte questão no quadro: “É a Terra que gira em torno do Sol, ou o Sol que gira em torno da Terra?”.

As respostas eram que a Terra gira em volta do Sol e poucos alunos discordavam. Logo entravam em debate argumentando o porquê do seu ponto de vista estar certo. As suas explicações eram fundamentadas em livros e falas de professores, sem muitas conexões entre os argumentos. A maioria não acreditava no Geocentrismo.

Na primeira aplicação dessa aula, a questão foi colocada no quadro e os alunos questionados, induzindo argumentos contraditórios. Ficou uma aula “pergunta x resposta”. Não houve grande interação dos alunos. Percebeu-se que a aula poderia melhorar. Usou-se, então, uma apresentação via *PowerPoint*, contendo um maior número de ilustrações.

As aulas ocorreram com uma interação melhor, com o uso de imagens. Houve mais diálogo, questionamentos e a atenção dos alunos no assunto, evitando situações com simples perguntas e respostas. Talvez o conjunto material e abordagem foi o que levou a essa melhora ou os alunos começaram entender que esse era o ritmo das aulas. Além disso, utilizou-se uma maquete, que exemplificava o movimento de translação e rotação da Terra. Os alunos se mostraram entusiasmados com a atividade.

Como parte experimental, foi exibido aos alunos um pequeno vídeo sobre o planeta Terra visto do espaço. Algumas perguntas surgiram ao longo da aula como: “Quem fez esta filmagem, professor? Como conseguiram filmar a Terra assim?” “Mas e os outros planetas professor? Não pareceram por quê?”

Ao longo da aula o professor respondeu aos questionamentos que em sua maioria eram simples e referentes às metodologias adotadas na aula. Na faixa etária dos alunos do 6º ano (10 a 11 anos) nota-se que os alunos se interessam muito pelo tema e estavam atentos e interessados no que iria acontecer. Ao longo do processo, foi-se contextualizando com eles sobre a importância do Sol, sempre demonstrado que o Sol além de ser uma das muitas estrelas que existem no sistema, ele é responsável pelo aquecimento e dele provém quase toda energia que o homem utiliza.

Com o uso de uma maquete simples, que simula a duração do dia e da noite, contextualizou-se a relação que a Terra estabelece com o Sol, também direcionando para o fato de que as estações do ano não dependem das distâncias com que a Terra se encontra dele, e sim de sua inclinação em relação à incidência de raios solares.

6.2.6 Fotossíntese

Esta aula foi realizada com o professor de Ciências, aproveitou-se o contexto do Sol para discutir com os alunos os processos de energia armazenada nas plantas através do sol. A fotossíntese é um tema característico do ensino de Ciências para o 6º ano, e a aula realizada em conjunto permitiu a compreensão do Sol não apenas como fonte de calor e luz, mas como fonte primária de energia que possibilita a vida de todos os seres e até mesmo sua alimentação.



Figura 6.1 – Experiência de fotossíntese realizada com o 6º ano.

6.2.7 Formas de energia

A quarta aula com o 6º ano consistiu em apresentar-lhes os diversos tipos de energias alternativas existentes e tirar-lhes dúvidas sobre o tema. A princípio foi mostrado *slides*, utilizando o *data show* do colégio, com imagens que ilustrassem “Formas de Energia”, o primeiro *slide* fazia contexto geral com o uso da palavra energia no cotidiano dos alunos. Abordando frases do tipo: “hoje estamos cheios de energia, para brincar”; “vou dormir para repor as energias”; juntamente com estas imagens e frase contextualizava com os alunos, onde e quando eles utilizavam a palavra energia. Eles eram extremamente participativos e cada um queria dar um exemplo diferente.

Ao final da primeira questão, começou-se a introduzir a ideia de que a utilização da palavra energia é muito mais frequente do que se pensa, e além dos exemplos que citaram é possível utilizar a energia de muitas formas para beneficiar as atividades humanas. Começou-se a mostrar imagens em que apareciam figuras de formas de energia ou coisas que os lembrassem de como utilizavam energia no dia a dia como, por exemplo, uma criança mexendo no celular, uma mulher cozinhando, uma

pessoa tomando banho de sol, um carro em movimento e diversas outras figuras com o mesmo contexto. A última figura tratava-se de uma imagem dos alunos utilizando computadores dentro da escola, e a partir daí perguntava-se para eles de onde vinha a energia que mantinha aqueles computadores ligados.



Figura 6.2 – Laboratório de Informática do Colégio Batista.
Fonte: Vídeo de divulgação, 2015³².

A maior parte dos alunos respondeu que vinha da Cemig, partindo daí explicou-se que o colégio dispunha agora de uma nova forma de geração de energia elétrica, a energia fotovoltaica, em seguida mostrou-se a imagem das placas instaladas em cima da quadra do colégio.



³² Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=pkCopLgoDts&t=8s>>. Acesso em: 20 fev. 2018.

Figura 6.3 – Vista superior das placas fotovoltaicas no Colégio Batista.
Fonte: Site Colégio Batista.

A explicação seguiu no sentido de que o colégio utiliza o Sol para gerar diretamente energia elétrica e, portanto, desde janeiro de 2017, todos os equipamentos têm utilizado a energia do Sol para serem ligados. Após essa explicação, uma aluna argumentou: “Professor, na minha casa temos esta energia para esquentar a água do chuveiro também”. Professor – “É mesmo? Mas será que você não está falando dos aquecedores solares não?” Aluna – “Ah, isso mesmo. Em cima da minha casa tem uma coisa tipo essas que têm aí na foto do colégio, só que bem menor”

O professor explica, então, que na casa dela provavelmente se usa um aquecedor solar que transforma a energia do Sol e em aquecimento da água, sendo diferente do colégio, onde se pega a energia do Sol e utiliza como eletricidade, que serve para acender as lâmpadas, ligar os computadores, ventiladores e inclusive aquecer a água de um chuveiro se for necessário. E a aluna completa: “Ah legal! Acho que na minha casa são só aquecedores mesmo. A minha mãe vive reclamando que a conta de energia está cara”.

Essas perguntas e comentários foram úteis para levar até os alunos explicações sobre o alto investimento que o colégio fez e destacar os benefícios gerados pela energia solar. Para demonstrar o funcionamento da Energia Solar foi utilizado a baratinha solar, no pátio foi feita a demonstração.

6.3 A apresentação e as discussões com os alunos do 9º ano

Assim como nas turmas de 6º ano, no 9º o projeto também foi apresentado. Devido aos alunos já terem um conhecimento mais avançado da disciplina de Física, foi um pouco mais fácil abordar alguns temas como energia, eletricidade e luz. Procurou-se identificar nos alunos quais eram suas expectativas sobre os assuntos a serem abordados na Física, e o que eles sabiam da disciplina até aquele momento. A maior parte das respostas indica que se trata de uma disciplina difícil e cheia de contas. Uma das alunas argumentou com o professor: “Professor, eu sou muito ruim em cálculos, sempre vou mal em matemática. Será que vou conseguir gostar de Física?” O professor respondeu: “A disciplina de Física, faz uso constante de linguagem matemática para validar e explicar os fenômenos, mas existem alguns assuntos dentro da Física onde não existe necessidade de realizarmos cálculos. De qualquer forma, a Física trata de temas muito curiosos e interessantes que nos ajudam a compreender o nosso universo, com certeza

você vai gostar dos temas e se sair bem com eles.” Com esta resposta, o professor buscou encorajar a aluna a participar e ser ativa nas atividades realizadas.

O professor relatou sobre a sua formação e o programa de Mestrado em Engenharia de Energia da Universidade Federal de Itajubá. Descreveu, rapidamente, como são realizadas as atividades no programa e suas finalidades, e explicou brevemente sobre algumas atividades que seriam realizadas. Os alunos foram avisados de que com este projeto aconteceriam algumas experiências, discussões em grupos e atividades práticas para o bom entendimento sobre o assunto. Esse momento durou aproximadamente vinte minutos.

Os alunos, então, responderam ao questionário que serviria como base para mensurar o conhecimento deles acerca do assunto. Entre as questões existentes estavam os temas fontes alternativas de energia, energia cinética e transformação de energia (APÊNDICE B). Enquanto os alunos iam respondendo o questionário, o professor foi passando entre as carteiras e percebeu-se que muitos alunos não conheciam algumas fontes de energia e estavam confusos nos processo de transformação de energia. Além disso, na maioria dos casos os alunos relatavam que energia fotovoltaica era apenas a energia que vinha do sol ou nem mesmo isso eram capazes de relatar. Um dos alunos fez um comentário interessante neste momento: “Professor, ouvi falar que este tipo de energia é muito cara, acho que custa mais que um carro novo, não tinha uma energia mais barata não?” O professor respondeu: “Muitas vezes, a instalação e o investimento inicial deste tipo de energia pode custar até muito mais do que um carro, mas ao logo do tempo, é possível ter um retorno financeiro, se levarmos em conta que o colégio terá redução de gastos em outros aspectos. Além disso, o investimento deve levar em conta, não só o retorno financeiro, mas, além disso, a sustentabilidade, a inovação e principalmente a preservação do meio ambiente envolvida que poderia custar muito mais caro no futuro”.

O processo de responder o questionário individual durou cerca de 25 minutos, tempo suficiente para terminar a primeira tapa com essa turma.

6.3.1 Energia armazenada nos processos

A aula iniciou abordando uma das propriedades que a energia possui de ser armazenada. Citando como exemplo a energia solar, que pode ficar armazenada nas plantas na forma de energia química. Essa energia armazena-se nas moléculas que constituem as substâncias das plantas e pode ser usada na forma de alimento ou

combustível. Os combustíveis, por sua vez, são usados para produzir calor (*energia térmica*) ou movimento (*energia cinética*).

Depois foi explicado aos alunos que energia também pode ser armazenada de outros modos. Por exemplo, ao se levantar um objeto até certa altura do solo, transfere-se energia do corpo para o sistema constituído pelo objeto atraído pela Terra. Essa energia fica armazenada, porque o objeto está a certa altura do solo e sujeito à atração gravitacional da Terra. Essa energia é chamada de “*energia potencial gravitacional*”. Quando o objeto cai, essa energia potencial se transforma em movimento, isto é, em energia cinética do objeto. Esses conceitos puderam trazer para o aluno a ideia de que a energia sempre se transforma. Um dos alunos questionou ao professor: “Essa energia potencial gravitacional que o senhor falou, posso dizer que é a energia da cachoeira que cai água e faz energia elétrica nas hidrelétricas, professor?” Professor respondeu: “A ideia é exatamente essa; isso mesmo. Porém não se trata necessariamente de uma cachoeira, as usinas hidrelétricas transformam a energia contida na correnteza dos rios, em energia cinética que irá movimentar uma turbina e essa turbina depois vai movimentar um gerador que, por fim, irá gerar energia elétrica. Geralmente a construção das usinas hidrelétricas vai acontecer em locais onde podem ser aproveitados os desníveis naturais dos cursos dos rios, e por isso temos a impressão de que as quedas se assemelham mesmo a cachoeiras”

Nesse momento foram utilizados *slides* para que os alunos pudessem apontar quais tipos de energia estavam sendo transformadas. As FIG. 7.4 e 7.5, a baixo, faziam parte desses *slides*.



Figura 6.4 - Energia potencial gravitacional transformada em energia cinética.
Fonte: Site Modernidade Móveis, 2013³³.

³³ Disponível em: <www.modernidademoveis.com/>. Acesso em: 10 fev. 2018.

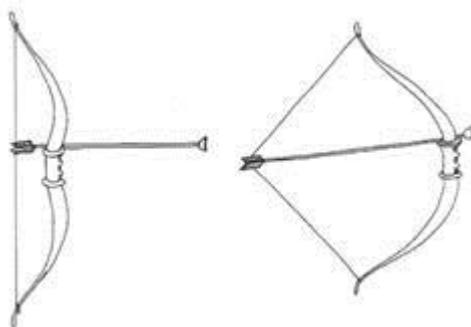


Figura 6.5 - Energia Potencial Elástica transformada em energia cinética.

Fonte: Site Toda Matéria³⁴.

No sentido de ilustrar as transformações de energia, utilizaram-se alguns brinquedos que pudessem, na prática, mostrar aos alunos como as energias estavam sendo transformadas. Primeiro, uma pista de carrinhos, onde o carrinho adquiria movimento a partir da “queda” em uma das partes da pista. Depois, um carrinho de fricção que permitiu a explicação da conversão de energia elástica e cinética. As figuras abaixo apresentam parte da aula ministrada e o brinquedo utilizado.



a)



b)

Figura 6.6 - Transformação de energia.

a) Aula sobre energia mecânica no 9º ano.

b) Imagem do brinquedo utilizado para demonstração na sala de aula

Fonte: Site Ficou Pequeno³⁵

³⁴ Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/energia-potencial/>>. Acesso em: 10 fev. 2018.

³⁵ Disponível em: <<https://www.ficoupequeno.com/reservado-para-seu-anjinho/pista-completa-hot-wheels-parque-do-tubarao-na-caixa-valor-para-fatima-f>>. Acesso em: 10 fev. 2018.

O próximo passo foi solicitar que os alunos preenchessem um quadro, envolvendo as transformações de energia nos exemplos dados. O quadro utilizado é apresentado a seguir.

Tabela 6.2 – Sobre as transformações de energia

<i>Exemplo</i>	<i>Energia Antes</i>	<i>Energia Depois</i>
a) Cozinhando no fogão a gás	Química	Térmica e luminosa
b) Acedendo uma lanterna		
c) Caindo de paraquedas		
d) Lançando uma flecha		
e) Ligando um liquidificador		
f) Subindo uma montanha de carro		
g) Uma planta crescendo		
h) Comendo uma fruta		
i) Jogando uma bola para cima		
j) Ligando um rádio		

Os alunos foram sendo orientados com relação ao preenchimento do quadro e observando como o processo energético ia se transformando.

6.3.2 Trabalho e energia

Nesta aula começou-se a desenvolver o tema trabalho e energia. Primeiramente foi contextualizado com os alunos o tema trabalho e esforço. Depois abordada a transferência de energia com a aplicação de uma força que produz deslocamento. Multiplicando o valor da força (F) pelo deslocamento que ela produz (d), obtêm-se um valor denominado “*trabalho da força*” (T).

A unidade de força no Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) é o *Newton* (N). A unidade de deslocamento é o *metro* (m). O produto N x m é chamado de *Joule* (J), que é a unidade de medida de trabalho e energia.

Ou seja:

<p>Trabalho = Força x deslocamento</p> <p>Ou</p> <p>T = F x d</p>

Se uma força de 1 Newton (1 N) desloca um objeto por 1 metro (1 m), diz que um trabalho de 1 Joule (1 J) foi realizado pela força. Pode-se, então, escrever que $J = 1 N \times 1 m$.

A partir daí já foi possível levantar em sala de aula o tema energia solar fotovoltaica. Após o preenchimento da tabela e discussão com os alunos, foi lançada a pergunta sobre qual era o processo envolvido na energia elétrica que existia atualmente na escola. Alguns alunos participavam respondendo ser uma energia que vinha direto do sol, mas se equivocavam na maneira como a energia era transferida.

Também foi relatado aos alunos o fato de que quase toda a energia que se utiliza na Terra vem do Sol. A energia que chega à superfície é gasta para aquecer o ar e a superfície do planeta e as águas. Uma parcela pequena, menos de um centésimo da energia total, é absorvida pelas plantas. Os vegetais utilizam diretamente a energia solar através da fotossíntese. Os seres humanos e os animais utilizam essa energia indiretamente através dos alimentos que comem.

Nesse momento foi passado para os alunos um vídeo mostrando como funciona a energia fotovoltaica. A aula foi encerrada com um debate sobre o que os alunos foram capazes de entender acerca da energia solar fotovoltaica e como a ideia de transformação de energia está presente no dia a dia das pessoas. Um dos comentários interessantes realizado por um dos alunos foi o seguinte: “Mas professor, essa energia parece ser top demais, por que a gente não tá usando isso faz tempo?” Então o professor respondeu: “Realmente, este tipo de energia é muito promissora e oferece muitos benefícios tanto ao meio ambiente, quanto economicamente. Porém, a população de modo geral ainda não tem conhecimento claro desse tipo de energia. Além disso, ainda existem alguns fatores que dificultam a utilização desse tipo de energia como questões institucionais e tributárias, basicamente, para você entender melhor, essas questões são questões ligadas a leis que dificultam o crescimento desse tipo de energia”.

6.4 Apresentação e discussões com os alunos do 3º ano do ensino médio

Por dar aulas para duas turmas de 3º ano, o professor pode relatar e explicar com mais tranquilidade os processos que aconteceriam em função do projeto. Teve também a oportunidade de desenvolver os temas mediante as necessidades, pois já conhecia os alunos desde o ano anterior e sabia de suas limitações e dificuldades com

tópicos específicos da Física. Portanto, foi explicado aos alunos do que se tratava o projeto e como ele aconteceria. Neste momento os alunos fizeram perguntas acerca do processo e rotina do projeto como: “Vai valer ponto professor?” “Essa matéria vai cair na mensal³⁶ professor?” “Nossa, ouvi falar que está caindo muito o tema energia no ENEM, acho que vai ser bom pra gente mesmo”. As perguntas foram respondidas pelo professor, esclarecendo que o projeto seria avaliado sim, e que o contexto do projeto não seria cobrado nas avaliações do colégio, mas como o tema energia é realmente recorrente com frequência no ENEM, seria interessante eles se dedicarem, pois assim estariam também se preparando.

As turmas de terceiro ano são extremamente dedicadas e se prontificaram a participar do projeto com entusiasmo. Nessas turmas a explicação do projeto durou cerca de 15 minutos. Então, foi aplicado o questionário individual (APÊNDICE C). As questões relacionavam-se com temas como corrente elétrica, energia, geração de energia, geradores elétricos, potencial elétrico e tensão. Como neste nível as questões são um pouco mais elaboradas, percebeu-se que os alunos levaram um pouco mais de tempo para responder o questionário. Para identificar a familiaridade deles com o assunto, foram colocadas situações problemas envolvendo energia para que eles pudessem resolver³⁷. Esse processo durou em torno de 30 minutos. E assim encerrou-se a primeira aula com o terceiro ano.

6.4.1 Aula interdisciplinar sobre o Sol como fonte de energia primária

A escola trabalha com a fragmentação do saber em diferentes disciplinas. Segundo Fagundes e Burnham (2001), dentre os problemas relacionados ao ensino, um dos mais discutidos tem sido a excessiva fragmentação do conhecimento. As propostas de superação dessa fragmentação e compartimentalização do currículo incluem, ainda no âmbito da organização disciplinar, a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade.

Nesta aula iniciou-se o processo do Bloco 4, que consiste no desenvolvimento das aulas e das práticas pedagógicas propostas. A primeira aula consistiu em uma atividade interdisciplinar entre as disciplinas de Física, Química, Biologia e História. Os professores dessas áreas se mobilizaram e organizaram em sequência lógica, uma apresentação em *slides* intitulada: Sol como fonte primária de energia.

³⁶ Nome dado a uma das avaliações bimestrais que se realiza no Colégio Batista de Varginha.

³⁷ As análises destas questões serão feitas na próxima seção.

A aula foi ministrada para as duas turmas no dia 21 de outubro de 2017 e começou com o professor de Física, abordando temas relacionados com as características Físicas do Sol e explicando o movimento dos planetas e as Leis de Kepler. Na sequência o professor de História ensinou sobre a relação existente dos povos antigos na Mesopotâmia com o Sol e a influência do Sol em suas culturas e religião. Dentro da disciplina de História também foram abordadas questões ligadas ao Heliocentrismo e Geocentrismo.

A aula de Química veio na sequência com o professor mencionando e explicando os processos de fusão nuclear no Sol e a energia liberada na fusão. Ele também ensinou, dentro desse contexto, sobre as leis da radioatividade, questões ligadas a meia vida ou período de semidesintegração.

A análise Biológica foi realizada pela professora a partir da energia luminosa absorvida pelos seres autótrofos e heterótrofos através da fotossíntese, abordando o fluxo de energia e matéria, e o caminho da energia nas cadeias alimentares.

Houve uma pausa para que os alunos pudessem lanchar e a aula foi retomada com o professor de Física, ensinando sobre o Sol como fonte de calor e abordando temas ligados à termodinâmica. Além disso, o professor de História pontuou questões sobre a máquina à vapor e a revolução industrial. A aula prosseguiu com a abordagem da energia fotovoltaica utilizada pelo colégio. Foi possível mostrar aos alunos como funcionam os painéis fotovoltaicos, como acontece o efeito fotovoltaico e como funciona a energia fotovoltaica à noite.

No final da aula realizou-se uma demonstração da energia fotovoltaica através do brinquedo baratinha solar, conforme FIG. 7.7



Figura 6.7 - Brinquedo solar fotovoltaico.

Fonte: Site da Imaginarium³⁸.

6.4.2 Associação de resistores e circuitos elétricos

A segunda aula deste processo ocorreu no sentido de fazer com que os alunos pudessem compreender o funcionamento de um circuito e seus componentes, podendo observar os princípios Físicos contemplados na sala de aula de modo prático. O objetivo desta aula concentrou-se em mostrar aos alunos que o sistema fotovoltaico instalado no colégio, assim como outros sistemas, faz uso de componentes e elementos da eletrodinâmica.

A aula iniciou mostrando aos alunos os elementos que ali seriam utilizados; pilhas, fios condutores, três lâmpadas de 1,1 ~ 2,0 V, uma pilha de 1,5V, três soquetes de lâmpada. Também foi informado sobre a natureza do experimento e seus objetivos, explicando que os alunos deveriam se separar em grupos.

Os alunos, então, montaram um circuito elétrico composto por uma pilha e duas lâmpadas, conforme a figura a seguir (associação em paralelo).

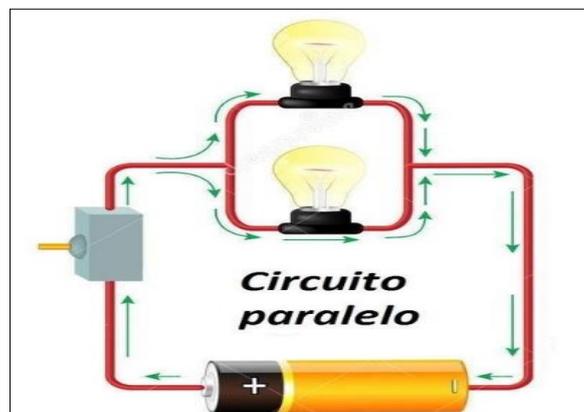


Figura 6.8 – Circuito em paralelo.
Fonte: Site Mundo da Elétrica, 2018³⁹.

Na sequência os alunos montaram um circuito elétrico composto por uma pilha e três lâmpadas, conforme a FIG. 7.9.

³⁸ Disponível em: <<https://www.imaginarium.pt/kit-construcao-de-brinquedos-a-energia-solar--mecanic-solar-kit-6x1-49459.htm>>. Acesso em: 10 fev. 2018.

³⁹ Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/AdilsonNakamura/associacao-mista-de-resistores>>. Acesso em: 10 fev. 2018.

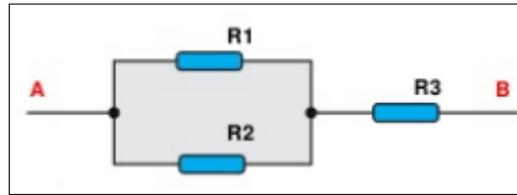


Figura 6.9 - Associação mista 1 – uma associação em paralelo dentro de uma em série.

Fonte: Associação Mista de Resistores – Slide Share, 2016⁴⁰.

Com a realização desse experimento, os alunos compararam, de forma escrita e qualitativa, as diferentes características dos circuitos elétricos montados; intensidade de brilho das lâmpadas, intensidade de corrente elétrica em cada lâmpada, intensidade da voltagem entre os terminais de cada lâmpada e dependência da passagem de corrente por cada elemento do circuito para que ele se mantenha fechado. Assim, foi possível reforçar os conceitos de associação de resistores.

Ao final do experimento, coletivamente, os alunos informaram o que observaram; quais as diferenças de intensidade de brilho, de corrente e de voltagem em cada lâmpada e sobre a dependência entre as correntes que passam por cada lâmpada. Eles também responderam as questões propostas pelo professor, bem como discutiram a possibilidade de que a fonte de tensão estivesse ali representando o sistema fotovoltaico e seu funcionamento dentro do colégio.

6.4.3 Geradores elétricos

A aula 4 aconteceu no sentido de aplicar o conceito de energia e suas propriedades para que os alunos compreendessem as situações envolvendo geradores de energia elétrica.

O professor começou a aula abordando o tema geradores elétricos, fazendo uma contextualização histórica e partindo daí para uma contextualização conceitual. Foram trabalhados os conceitos de indução eletromagnética, corrente elétrica contínua e alternada, força eletromotriz e gerador de corrente alternada.

O objetivo da aula consistia em que os alunos pudessem compreender o funcionamento de diferentes geradores para, então, conseguirem explicar a geração de energia fotovoltaica. Também era proposto que os alunos compreendessem como a eletricidade é gerada e como funciona um gerador de corrente alternada.

⁴⁰ . Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/AdilsonNakamura/associacao-mista-de-resistores>>. Acesso em: 10 fev. 2018.

Em um segundo momento propôs-se a participação ativa dos alunos por meio de minirrelatórios com as seguintes perguntas. “Qual foi o ponto principal da aula até agora?” Muitos alunos colocaram em seus relatórios o tema da aula, alguns apontaram a energia fotovoltaica, mas na maioria dos casos, eles relataram que o tema central era o sol como geração de energia. As dúvidas foram esclarecidas pelo professor e depois foi apresentado aos alunos o minimotor movido à energia solar. Um painel solar submetido à luz solar gera energia para o motor elétrico que gira uma hélice. Através dessa demonstração, foi possível ensinar de forma prática o funcionamento da geração de energia a partir de uma fonte alternativa limpa e renovável. Após a pequena demonstração, foi solicitado aos alunos que confeccionassem cartazes para serem dispostos na escola, relatando os benefícios da energia fotovoltaica e seu funcionamento.

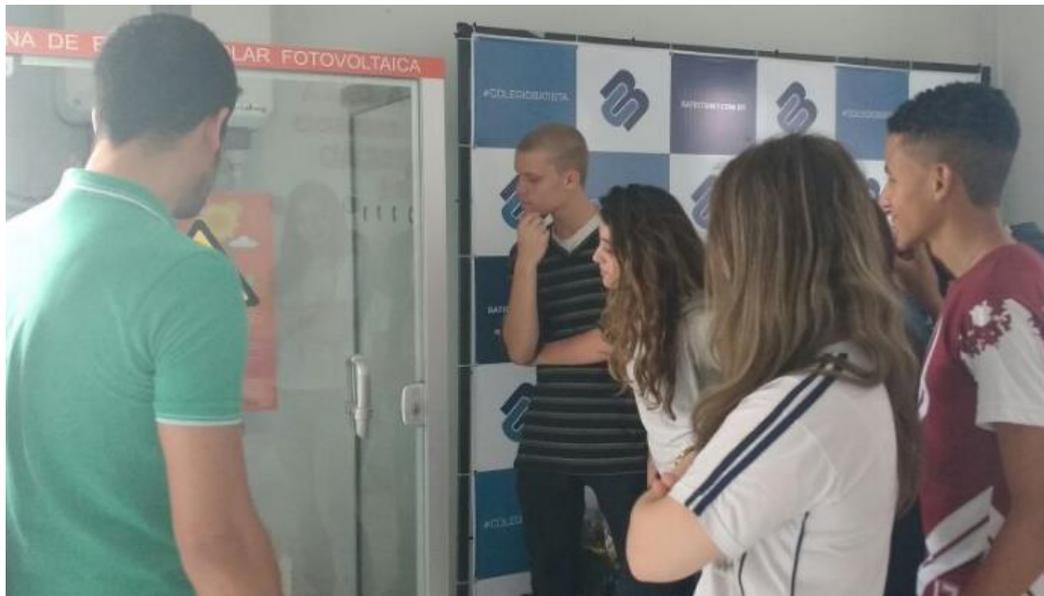


Figura 6.10- Visita ao gerador fotovoltaico.

7 ANÁLISE E DISCUSSÕES DAS ATIVIDADES

A análise das atividades realizadas pelos estudantes permitiu compreender como essa proposta didática, utilizando a prática de metodologias ativas, contribui para a aprendizagem de estudantes em níveis diferentes, de conteúdos sobre o tema energia, tendo o Sol como fonte primária de energia.

Como ponto de partida foi feita a definição das turmas que teriam seus materiais analisados. Como as aplicações foram relativamente distintas nas diferentes séries, foram feitas análises pertinentes a cada série conforme será apresentado a seguir. O projeto foi desenvolvido em três turmas do 6º ano do Ensino Fundamental II, em três turmas do 9º ano do Ensino Fundamental II e em duas turmas do 3º ano do Ensino Médio, totalizando oito.

Quanto às atividades, chamarei de “amostra” a atividade realizada pelo aluno. As respostas, palavras-chaves ou qualquer informação relevante contidas nas amostras serão denominadas de “unidade de análise”.

Outro destaque deve ser feito nessa etapa é quanto à importância da construção das interpretações. Numa pesquisa qualitativa, como essa, devido à subjetividade das variáveis, espera-se resultados divergentes. Entretanto, seguindo-se determinados critérios, analistas diferentes “deverão chegar a resultados semelhantes quando categorizando as mesmas unidades de conteúdo, a partir das mesmas regras de classificação” (MORAES, 1999, p. 7).

Com relação à análise de conteúdo, segundo (TRIVINOS, 1987), esta se fez presente desde primórdios dos tempos, nas primeiras tentativas dos seres humanos em interpretar os escritos antigos, assim como as tentativas de compreender as escrituras sagradas. Contudo, a análise de conteúdo somente na década de 20, foi realmente sistematizada como método, devido aos estudos de Leavell sobre a propaganda empregada na primeira guerra mundial, adquirindo dessa forma, o caráter de método de investigação.

Vale ressaltar que para Bardin (2009), a análise de conteúdo, enquanto método, torna-se um conjunto de técnicas de análise das comunicações que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens. Desta forma é possível compreender que a análise de conteúdo trata-se de um método que pode ser utilizado tanto na pesquisa quantitativa como na qualitativa, porém com

funções aplicadas de formas diferentes. No caso da pesquisa quantitativa, o que é útil como informação é a frequência com que aparecem determinadas características do conteúdo, e na qualitativa, é a presença ou a ausência de uma dada característica de conteúdo ou de um conjunto de características num específico fragmento de mensagem que é considerado. (BARDIN, 1994).

7.1 Questionário individual do 6º ano

O questionário individual foi respondido por um total de 90 alunos desta série. Distribuídos em três salas de 6º ano do Colégio Batista. Ele encontra-se na íntegra no apêndice C. Aqui, analisa-se cada uma das questões, vinculando-as com os referenciais adotados na pesquisa. A primeira pergunta feita aos estudantes foi: “Na sua opinião, o planeta Terra é grande ou pequeno?”

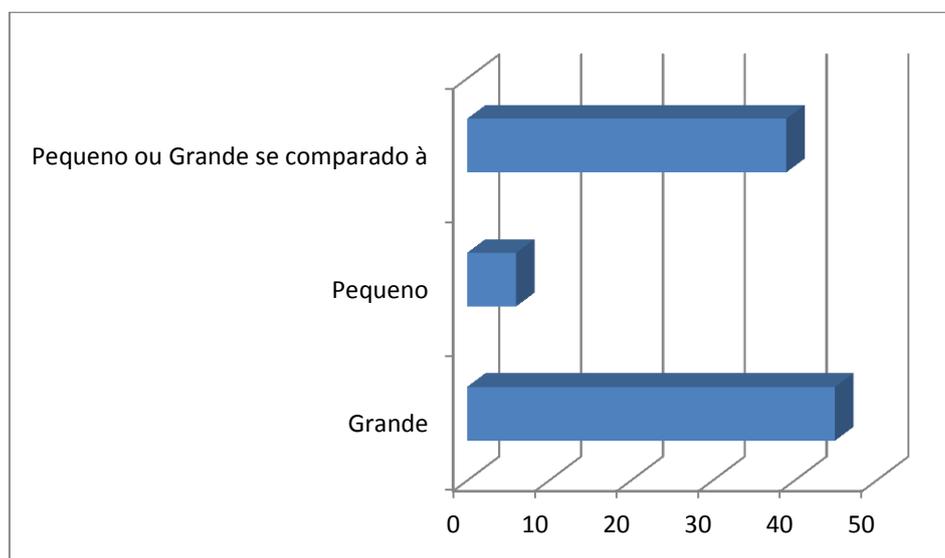


Figura 7.1 – Resposta à pergunta sobre o tamanho do planeta Terra.

O FIG. 8.1 mostra a percepção dos alunos em relação ao tamanho do universo. Levando em conta que os alunos desta série ainda não têm domínio e conhecimento de temas como ponto material ou corpo extenso; vale ressaltar que mesmo para este nível a necessidade de comparação para o que seria grande ou pequeno foi relevante para muitos alunos.

Quase metade dos alunos, quando questionados em relação ao tamanho da Terra, sentiram a necessidade de comparar o planeta com alguma outra referência para que pudessem justificar sua resposta. Lembrando que este questionário foi aplicado antes da aplicação do projeto, é importante destacar o fato de que o atual aluno não vem

para sala de aula como uma “folha em branco”, ele já possui conhecimentos prévios que direcionam seu conhecimento e auxiliam a estruturação da continuidade da aula.

Essa questão permite entender que, apesar de uma boa parte dos estudantes já ter noção clara de referencial, seria necessário abordar durante a explicação do projeto algumas noções de referência, justamente para que outras etapas do projeto se tornassem mais simplificadas. Vale destacar algumas respostas dos alunos sobre a questão 1: “Em minha opinião, se comparado com todo universo, ele é pequeno; porque nosso universo é imenso e o planeta Terra é apenas um pontinho azul nele” (Aluno X). “Pequeno, por que tá loko, se você vai pra Ubatuba, tu encontra Varginha inteira lá dentro” (Aluno Y). “Depende do ponto de vista, pois em relação ao Universo ele é pequeno, já em relação à nós ele é grande” (Aluno Z). A figura X, ilustra algumas das respostas, apresentadas pelos alunos.

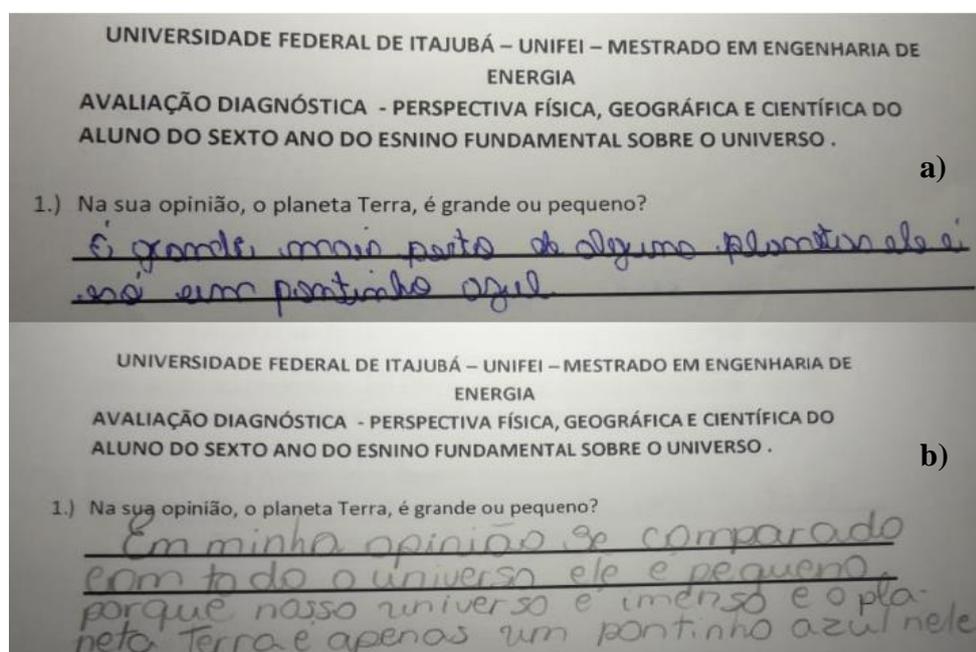


Figura 7.2 - Respostas dos alunos do sexto ano ao questionário individual.

- a) “É grande mais perto de algum planeta ele é só um pontinho azul.”
- b) “Em minha opinião se comparado com todo universo ele é pequeno porque nosso universo é imenso e o planeta Terra é apenas um pontinho azul nele.”

A segunda pergunta feita aos estudantes foi: **“Por que o Sol é importante para os seres humanos?”**

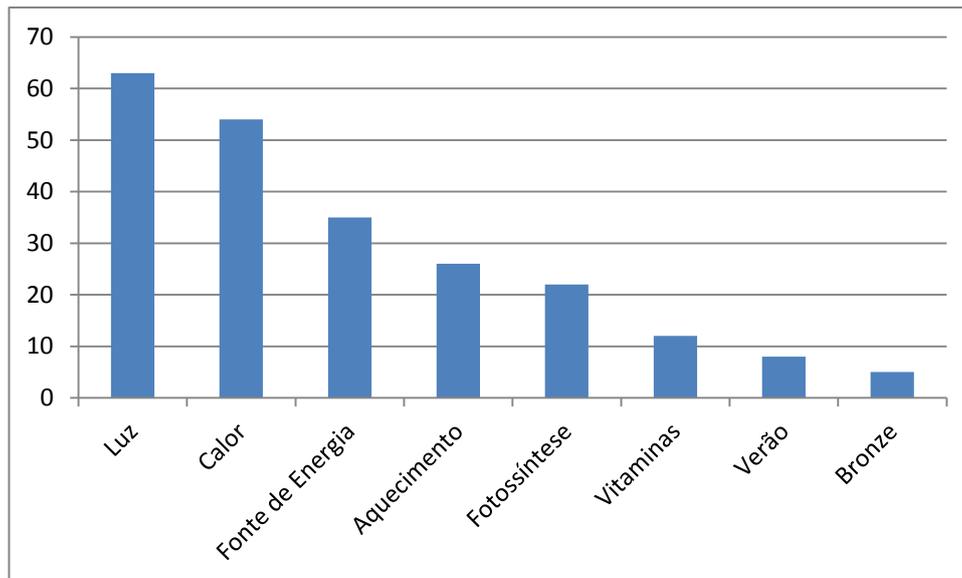


Figura 7.3 – Resposta à pergunta sobre a importância do Sol para os seres humanos.

Como as respostas foram diversas para a mesma questão, tabulou-se a frequência com que as palavras-chaves mais apareceram nas respostas. Por exemplo; a palavra luz apareceu em 63 das respostas, já a palavra bronze, apareceu em 5 respostas.

Esta questão auxiliou no entendimento de quais são as palavras mais ligadas à importância do Sol para esses alunos. Nota-se no FIG. 8.2 que a maior parte já é capaz de notar o Sol como fonte de luz, calor e energia. Vale ressaltar que apesar dos alunos mencionarem a palavra energia, boa parte deles não possuía uma definição clara do seu significado. Alguns exemplos de respostas: “Pois ele tem fonte de energia D e também sem ele não existira alimentos” (Aluno A). “Para termos o calor e o verão, pois sem ele ninguém conseguiria viver” (Aluno B). “Para dar um bronzado” (Aluno Z). “Para nos manter quentes e dar luz, para o mundo não virar trevas que nem o Game of Thrones” (Aluno D).

Tendo em vista essas respostas, fica claro que os alunos usam o termo energia com um sentido relativamente coerente, mas de forma equivocada. Apesar do foco dessa série não ser o tema energia em si, é relevante que eles compreendam o Sol como fonte de energia na forma luminosa e térmica, pois essas noções facilitarão a compreensão do sistema solar fotovoltaico utilizado na escola.

A questão número 3 deste questionário era: **“E para as plantas e os animais, o Sol é importante?”**

Essa questão tinha o objetivo de ampliar os horizontes com relação à importância do Sol. Apesar de muitos alunos terem misturado as respostas das questões 2 e 3; boa parte conseguiu destacar pontos distintos. A real intenção era mensurar a

capacidade que os alunos possuíam de diferenciar a utilização da luz solar e do calor como fonte de aquecimento, geração de energia térmica, construção e desenvolvimento de tecnologias ligadas à luz solar pelo homem na questão número 2; e a natural utilização da energia do Sol pela natureza na questão número 3, como fotossíntese, que serviria para manutenção da vida da vegetação e por consequência base primária para alimentação de toda cadeia alimentar, ou seja, outros animais.

Assim como na questão número 2, tabulou-se a frequência com que as palavras chaves apareceram nesta questão.

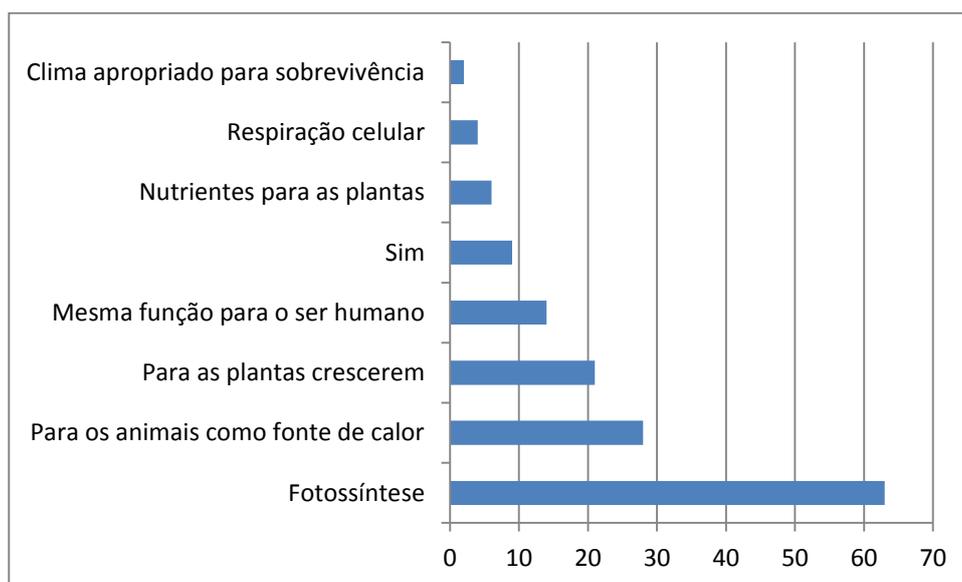


Figura 7.4 – Pergunta sobre a importância do Sol para as plantas e animais.

No universo de 90 alunos, a palavra fotossíntese e a resposta “para as plantas crescerem” foram mencionadas respectivamente 65 e 21 vezes, indicando que de forma indireta os alunos dessa série possuem um entendimento significativo sobre o assunto. As respostas “nutrientes para as plantas” e “respiração celular” também são consideradas como positivas na compreensão da fotossíntese, mostrando que este tema poderia ser trabalhado de modo mais profundo com os alunos.

A questão número 4 perguntava: **“Quantas estações tem um ano?”** Essa questão mostra a compreensão dos alunos sobre o processo de translação e rotação, bem como a sua visão do sistema solar. A pergunta, considerada simples para essa série, teve as seguintes respostas.

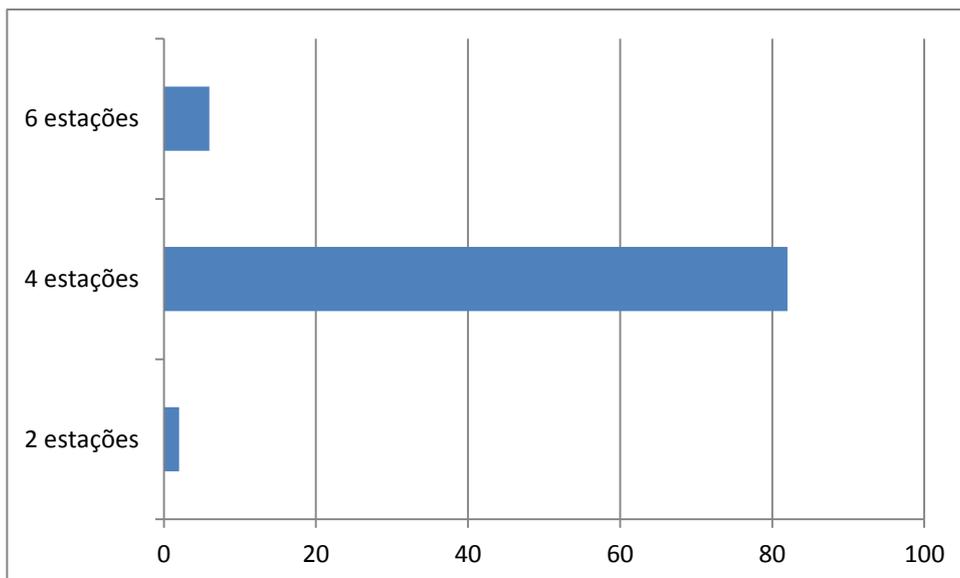


Figura 7.5 – Pergunta sobre quantas são as estações do ano.

Vale destacar que apesar de os alunos terem respondido de modo coerente, muitos fizeram comentários extras que mostram uma incerteza na resposta que deram. “Umas 4; eu acho” (Aluno A). “Quatro, mas uma se repete” (Aluno B). “Quatro, mas não me lembro o nome de todas” (Aluno C). “Quatro, mas não sei a ordem nem os nomes direito” (Aluno D).

Na questão número 5 foi proposto o seguinte: **“Desenhe no quadro abaixo o universo na sua visão”**.

Os desenhos foram divididos em categorias, pois a maior parte deles representou quatro situações diferentes. Alguns alunos desenharam apenas um planeta no quadro (Terra ou Saturno), outro grupo desenhou a Terra, o Sol e a Lua, outro grupo desenhou o sistema solar e outro grupo um conjunto diverso de estrelas, planetas e galáxias, representadas como linhas espirais, cometas, nuvens e pequenos asteroides flutuantes.

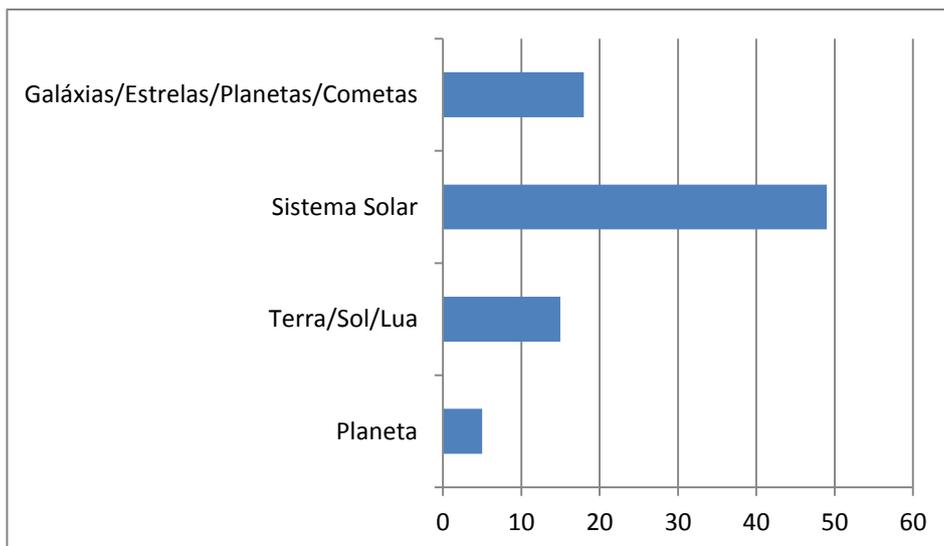


Figura 7.6 – Pergunta sobre a noção de universo.

Ressalta-se ainda que dois alunos representaram o universo com o desenho de um boletim escolar, com a inscrição aprovada. Porém, analisando os desenhos é possível concluir que para a maior parte dos estudantes, o universo se atém ao sistema solar e, por isso, uma discussão mais direcionada sobre a dimensão do universo seria pertinente neste projeto.

De maneira geral, constata-se que os alunos desta série possuem uma compreensão significativa de temas como referencial, fotossíntese e como o Sol é importante para manutenção da vida na Terra. Porém, não possuem uma noção clara da dimensão do universo ou simplesmente não foram capazes de expressar isso no questionário, bem como não possuem o conhecimento de que a energia solar pode ser utilizada como fonte de energia elétrica, mesmo estando inseridos em um ambiente escolar que faz uso de tal recurso energético. Ficou claro também que os alunos possuem significativo domínio de conceitos que envolvem os temas dos movimentos terrestres, mas algumas lacunas precisam ser organizadas e esclarecidas para que o conhecimento seja consolidado de forma eficaz. As figuras abaixo ilustram alguns dos desenhos feitos pelos alunos.



Figura 7.7: Desenho do aluno X sobre o Universo.



Figura 7.8: Desenho do aluno Y sobre o Universo.

Com base neste questionário, as atividades didáticas serão direcionadas para os temas mais deficientes, principalmente para que os alunos possam compreender a importância da utilização de novas fontes de energias e informarem-se sobre o fato de que o colégio onde estudam já adota práticas vinculadas a utilização de uma energia mais limpa, eficiente e econômica.

7.2 Questionário individual aplicado aos alunos do 9º ano do ensino fundamental II

O questionário individual foi respondido por um total de 82 alunos dessa série. Distribuídos em três salas de 9º ano do Colégio Batista. Ele encontra-se na íntegra no

apêndice B. As questões serão analisadas uma a uma, sendo vinculadas aos referenciais adotados na pesquisa.

A primeira pergunta deste questionário foi: **“Defina com poucas palavras o que você entende por ENERGIA”**.

O objetivo foi investigar o quão envolvidos os alunos estão com o tema energia. Levando em conta que nesta etapa eles já tiveram algum tipo de contato com o assunto em algumas disciplinas, era esperado que eles apresentassem capacidade significativa de articular sobre o tema. Conforme FIG. 7.6, podem-se notar as palavras mais frequentes nas respostas apresentadas pelos alunos.

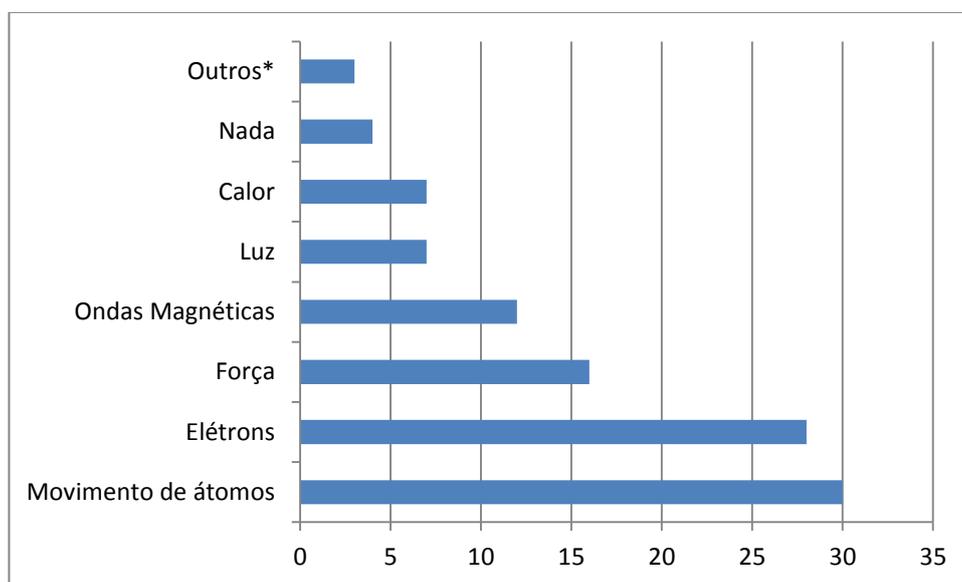


Figura 7.9 – Pergunta sobre o entendimento do que é energia.

Nota-se que os alunos estabeleceram relação entre a palavra energia e movimento de átomos em sua maior parte. Para muitos, o entendimento de energia está associado ao movimento de átomos ou elétrons e também com força. Além disso, uma parcela significativa considera o tema energia fortemente relacionado a ondas eletromagnéticas. A associação das palavras luz e calor apareceu muitas vezes na mesma resposta. Alguns estudantes não foram capazes de responder a questão ou simplesmente a deixaram em branco. Na figura, o tópico “outros” se refere a respostas em que apareceram palavras aleatórias com pouco significado científico, uma pequena parcela respondeu assim. Alguns exemplos das respostas dos alunos para esta questão: “O que sai da tomada” (Aluno A). “Sucesso” (Aluno B). “Aceleração dos átomos” (Aluno C). “Energia é o que faz as coisas acontecerem” (Aluno D) “É a luz, o movimento, temperatura etc.” (Aluno E).

A segunda pergunta deste questionário foi: **“Quando dizemos que um corpo possui energia cinética, o que você entende?”**

Essa questão pretendia avaliar a compreensão dos alunos sobre assuntos mais específicos da Física como energia mecânica. Ao levar em conta que o tema energia cinética é um tema amplamente explorado nessa série, dentro da disciplina de Ciências, seria possível prever o quanto os alunos estariam familiarizados com a questão.

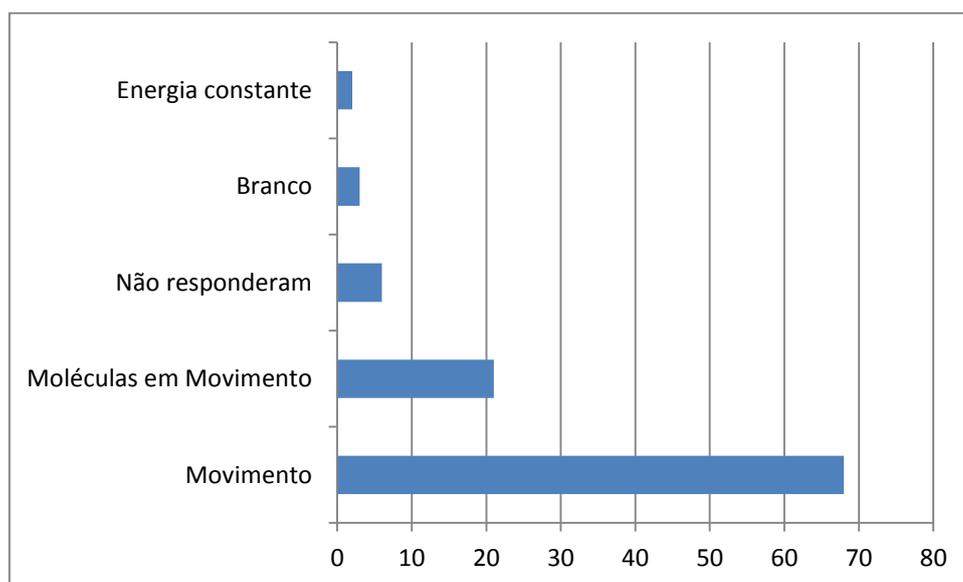


Figura 7.10 – Pergunta sobre o entendimento a respeito de energia cinética.

A palavra movimento apareceu na maior parte das respostas, com relativa coerência, alguns alunos responderam moléculas em movimento. Uma pequena parcela não respondeu ou deixou em branco. Três alunos pontuaram que energia cinética é energia constante.

A terceira questão foi **“Na sua opinião, qual das alternativas abaixo possui maior quantidade de energia?”**

- a) Hidrelétrica
- b) Usina Nuclear
- c) Sol
- d) Termelétrica
- e) Bomba nuclear”

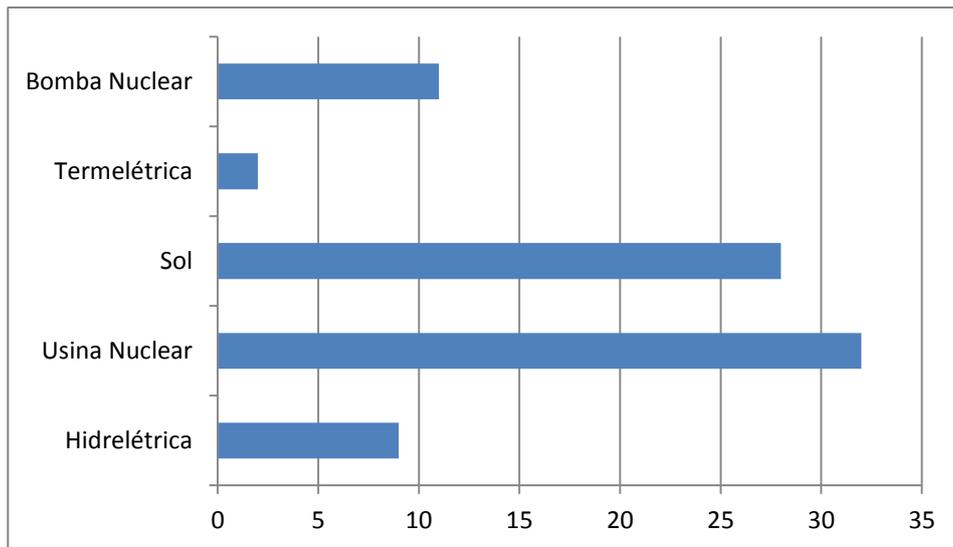


Figura 7.11 – Pergunta sobre a quantidade de energia de cada uma das alternativas.

Percebe-se que boa parte dos alunos considera as fontes nucleares, seja uma usina ou bomba, como fontes de maior energia do que o Sol. Além disso, alguns alunos consideraram as hidrelétricas e termelétricas como maiores fontes em quantidade energia. A pergunta evidencia que eles têm algum conhecimento acerca da quantidade de energia que possui a maior estrela do sistema.

A quarta questão apresentada aos alunos foi a seguinte: **“Marque com um x quais dos tipos de energia abaixo você conhece ou já ouviu falar?”**

- | | | | |
|---|--------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Biocombustível | <input type="checkbox"/> Gás natural | <input type="checkbox"/> Química | <input type="checkbox"/> Sonora |
| <input type="checkbox"/> Eólica | <input type="checkbox"/> Cinética | <input type="checkbox"/> Mecânica | <input type="checkbox"/> Magnética |
| <input type="checkbox"/> Hidráulica | <input type="checkbox"/> Geotérmica | <input type="checkbox"/> Elástica | <input type="checkbox"/> Marés |
| <input type="checkbox"/> Fotovoltaica | <input type="checkbox"/> Nuclear | <input type="checkbox"/> Solar | <input type="checkbox"/> Elétrica” |

O FIG. 7.9 mostra a frequência com que cada tipo de energia era apontada como conhecida pelos alunos.

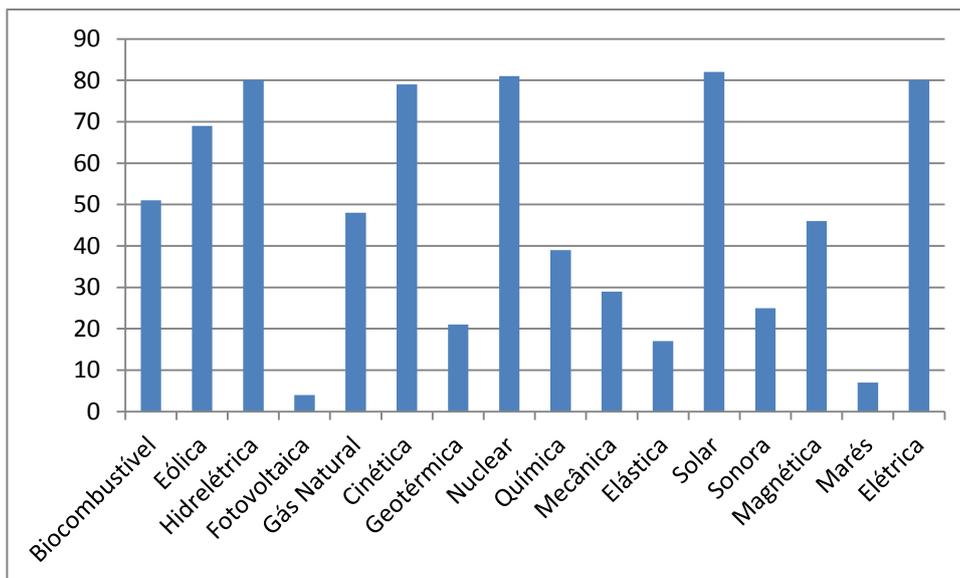


Figura 7.12 – Pergunta sobre qual tipo de energia eles conhecem.

É notável uma pequena quantidade de alunos desta série que relato conhecer a energia fotovoltaica, mostrando mais uma vez a necessidade de um aprofundamento no ensino e divulgação do tema.

A quinta e última pergunta deste questionário foi: **“Escreva um pouco sobre o que você sabe sobre energia fotovoltaica”**.

As respostas para esta pergunta se apresentaram como um reflexo da quarta pergunta do mesmo questionário. Apenas três alunos responderam. Os outros a deixaram em branco ou responderam que não sabiam. As três repostas que apareceram foram: “Energia produzida pela luz” (Aluno X). “Energia que se relaciona com a luz” (Aluno Y). “Energia que vem da luz do Sol” (Aluno W).

7.3 Questionário individual aplicado aos alunos do 3º ano do ensino médio

O questionário individual foi respondido por um total de 58 alunos distribuídos em duas salas de 3º ano do Colégio Batista. Ele encontra-se na íntegra no apêndice C. A análise de cada uma das questões será feita vinculando-as com os referenciais adotados na pesquisa.

A primeira questão abordada neste questionário foi desenvolvida no sentido de mensurar a percepção dos alunos com relação ao tema energia. A compreensão macro dos alunos acerca do assunto poderia ser, a princípio, referência para o desenvolvimento das aulas e projetos.

A primeira questão foi: **“Defina energia”**.

O FIG. 7.10 mostra as principais palavras utilizadas pelos alunos em suas respostas.

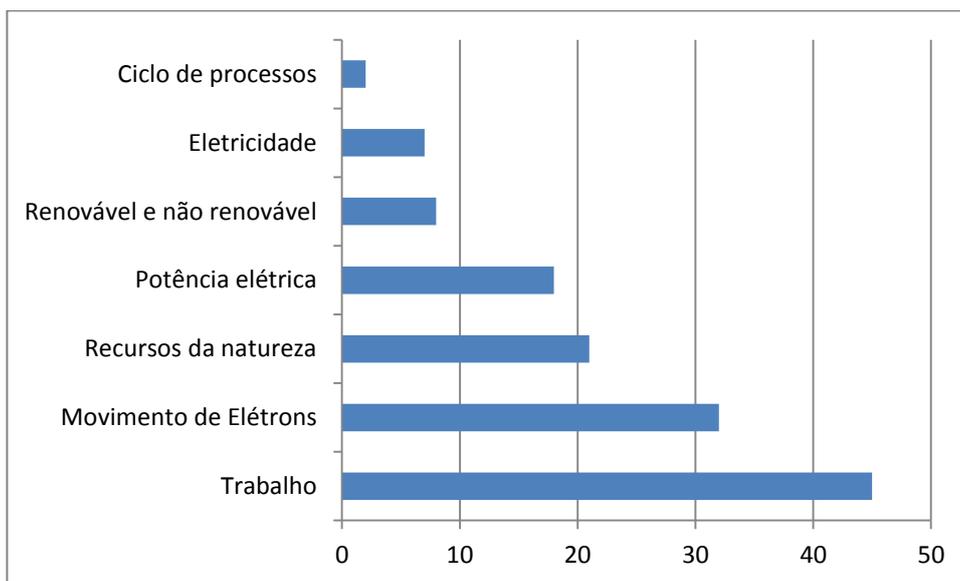


Figura 7.13 – Pergunta sobre definição de energia.

Nota-se que a palavra “trabalho” apareceu com maior frequência, mostrando que os alunos possuem uma noção razoável do tema. Contudo, muitos ainda utilizaram outras formas para definir e pontuar o tema energia como, por exemplo, “movimento de elétrons”, “potência elétrica” e “eletricidade”, mostrando que alguns deles veem necessariamente energia como processos ligados unicamente à eletricidade.

Outro grupo foi mais abrangente, pontuando que energia está associada à utilização de recursos da natureza ou recursos renováveis e não renováveis. Para esse grupo, a definição de energia vai além de simplesmente eletricidade, eles visualizaram energia em outros recursos.

A segunda pergunta desse questionário confronta-se com a primeira. Ao questionar em um primeiro momento a definição de energia, os alunos se confundiram com a definição de corrente elétrica. Mas, como a segunda questão aborda justamente o tema corrente elétrica, durante a aplicação do questionário, percebia-se alguns deles, assim que liam a segunda pergunta; voltavam na primeira para reformulá-la. A segunda pergunta foi: “**Defina corrente elétrica**”.

As palavras mais frequentes encontradas nos questionário estão no FIG. 7.11.

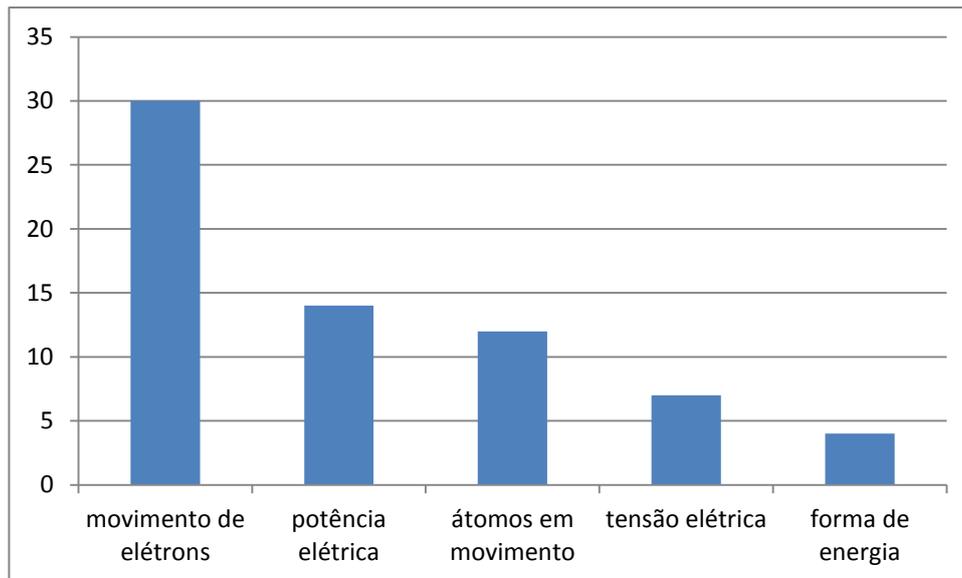


Figura 7.14 – Pergunta sobre a definição do que é corrente elétrica.

Novamente verifica-se que os alunos possuem um conceito razoável do que é corrente elétrica, mas ainda se confundem com a definição. A maior parte respondeu corretamente; que corrente elétrica é o movimento dos elétrons. Porém, uma boa parte respondeu que corrente elétrica consiste no movimento de átomos, mostrando uma confusão entre os conceitos de elétrons e átomos. Além disso, uma parcela menor dos alunos ainda levou em consideração que corrente elétrica é, por definição, potência ou tensão elétrica. Apesar de serem temas estritamente relacionados, eles são, para a Física, claramente distintos. Portanto, é importante rever esses tópicos no sentido elucidar os alunos sobre tal distinção; conforme será abordado na questão 3.

A questão número 3 foi: **“Qual a diferença entre tensão e potência elétrica?”** Ela complementa o ciclo sobre o tema energia, permitindo observar de modo mais pontual a compreensão dos alunos sobre a distinção entre os temas. As respostas para essa pergunta foram muito diversas, não sendo pertinente reuni-las em um gráfico. Portanto, a análise será feita reunindo as respostas mais parecidas entre si, que podem ser resumidas em basicamente cinco grupos:

1. (EQUAÇÕES) Utilização de equações para diferenciar as respostas; entre elas equações de potência elétrica e tensão elétrica;
2. (VOLTS X WATTS) Utilização das unidades de medida das duas grandezas com o termo Volts para a tensão e Watts para relação com potência;
3. (BATERIA X LÂMPADA) Utilização da relação bateria/lâmpada para diferenciá-las. Sendo bateria a palavra mais frequente para tensão e lâmpada para potência;

4. (ENERGIA X TRABALHO) Utilização de termos como energia para tensão e trabalho para potência;

5. Não responderam.

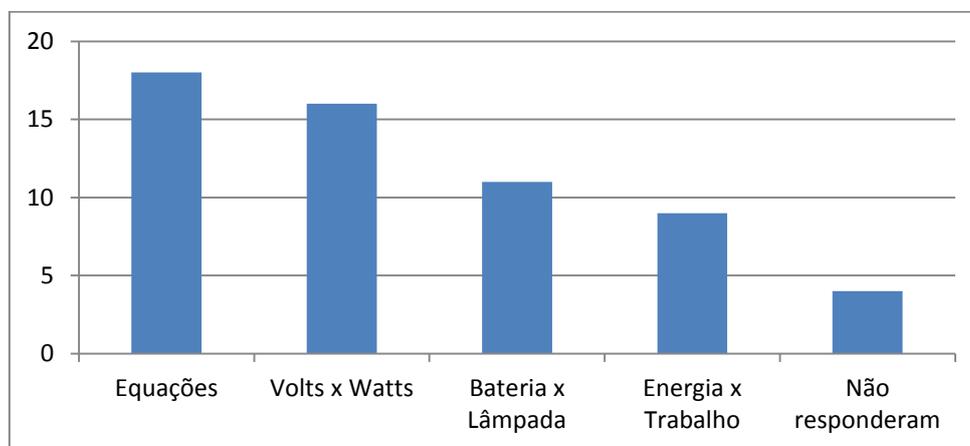


Figura 7.15 – Pergunta sobre a diferença entre tensão e potência elétrica.

Algumas respostas podem exemplificar: “Tensão está relacionada com Volts e a potência está relacionada com Watts” (Aluno A). “A tensão é o que a bateria possui para gerar ou produzir energia, já a potência é como esta energia ou tensão é aproveitada, por exemplo, por elementos como as lâmpadas” (Aluno B). “Tensão está relacionada com a energia produzida, já a potência é a relação que se estabelece com o trabalho” (Aluno C:). “Tensão pode ser calculada com $U = R \times i$ e potência com $P = i \cdot U$ ” (Aluno D).

A maior parte das respostas dos alunos se concentrou em termos muito parecidos com esses dos exemplos.

A questão número 4 do questionário consistia na resolução de um problema envolvendo tensão, potência e energia. **“(FUNREI) Um chuveiro elétrico, ligado em 120V, é percorrido por uma corrente elétrica de 10A, durante 10 minutos. Quantas horas levaria uma lâmpada de 40W, ligada nesta rede, para consumir a mesma energia elétrica que foi consumida pelo chuveiro?”**

- a) 6 horas
- b) 5 horas
- c) 4 horas
- d) 3 horas”

A resolução esperada levaria os alunos à resposta 3 horas, alternativa correta letra “D”. A distribuição dos resultados pode ser observada no FIG. 7.13.

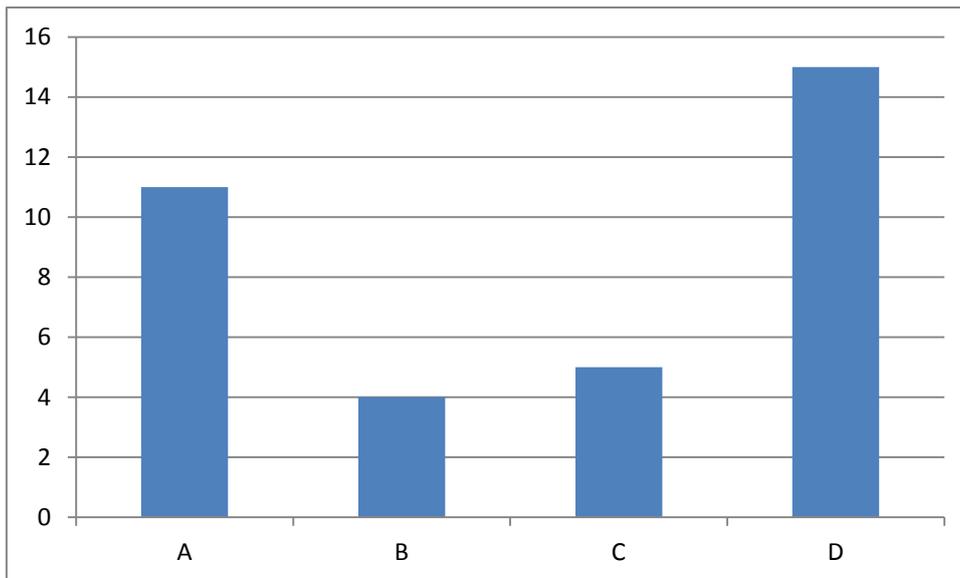


Figura 7.16 – Respostas dos alunos ao exercício relacionando potência e consumo de energia.

Vale ressaltar que a alternativa “D” (3 horas) foi marcada com grande frequência pelos alunos. Acredita-se que muitos deles simplesmente não levaram em consideração o contexto do problema e impensadamente “chutaram” essa alternativa D por visualizarem os valores 120 V e 40 W e calcularem a razão entre eles, que é 3. Portanto existia uma certa “coerência” na visão deles. Em uma conversa informal, um dos alunos, ao ser perguntado porque marcou “D”, relatou “Ah professor, eu não sabia fazer o cálculo, aí a mais próxima que vi foi a D mesmo, porque 120 por 40 dá 3”.

A questão número 5 foi: **“(UFMG) A conta de luz apresentada pela companhia de energia elétrica a uma residência de cinco pessoas, referente a um período de 30 dias, indicou um consumo de 300 kWh.**

A potência média utilizada por pessoa, nesse período, foi de:

- a) 6 W**
- b) 13 W**
- c) 60 W**
- d) 83 W**
- e) 100 W”**

A resposta correta é 83W, alternativa “D”. O FIG. 7.14 mostra como os alunos responderam a questão.

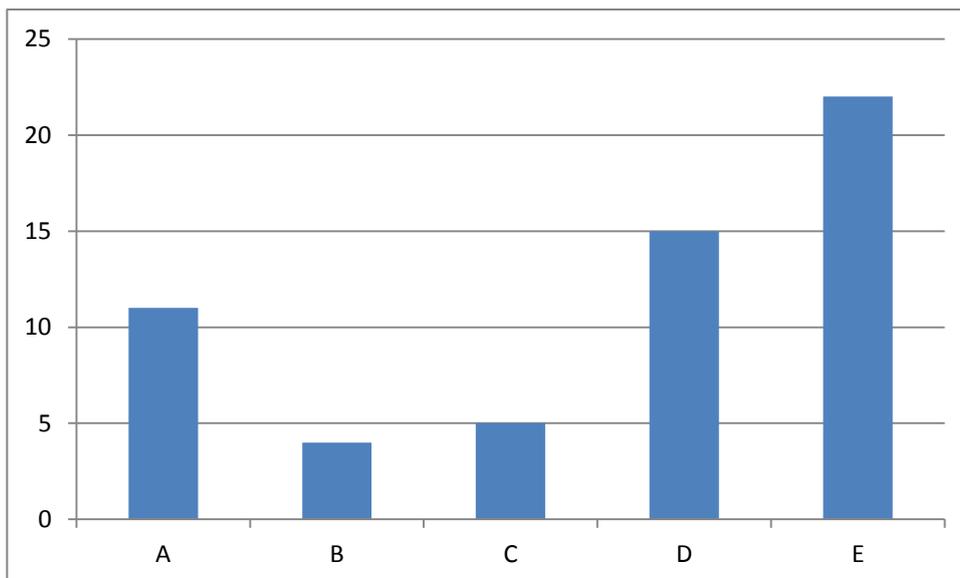


Figura 7.17 – Respostas dos alunos aos exercícios relacionando potência e consumo de energia ao longo do tempo.

Apesar de boa parte dos alunos optar pela alternativa correta, letra D, a maioria marcou a alternativa E. Acredita-se que no processo de resolução, eles levaram em conta a simples opção onde seria possível estabelecer uma razão lógica ou matemática entre os dados fornecidos e as alternativas apresentadas. Vale ressaltar que certamente os alunos que desenvolveram este tipo de raciocínio não tinham em mente os conceitos físicos necessários para a resolução deste tipo de questão, por isso configuram um grupo alarmante na questão de aprendizagem deste conteúdo.

Tendo como intuito relatar com maior precisão a percepção que os alunos tiveram, foram destacados abaixo alguns pequenos trechos extraídos da entrevista informal realizada com alunos do 3º ano do ensino médio após as aulas.

o projeto organizado pelo professor Daniel foi executado com excelência e com grande absorção de conhecimento. Através das experiências projetadas e realizadas pelos alunos do 3º ano e pelo professor ensinou muito. Além disso, as apresentações, experimentos e aulão foram bem diferentes do nosso cotidiano (ALUNO X).

O projeto físico do professor Daniel Mendonça, envolvendo energia fotovoltaica, a qual está relacionada com a conversão de energia solar em energia elétrica, proporcionou-me uma compreensão mais avançada sobre as leis básicas que envolvem a natureza e o universo. O programa estabelecido pelo professor influenciou de maneira positiva a mim e os anos ao meu redor, aprimorando o apetite por conhecimento dos alunos, tornando notório o despertar de interesse dos estudantes (ALUNO Y).

O trabalho aplicado pelo professor Daniel foi muito proveitoso e interessante. É importante, além da teoria, que possamos colocar em prática o conhecimento adquirido através de atividades dinâmicas. A elaboração de maquetes e a oportunidade de transmitir o conteúdo de energia fotovoltaica para outros alunos e a comunidade, ajudou a fixar e assimilar melhor as

informações, além de tornar o processo pedagógico mais empolgante (ALUNA Z).

Sendo assim, percebe-se através das atividades aqui relatadas um grande envolvimento dos alunos e, principalmente, que o clima durante a maior parte das aulas com as atividades realizadas foram de entusiasmo e participação.

7.4 Questionário sobre aula interdisciplinar aplicado aos professores

Além dos e das atividades já relatadas, foi realizado com os alunos um “aulão” interdisciplinar, abordando o tema: Sol como fonte primária de energia. Nesta aula foram contempladas as disciplinas de Física, Química, Biologia e História; juntamente com os respectivos professores. A aula aconteceu no dia de 21 de outubro de 2016 em conjunto para as duas turmas de terceiro ano. O modelo de interdisciplinaridade proposto neste projeto se justifica na palavras de Fazenda: “um fato ou uma solução nunca é isolado, mas sim relacionado entre muitos outros. O que se deve procurar seria uma integração entre as diferentes disciplinas de forma que o conhecimento seja um todo, ou seja, deve-se procurar a interdisciplinaridade (FAZENDA, 1993).

A aula aconteceu em um sábado letivo, no salão de atividades do Colégio Batista. Para ministração das aulas, foram utilizados *slides* com tópicos envolvendo cada uma das disciplinas. A aula aconteceu com os quatro professores ao mesmo tempo, ministrando em conjunto sobre o mesmo tema. Cada um abordou dentro de sua disciplina o contexto que era adequado à sua disciplina, conforme foi relatado na seção 6.4.1.

Sobre a opinião deles quanto em relação à aula, alguns responderam o seguinte: “A prática interdisciplinar adotada no “aulão” superou as nossas expectativas. O tema foi desenvolvido por quatro professores nas disciplinas de História, Biologia, Química e Física de forma linear, linguagem acessível e exemplos práticos. Os objetivos foram alcançados com sucesso”.

Com relação às vantagens e desvantagens relacionadas a esse tipo de aula, os professores apresentaram a seguinte resposta.

São muitas as vantagens do trabalho interdisciplinar, consideramos como principal a visão prática de que todas as coisas estão interligadas, essa percepção leva o aluno a fazer as inferências nos diversos conteúdos que na grade são trabalhados de forma separada. Não considero que haja

desvantagens, mas, talvez, uma dificuldade em ensinar determinado conteúdo específico, pois, de forma geral trabalhamos do simples para o complexo, da visão micro para a macro, para se trabalhar o complexo e o macro é preciso ter o conhecimento do simples e do micro. De modo que aprendendo o pré-requisito de forma separada, torna-se mais fácil compreender o todo, compreender que todas as coisas estão interligadas (COORDENADORA).

A análise feita pela coordenadora vai de encontro com a proposta de Viana *et al* (2000), a exigência interdisciplinar impõe a cada especialista que transcenda seu próprio saber na tomada de consciência de seus limites para trabalhar com as contribuições das outras disciplinas. Na Educação deve-se trabalhar com a complementaridade e com a convergência e não com a dissociação.

Quando questionados sobre a possibilidade de aplicar esse tipo de aula no cotidiano dos alunos, os professores responderam:

Sim. As fontes de energia são de extrema importância para nossa sobrevivência. A energia fotovoltaica é uma energia limpa, mesmo necessitando de um investimento consiste, ao longo do tempo o capital retornar ao investidor, e ele estará desfrutando desse benefício. Além disso a forma interdisciplinar como a proposta foi levada aos alunos, tornou muito mais interessante e produtiva a aula (PROFESSOR A – História).

O Colégio Batista de Varginha possui uma pequena central de energia fotovoltaica, sua localização é acessível a todos, os alunos têm conhecimento de que utilizamos essa fonte de energia em nossa instituição. Os custos com energia foram reduzidos, gerando lucro (PROFESSOR B - Química).

Estamos em um período histórico de fazermos escolhas sobre a questão energética, tendo o exemplo da Escola na utilização da energia fotovoltaica, acreditamos que podemos fazer a diferença na vida de nossa comunidade escolar, desta forma, levar até o aluno estas informações, em conjunto com outras disciplinas, mostra à eles também que o conhecimento é construído e melhor aproveitado quando explorado coletivamente, de forma diversa e nas suas mais variadas manifestações (PROFESSOR C - Biologia).

Vale destacar que enquanto docentes é fundamental que eles sejam os primeiros a compreender e estimular o hábito de educar para um mundo sustentável, no qual se devolva para a natureza o que se toma emprestado para viver, sem agredi-la e sem comprometer as gerações futuras, conhecendo e respeitando a pluralidade cultural existente entre os povos e nações. E a equipe que trabalhou na realização dessas aulas se mostrou empenhada nessa atividade.

8 CONCLUSÃO

8.1 Considerações finais

Quanto ao objetivo geral deste trabalho, que consistia no processo de desenvolver o uso de metodologias ativas no ensino de Ciências, tomando como referência a utilização de energia fotovoltaica em um colégio da rede particular de ensino na cidade de Varginha, considera-se que, a partir dos referenciais adotados e apoiando-se nas descrições realizadas, a proposta foi alcançada com êxito. Foi perfeitamente possível desenvolver, aplicar e avaliar as práticas aqui relatadas.

É de conhecimento comum que o processo de aprendizagem não é simples, devido principalmente à natureza inerente das muitas variáveis externas e internas ligadas ao aprendiz. Observam-se, então, de modo geral, fortes indícios de que essa proposta didática, fazendo uso de metodologias ativas, acrescida da reflexão constante da própria prática oferece uma opção para o ensino de Ciências de modo geral.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio, é necessário que o educando seja capaz de mobilizar competências para resolver situações problemas em contextos apropriados. Dessa forma, é extremamente interessante e apropriado que os professores ensinem os conteúdos de suas disciplinas de maneira integrada, buscando valorizar as atividades concretas e produzindo uma aprendizagem significativa, pois ao ressaltar, durante a aprendizagem, temas do cotidiano do aluno, será possível estabelecer melhores pontes de conexão para consolidação efetiva da aprendizagem.

É de grande importância que os alunos tomem conhecimento dos problemas ambientais e suas causas, no intuito principal de ampliar sua concepção ambiental e ecológica sobre os mais relevantes relacionados à geração e utilização da energia. O educando precisa desenvolver uma fundamentação de qualidade, em termos de atitudes, competências, conhecimentos, convicções e habilidades em relação à energia de maneira tal que seja capaz de contribuir para a sustentabilidade, pois, assim, conseguirá ser um atuante crítico e participativo do mundo em que vive.

A temática Energia está presente na maioria das habilidades e competências exigidas para os níveis de ensino aqui estudados. O que a torna um conceito que pode e deve ser trabalhado de forma interdisciplinar ou até mesmo transdisciplinar.

Com relação à prática de metodologias ativas dentro de sala de aula, pode-se destacar que, conforme o relato dos alunos e professores envolvidos no processo

obteve-se um resultado positivo no que tange à qualidade e eficiência das aulas. A prática de tornar o aluno ativo, participante e autônomo na produção do próprio conhecimento, segundo relato dos mesmos torna a atividade mais interessante, atrativa e confere maior sentido àquilo que lhes foi ensinado. É importante também, destacar que enquanto autor deste projeto, foi possível perceber que as vantagens abordadas na literatura referente à prática de metodologias ativas puderam ser observadas claramente, na participação, envolvimento e empenho dos alunos em atuar nas atividades propostas.

Com relação à experiência e desenvolvimento da prática, como autor deste projeto, foi possível vivenciar uma maior interação e proximidade com os alunos. As aulas ministradas com práticas ativas tornaram a função de ensinar mais prazerosa. Além disso, tais práticas fizeram com que o processo de ensinar parecesse mais dinâmico até mesmo para o profissional enquanto educador. A realização deste trabalho pode proporcionar uma experiência profissional agradável enquanto docente, é gratificante quando uma proposta de ensino parece fluir de maneira natural e articula bem dentro de sala de aula.

Investigou-se, de maneira holística, uma mudança positiva no que tange à postura dos alunos durante a realização do projeto, envolvendo conceitos e atitudes mais questionadoras e participativas no decorrer de cada aula, relatadas ao longo deste estudo.

Este trabalho não tem como objetivo trazer uma proposta pronta para os professores, tampouco “emoldurar” as práticas adotadas no ensino, mas de sugerir atividades que possam ser utilizadas de forma ativa e interdisciplinar com relação ao conceito de energia. Cabe aos professores escolherem seus próprios experimentos e atividades de forma que os alunos possam atingir os objetivos propostos para cada fase do ensino.

Destaca-se também que todo este projeto foi desenvolvido a partir de uma característica particular e de uma situação restrita a uma comunidade específica, que viveu a transição de um sistema comum de energia para utilização de energia fotovoltaica. Dessa forma, é evidente que esse contexto não se aplicaria com exatidão em outras realidades. Todavia, a prática de se observar o contexto no qual cada comunidade escolar está inserida é perfeitamente válida, assim muitas vezes, cabe ao professor enxergar uma oportunidade de ensino num contexto onde talvez apenas aquela comunidade esteja inserida.

A aplicação deste projeto de pesquisa além de melhorar a prática das atividades de ensino de ciências, possibilitou a percepção de que os alunos conquistaram um nível maior de conscientização em relação ao consumo excessivo de fontes fósseis de energia. Também se mostraram dispostos e mais determinados na execução de práticas que possam servir de exemplo para que a população entenda o quanto é necessário preservar o meio ambiente. Entretanto, para que haja mitigação dos problemas ambientais, é preciso haver frequente investimento em educação. Não sendo este, o único passo, mas um dos mais eficazes.

8.2 Recomendações para trabalhos futuros

Para futuras aplicações desta proposta, seria importante realizar um aprofundamento com turmas de ensino médio em conteúdos ainda mais específicos da Física, relacionados a outras formas de energia como ensino de hidrostática e eletricidade com base em geração de energia em hidrelétricas, ensino de conceitos de Termodinâmica, fazendo menção às termelétricas ou até mesmo conceitos de mecânica, como energia cinética e potencial, envolvidos nos processos de outras fontes alternativas de energia como maremotriz ou eólicas.

Referências

- ABREU, M. C.; MASETTO, M. T. *O professor universitário em aula: práticas e princípios teóricos*. 5. ed. São Paulo: Editores. Associados, 1985.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA - ABSOLAR. Geração Distribuída Solar Fotovoltaica. In: ENCONTRO NACIONAL DOS AGENTES DO SETOR ELÉTRICO. Rio de Janeiro, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA – ABINEE. *Propostas para Inserção da Energia Solar Fotovoltaica na Matriz Elétrica Brasileira*. 2012.
- BARDIN, I. *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições Setenta, 1994. 226 p.
- BARDIN, L. *Análise de Conteúdo*. Lisboa, Portugal; Edições 70, LDA, 2009.
- BASTOS, C. C. *Metodologias ativas*. 2006.
- BEHRENS, Marilda Aparecida; JOSÉ, Eliane Mara Age. Aprendizagem por projetos e os contratos didáticos. *Revista Diálogo Educacional* [online], v. 2 - n.3 - p. 77-96 - jan./jun. 2001.
- BERBEL, Neusi Aparecida Navas. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. *Semina: Ciências Sociais e Humanas*, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan./jun. 2011.
- BORDENAVE, J. D.; PEREIRA, A. M. *Estratégias de ensino-aprendizagem*. 4. ed. Petrópolis: Vozes, 1982.
- BRASIL. Decreto n. 19.890, de 18 de abril de 1931. Dispõe sobre a organização do Ensino Secundário.
- BRASIL. Decreto-lei n. 4.244, de 9 de abril de 1942. Lei orgânica do ensino secundário.
- BRASIL. Ministério da Educação. Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional.

BRASIL. Ministério Minas e Energia. Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel). *Atlas de energia elétrica do Brasil*. Brasília: ANEEL, 2002.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. *Energia*. 2009.

BRASIL. LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação. Brasília: Senado Federal, 2017a.

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC, 2017b.

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC, 2018.

BORGES, Tiago Silva; ALENCAR, Gidéia. Metodologias ativas na promoção da formação crítica do estudante: o uso das metodologias ativas como recurso didático na formação crítica do estudante do ensino superior. *Cairu em Revista*, Salvador, Ano 03, n. 04, p. 1 19-143, jul.-ago. 2014.

BORGES, Marcos C.; CHACHÁ, Silvana G. F.; QUINTANA, Silvana M.; FREITAS, Luiz Carlos C., RODRIGUES, Maria Lourdes. Aprendizado baseado em problemas. *Revista da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto e do Hospital das Clínicas da FMRP Universidade de São Paulo* [online], v. 47, n. 3, 2014.

CARLOS, J. G. *Interdisciplinaridade no ensino médio: desafios e potencialidade*. Petrópolis: Vozes, 1995.

DELINKER, C. *Sol*. 2016. Disponível em:
<<http://www.cdcc.usp.br/cda/cursos/2016/evolucao-estelar/1-aula-O-Sol/Sol.pdf>>.
Acesso em: 12 jan. 2018.

DEMO, P. *Pesquisa: princípio científico e educativo*. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1991.

DOS REIS, L. B.; FADIGAS, E. A. A.; CARVALHO, C. E. *Energia, recursos naturais e a prática do desenvolvimento sustentável*. Barueri: Manole, 2009.

EBERSPACHER, Aline Mara Gumz; HERNANDES, Cláudio Aurélio; CEGAN, Edilaine; SOUZA, Elizabeth Ribeiro Martins Franco de; RODRIGUES, Luciana da Silva; OLIVEIRA, Tatiana Souto Maior de. A Peer Instruction como metodologia

inovadora na prática docente do ensino superior. In: CONGRESSO INTERNACIONAL ABED DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA. 23. Foz do Iguaçu, 2017. *Anais...* [online]. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2017/trabalhos/pdf/299.pdf>>. Acesso em: 15 maio. 2018.

FADIGAS, Eliane Aparecida Faria Amaral. *Energia solar fotovoltaica: fundamentos, conversão e viabilidade técnico-econômica*. São Paulo: Grupo de Energia Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2012. 29p. (apostila)

FAGUNDES, N.C; BUHRNHAN, T. F. Transdisciplinaridade, multirreferencialidade e currículo. *Revista da FACED*, Salvador, n. 05, p. 39-55, 2001.

FAZENDA, I. C. *Interdisciplinaridade: um projeto em parceria*. São Paulo: Loyola, 1993.p. 119

FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. São Paulo: Paz e Terra, 1996. Disponível em: <<http://forumeja.org.br/files/Autonomia.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2018.

GAMBOA, Roberto Marçal. *Eletricidade solar, estado atual e perspectivas*. 2001.

GELLER, H.S. *Revolução energética: políticas para um futuro sustentável*. São Paulo: Ed. Relume Dumará, 2003. p. 200.

GEMIGNANI, Y. M. Y. Formação de professores e metodologias ativas de ensino aprendizagem: ensinar para a compreensão. *Revista Fronteira da Educação*, Recife, v. 1, n. 2, p.1-27, 2012.

GIL, A. C. *Metodologia do ensino superior*. São Paulo: Atlas, 1990.

GOLDEMBERG, J. *Pesquisa e desenvolvimento na área de energia*. São Paulo: Universidade de São Paulo. 2000.

GRAHAM, Andrew. *Como escrever e usar estudos de caso para ensino e aprendizagem no setor público*. Brasília: ENAP, 2010. 214p. (ENAP. Estudos de Caso). Disponível em: <http://casoteca.enap.gov.br/attachments/article/4/Separatta_cap3.pdf>. Acesso em: 16 maio 2018.

GUIMARÃES, S. E. R. *Avaliação do estilo motivacional do professor: adaptação e validação de um instrumento*. 2003. Tese (Doutorado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

GUTIÉRREZ, F.; PRADO, C. *Ecopedagogia e cidadania planetária*. São Paulo: Instituto Paulo Freire, 1999. p. 132.

HERNÁNDEZ, F. *A organização do currículo por projetos de trabalho*. 5. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

HIMALAYA, Padre. *Conversão fotovoltaica da energia solar*. 2005.

INSTITUTO DE FÍSICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - IFUSP. *Dopagem de semicondutores*. 2007.

JACOBI, Pedro Roberto. Educação ambiental: o desafio da construção de um pensamento crítico complexo e reflexivo. *Educação Educ. Pesqui.* [online]. 2005, v. 31, n. 2, pp. 233-250..

KRAWCZYK, N. Reflexão sobre alguns desafios do ensino médio no Brasil hoje. *Cadernos de pesquisa*, [online] v. 41, n. 144, p. 752-769, set./dez. 2011.

LEGAN, L. Criando habitats na escola sustentável: livro do educador imprensa oficial de 2009. São Paulo Pirenópolis GO: Ecocentro IPEC.

LEMOS, Idelton. *Fontes alternativas de energia na geração de eletricidade aplicações e perspectivas das células fotovoltaicas e outras fontes de energia*. Monografia (Especialização em Fontes Alternativas de Energia) – Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

LEVA, Flávia Fernandes de, SALERNO, Carlos Henrique, CAMACHO, José Roberto. Modelo de um projeto de um sistema fotovoltaico. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 5., 2004, Campinas. *Proceedings online*.

LIMA, G. F. da C. Educação ambiental e mudança climática: convivendo em contextos de incerteza e complexidade. *Ambiente e Educação*, Rio Grande, v. 18, n. 1, p. 91-112, 2013.

LUSTOSA, M. C.; MAY, P.; DA VINHA, V. *Economia do Meio Ambiente*. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2010.

MARCELINO, E. V. *Desastres naturais e geotecnologias: conceitos básicos*. Santa Maria, RS: INPE, 2007.

MARTINS, F. M. *Ensino técnico e globalização. Cidadania ou submissão?* Campinas: Editora Autores Associados, 2000. p. 132

MATURANA, H. *Emoções e linguagem na educação e na política*. Belo Horizonte: EdUFMG. 1998. p. 247.

MAYER, V. F. *Aplicações do método caso em sala de aula*. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2012.

MELO, M. C., BOECKMANN, L. M. M., DA COSTA, A. R. C., DE MOURA, A. S.; GUILHEM, D. Aprendizagem baseada na problematização: utilizando o arco de Maguerez na graduação de enfermagem. *Revista Eletrônica Gestão & Saúde*, Brasília, v.07, n. 01, p. 247-259, 2016.

MELO, Diná de Souza. Colégio Batista inovando com energia solar. 2017. Disponível em: < <http://batistanet.com.br/site/avisos/colégio-batista-inovando-com-energia-solar/>>. Acesso em 15. Fev. 2018.

MENDONÇA FILHO. Apresentação. In: BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC, 2018.

MICHAELIS. *Moderno Dicionário da Língua Portuguesa*. 2018.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Educação. *Conteúdo Básico Comum (CBC) de Ciências do Ensino Fundamental do 6º ao 9º ano*. 2013.

MITRE, S. M. I; SIQUEIRA-BATISTA, R.; GIRARDIDE MENDONÇA, J. M.; MORAIS-PINTO, N. M.; MEIRELLES, C. A. B.; PINTO-PORTO, C.; MOREIRA, T.; HOFFMAN, L. M. A. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais. *Revista Ciência e Saúde Coletiva*. [online] 13 (Sup2), p. 2133-2144, 2008.

MOLL, Jaqueline. Reformar para retardar. A lógica da mudança no EM. *Retratos da Escola* [online] v. 11, n. 20, 2017.

MORAN, José. Mudando a educação com metodologias ativas. In: SOUZA, Carlos Alberto; MORALES, Ofélia Elisa Torres (Orgs.). *Convergências Midiáticas, Educação*

e Cidadania: aproximações jovens. vol. II. Ponta Grossa: PROEX/UEPG, 2015. (Coleção Mídias Contemporâneas).

MOURA, A. S.; MACHADO, D. M. A utilização de metodologias ativas no ensino do cuidar em saúde. In: FRANÇA, F. C de V.; MELO, M. C.; MONTEIRO, S., GUILHEM, D. (Orgs.). *Processo de ensino e aprendizagem de profissionais de saúde: a metodologia da problematização por meio do Arco de Maguerez*. Brasília: Universidade de Brasília, 2016. (Coleção Metodologias Ativas)

MUELLER, C. C. Economia, entropia e sustentabilidade. Abordagem e visões do futuro da economia da sobrevivência. *Est. Econ.*, São Paulo, v. 29. São Paulo, out.-dez. 1999. p. 513-550.

NAKABAYASHI, Renny. Microgeração fotovoltaica no Brasil: viabilidade econômica. 2015. Instituto de Energia e Ambiente da USP - Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos. (Nota Técnica). Disponível em: <<http://www.abinee.org.br/informac/arquivos/mifoto.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2018

NICOLESCU, Basarab. *O Manifesto da Transdisciplinaridade*. Tradução de Lúcia Pereira de Souza. São Paulo: TRIOM, 1999. 153 p.

OLIVEIRA, F. C; FERREIRA, L.F.C; ALMEIDA, R de A; LOBATO, E, J, V; MEDEIROS, A, M de M. Potencial de redução do consumo de energia elétrica pela utilização de aquecedores solares no Estado de Goiás. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 267-279, jul.-set. 2008.

OLIVEIRA FILHO, K. SARAIVA, M. *Astronomia e astrofísica*. Porto Alegre: Departamento de Astronomia, Instituto de Física Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014.

ONU – Organização das Nações Unidas. *Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano* (Declaração de Estocolmo).1972.

PAIVA, Marília Rúbia Ferreira; PARENTE, José Reginaldo Feijão; BRANDÃO, Israel Rocha; QUEIROZ, Helena Bomfim. Metodologias ativas de ensino aprendizagem: revisão interativa. *Sanare*, Sobral, v. 15, n. 2, p. 145-153, jun.-dez. 2016.

PERLOTTI, Edgar. CAMARGO, Fernando. *Propostas para inserção da energia solar fotovoltaica na matriz elétrica brasileira*. São Paulo: Abinee, 2012.

PEREIRA, A. P. A. *Consumo residencial de energia e desenvolvimento humano: um estudo da realidade brasileira de 1970 a 2005*. Universidade Federal de Itajubá, Programa de Pós-graduação em Engenharia da Energia, Itajubá: 2007.

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel. Formar cidadãos crítico-reflexivos: a contribuição da matemática. *Semina, Ciências Sociais e Humanas*, Londrina, v. 28, n. 1, p. 81-92, jan-jun. 2007.

PIVA, Rodrigo Barcellos. *Economia ambiental sustentável: os combustíveis fósseis e as alternativas energéticas*. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

PRATA, Daniele Gruska Benevides; CAVALCANTE, Juliana Brito. *Mediação de conhecimentos e a prática de metodologia ativa: a experiência do Samu Ceará*. v. 1 de 2017.

RAMOS, M. N. O “novo” ensino médio à luz de antigos princípios: trabalho, ciência e cultura. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO E TRABALHO, 2005, Aveiro/Portugal. *Anais*

REEVE, J. Why teachers adopt a controlling motivating style toward students and how they can become more autonomy supportive. *Educational Psychologist*, Hillsdale, v. 44, n. 3, p. 159–175, 2016

REEVE, J. Why teachers adopt a controlling motivating style toward students and how they can become more autonomy supportive. *Educational Psychologist*, Hillsdale, v. 44, n. 3, p. 159–175, 2009.

RIOS, A.W.S. Educação em energia: fator essencial de mudança comportamental para o uso racional de energia. *Revista Ciências Exatas*, Taubaté, v. 12, n. 2, p. 63-67, 2006.

ROCHA, Rosana. *O método da problematização: prevenção às drogas na escola e o combate à violência*. (Programa de Desenvolvimento Educacional da Secretaria Estadual de Educação) – Universidade Estadual de Londrina. 2008.

RODRIGUES, Glauceimária da Silva. Análise do uso da metodologia ativa *problem based learning (PBL)* na educação profissional. *Periódico Científico Outras Palavras* [online], v. 12, n. 2, p. 24-34, 2016

RUTHER, Ricardo. *Energia solar fotovoltaica*. Florianópolis: Ed. UFSC/Labsolar, 2004.

SÁ, Luiza Vieira; OLIVEIRA, Reinaldo Ayer de. Autonomia: uma abordagem interdisciplinar. *Saúde, Ética & Justiça* [online]. 2007, v.12, n. 1/2, p: 5-14.

SACHS, J. *Estratégias de transmissão para o século XXI: desenvolvimento e meio ambiente*. São Paulo: Studio Nobel/Fundap, 1993..

SAKAI, M. H.; LIMA, G. Z. PBL: uma visão geral do método. *Olho Mágico*, Londrina, v. 2, n. 5/6, encarte especial, nov. 1996.

SIAS, D. B: Resfriamento de um corpo. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Pelotas, v. 23, n. 3, p. 360-381, dez. de 2006.

SILVA, Katiane Pereira; HUSSEIN, Fabiana Roberta Gonçalves e Silva. Uma atitude interdisciplinar para trabalhar a formação de professores e estudantes da educação de jovens e adultos. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE EDUCADORES DE JOVENS E ADULTOS, 5., Campinas. *Anais...*Campinas: Unicamp, 2016.

SILVA, Monica. SHEIBE, Leda. Reforma do ensino médio. Pragmatismo e lógica mercantil. *Revista Retratos da Escola*, Brasília, v. 11, n. 20, p. 19-31, jan./jun. 2017.

SILVA, R. M. *Energia solar: dos incentivos aos desafios*. Brasília: Senado Federal, 2015

SILVA, R. W. C.; PAULA, B. L. Causa do aquecimento global: antropogênica versus natural. *Terra e Didática* [online], v. 5, n. 1, p. 42-49, 2009.

SIMAS, M. S. *Energia eólica e desenvolvimento sustentável no Brasil: estimativa da geração de empregos por meio de uma matriz insumo-produto ampliada*. Dissertação (Mestrado em Energia) – Instituto de Eletrotécnica e Energia, Universidade de São Paulo, 2012.

STREICHER, Morgana; DEDAVID, Berenice Anina. Crescimento e caracterização de cristais de GaSb por Czochralski com Líquido Encapsulante. In: MOSTRA DE PESQUISA DA PÓS-GRADUAÇÃO, 5. Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: EdPUCRS, 2010.

TRIVINOS, A. N. S. Introdução à pesquisa em ciênciassociais: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987. 175 p.

VALLÊRA António, M. *Meio século de história fotovoltaica*. Lisboa: Departamento de Física e Centro de Física da Matéria Condensada (CFMC), Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 2013.

VIANA, C. M. Apenas interdisciplinar? *Revista Mundo e Vida*, [online] v. 2. 2000.

VIANA, A. N. C.; BORTONI, E. da C.; NOGUEIRA, F. J. H.; HADDAD, J.; NOGUEIRA, L. A. H.; VENTURINI, O. J.; YAMACHITA, R. A. *Eficiência energética: fundamentos e aplicações*. Campinas: Elektro, Universidade Federal de Itajubá, 2012.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Questionário aplicado aos alunos do 6º ano do ensino fundamental

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ – UNIFEI – MESTRADO EM ENGENHARIA
DE ENERGIA**

**AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA - PERSPECTIVA FÍSICA, GEOGRÁFICA E CIENTÍFICA
DO ALUNO DO SEXTO ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL SOBRE O UNIVERSO.**

1) Na sua opinião, o planeta Terra, é grande ou pequeno?

2-) Por que o Sol é importante para os seres humanos?

3-) E para as plantas e os animais; o sol é importante? Justifique

4-) Quantas estações tem um ano?

5-) Desenhe no quadro abaixo o universo na sua visão.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ – UNIFEI – MESTRADO EM
ENGENHARIA DE ENERGIA
AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA - PERSPECTIVA FÍSICA, GEOGRÁFICA E
CIENTÍFICA DO ALUNO DO NONO ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL SOBRE O
UNIVERSO**

1-) Defina com poucas palavras o que você entende por ENERGIA.

2-) Quando dizemos que um corpo possui energia cinética, o que você entende?

3-) Na sua opinião qual das alternativas abaixo, possui maior quantidade de energia?

Hidrelétrica

Usina Nuclear

Sol

Termelétrica

Bomba nuclear

4-) Marque com um x quais dos tipos de energia abaixo você conhece ou já ouviu falar?

Biocombustível Gás natural Química Sonora

Eólica Cinética Mecânica Magnética

Hidráulica Geotérmica Elástica Marés

Fotovoltaica Nuclear Solar Elétrica

5-) Escreva um pouco sobre o que você sabe sobre energia fotovoltaica.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ – UNIFEI – MESTRADO EM
ENGENHARIA DE ENERGIA
AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA - PERSPECTIVA FÍSICA DO ALUNO DO
TERCEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO**

1-) Defina energia

2-) Defina corrente elétrica

3-) Qual a diferença entre tensão e potência elétrica?

4-) (FUNREI) Um chuveiro elétrico, ligado em 120V, é percorrido por uma corrente elétrica de 10A, durante de 10 minutos. Quantas horas levaria uma lâmpada de 40W, ligada nesta rede, para consumir a mesma energia elétrica que foi consumida pelo chuveiro?

- a) 6 horas
- b) 5 horas
- c) 4 horas
- d) 3 horas

5-) (PUC RS) Um automóvel possui uma bateria de 12V de força eletromotriz. Quando a chave de ignição do automóvel é acionada, a bateria fornece uma corrente elétrica de 60A, durante 2s, ao motor de arranque. A energia fornecida pela bateria, em joules, é de

- a) 360
- b) 720
- c) 1000
- d) 1440
- e) 2000

6-) (UFMG) A conta de luz apresentada pela companhia de energia elétrica a uma residência de cinco pessoas, referente a um período de 30 dias, indicou um consumo de 300 kWh.

A potência média utilizada por pessoa, nesse período, foi de:

- a) 6 W
- b) 13 W
- c) 60 W
- d) 83 W
- e) 100 W

Questionário sobre aula interdisciplinar realizado 21/10/2017

1-) Qual a sua opinião sobre a prática interdisciplinar adotada no “aulão” ministrado para as turmas de terceiro ano do ensino médio em 21/10/2017? (O tema foi coerente com as quatro disciplinas? Foi possível alinhar de forma didática o assunto? A maneira como a aula foi ministrada foi eficiente?)

2-) Qual a sua avaliação sobre o nível de aprendizagem sobre o tema pelos alunos? (Você acha que os alunos assimilaram de forma significativa o conteúdo?)

3-) Qual a sua opinião com relação a satisfação, participação e interesse dos alunos durante a aula? (Você achou que os alunos gostaram, se envolveram, participaram da aula?)

4-) Quais as vantagens e desvantagens de utilizar este tipo de metodologia nas aulas?

5-) Apesar do foco deste tipo de aula ser voltado para o Exame Nacional do Ensino Médio, você acredita que o conteúdo trabalhado nesta aula possa ser aplicado de alguma forma na vida e no cotidiano real dos alunos?

APÊNDICE E – Questionário aplicado aos alunos do 6º ano para responder em grupo

Leia o texto abaixo e discuta com seus colegas e cheguem juntos à uma resposta comum.

Formas de energia

Para todas as tarefas que realizamos precisamos de algum tipo de energia.

A energia que utilizamos para movimentar nosso corpo vem dos alimentos que comemos.

A primeira forma de energia que o homem descobriu foi o fogo que ele utilizou para aquecer, cozinhar, iluminar, etc. De início para alimentar o fogo o homem utilizou lenha, que depois foi substituído por carvão mineral. Essa mudança foi fundamental, pois a lenha vem das árvores, já o carvão mineral como o nome já diz é um mineral.

Com o passar do tempo o homem percebeu que ao esquentar a água conseguia obter vapor. Que durante algum tempo foi utilizado para movimentar vários tipos de máquinas, como por exemplo, as locomotivas.

Depois de várias pesquisas descobriu-se o petróleo que é utilizado como fonte de energia até hoje. Do petróleo o homem retira a gasolina, o diesel, etc., estes produtos são utilizados para movimentar os automóveis e outras máquinas. Porém a utilização destes combustíveis gera substâncias tóxicas que poluem o ar, o solo e as águas, provocando danos à saúde e ao meio ambiente.

No século XX o homem passou a retirar energia das águas, através das hidrelétricas, utilizando o movimento das águas para produzir energia elétrica. É essa energia que nós utilizamos em nossos aparelhos elétricos.

Questões

1) Quais são as formas de energia abordadas no texto?

R.: _____

2) Como conseguimos nossa energia corporal?

R.: _____

3) Qual foi inicialmente a utilidade do fogo?

R.: _____

4) Qual foi a fonte de energia que movimentava as locomotivas, e o quais materiais produziam esta energia?

R.: _____

5) Quais produtos podem ser produzidos a partir do petróleo?

R.: _____

6) Qual fonte de energia foi descoberta no século XX?

R.: _____
