

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
ESPECIALIZAÇÃO EM EDUCAÇÃO: MÉTODOS E TÉCNICAS DE ENSINO**

MOYSES THOMAZ JUNIOR

**A CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA ENERGIA NO ENSINO DE  
FÍSICA: ENFOQUE NO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

MEDIANEIRA

2018

MOYSES THOMAZ JUNIOR



**A CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA ENERGIA NO ENSINO DE FÍSICA: ENFOQUE NO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista na Pós-Graduação em Educação: Métodos e Técnicas de Ensino - Polo UAB do Município de Umuarama, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Câmpus Medianeira.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra Elizandra Sehn



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

A Contextualização do Tema Energia no Ensino de Física no: um enfoque no desenvolvimento sustentável

Por

**Moyses Thomaz Junior**

Esta monografia foi apresentada às 10 h e 30 min h do dia 16 de junho de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista no Curso de Especialização em Educação: Métodos e Técnicas de Ensino - Polo de Umuarama, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo-assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Elizandra Sehn  
UTFPR – Câmpus Medianeira  
Orientadora

---

Prof<sup>a</sup> Dra. Maria Fatima Menegazzo Nicodem  
UTFPR – Câmpus Medianeira

---

Prof<sup>a</sup>. Me. Flóida Moura Rocha Carlesso Batista  
UTFPR – Câmpus Medianeira

---

Prof<sup>a</sup>. Me. Magela Reny Fonticiella Gomez  
UTFPR – Câmpus Medianeira

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso-.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos amigos, familiares e equipe UTFPR/UAB pelo apoio e incentivo.

“Respiramos todos um só ar, bebemos todos a mesma água, vivemos todos em uma só Terra. Nós devemos protegê-la.” (CACIQUE RAONI)

## RESUMO

THOMAZ JUNIOR, Moyses. A Contextualização do tema energia o ensino de Física: um enfoque no desenvolvimento sustentável. 2018, 62p. Monografia (Especialização em Educação: Métodos e Técnicas de Ensino). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2018

Este trabalho investigou o tema energia, abrangendo sua produção e uso, no ensino de Física. Tratou ainda dos possíveis caminhos para contextualização dos referidos temas no Ensino Médio. Dessa forma, ele objetivou relacionar o tema energia, tratado enquanto conhecimento científico-tecnológico, a questões inerentes ao desenvolvimento sustentável. Ou seja, a produção de energia e desenvolvimento sustentável foram os contextos para o ensino de Física. Para tal, desenvolveu-se uma pesquisa de revisão bibliográfica em documentos oficiais e em outras literaturas pertinentes, a fim de se encontrar pontos de ligação entre o tema energia e o desenvolvimento sustentável, úteis para a contextualização do ensino de Física. Ao final, apresentaram-se propostas para o ensino contextualizado, envolvendo os temas energia e desenvolvimento sustentável. Nesse sentido, conclui-se que os conhecimentos científico-tecnológicos acerca do tema energia podem ser contextualizados a partir das questões do desenvolvimento sustentável.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade. Meio ambiente. Fontes de energia.

## **ABSTRACT**

THOMAZ JUNIOR, Moyses. The Contextualization of the topic of energy teaching Physics: a focus on sustainable development. 2018, 62p. Monografia (Especialização em Educação: Métodos e Técnicas de Ensino). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2018.

The paper investigated energy along with related themes such as its production and its use in the teaching of Physics and the possible paths for its contextualization in high school. In this way, it aimed to relate the theme energy as scientific-technological knowledge to issues inherent to sustainable development. In other words, the production of energy and sustainable development were the contexts for the teaching of Physics. For this, it was realized a literature review in Brazilian official documents and others relevant authors in order to find connection points between the energy and sustainable development that serve to contextualize the teaching of Physics. At last, proposal for contextualized teaching of energy and sustainable development were presented. In this sense, it is concluded that the scientific-technological knowledge of the energy theme can be contextualized to sustainable development issues.

**Keywords:** Sustainability. Environment. Energy sources.

## Sumário

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA.....</b>	<b>11</b>
<b>3 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>13</b>
3.1 CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA.....	20
3.1.1 A Contextualização e o Ensino de Física.....	23
3.2 ENERGIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NO ENSINO DE FÍSICA. .	33
3.2.1 Energia no ensino de Física.....	33
3.2.2 Energia e desenvolvimento sustentável no ensino de Física.....	39
3.3 PROPOSTAS DE CONTEXTUALIZAÇÃO DO ENSINO DE ENERGIA.....	44
3.3.1 Sobre as Propostas.....	44
3.3.2 Energia Nuclear.....	45
3.3.2.1 Sol e energia nuclear.....	45
3.3.2.2 Usinas Nucleares e Fissão Nuclear.....	46
3.3.3 Energia Solar (fotovoltaica).....	49
3.3.3.1 Efeito fotovoltaico e semicondutores.....	49
3.3.3.2 Energia fotovoltaica e sustentabilidade.....	50
3.3.4 Energia Hidrelétrica.....	52
3.3.4.1 Usina hidrelétrica.....	52
3.3.4.2 Energia hidrelétrica no Brasil.....	54
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>57</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>59</b>



## 1 INTRODUÇÃO

Energia é uma grandeza física que representa a capacidade de produzir trabalho. Etimologicamente, o termo tem origem na palavra grega “ergo” que significa trabalho. Na Física, o conceito de energia possui maior significado, pois sua manifestação é especificada, por exemplo, energia cinética é a energia que um corpo em movimento possui. Verifica-se também que a grandeza energia está presente em vários campos na Física como a Mecânica, a Termodinâmica e o Eletromagnetismo. Conforme o campo da Física, a energia possui uma especificação para se compreender certo fenômeno. Assim, em Mecânica, tem-se energia cinética e potencial; em Termodinâmica, energia térmica e interna; em Eletromagnetismo, energia elétrica.

Quanto ao desenvolvimento sustentável, seu conceito será melhor desenvolvido no decorrer deste trabalho. Por ora, pode-se definir desenvolvimento sustentável como a busca por um desenvolvimento econômico que mantenha harmonia com o meio ambiente. Dessa forma, a exploração de recursos que não leva ao seu esgotamento, causando, portanto, pouco impacto ambiental, é denominada sustentável. Já a exploração de recursos que leva ao seu esgotamento e à degradação do meio ambiente é dita não-sustentável.

Nos documentos legais que tratam da educação, há diversas menções ao papel da educação na formação de uma consciência ambiental no educando. Destes, destacam-se as Diretrizes Curriculares para a Educação Ambiental, que propõem a Educação Ambiental como uma prática transversal, ou seja, por meio da integração entre temas relacionados ao meio ambiente e à sustentabilidade. Assim, a Educação Ambiental deve estar presente nas diversas disciplinas da Educação Básica.

No contexto do Ensino Médio, a energia, as fontes de energia, a produção e o consumo de energia são partes dos temas estruturadores do ensino de Física de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio Ensino Ciências da Natureza, e Matemática e suas Tecnologias (BRASIL, 2002).

Os PCN buscam promover a contextualização da prática pedagógica. Contextualização pode ser definida como o ato de relacionar um conhecimento a

sua origem e a sua aplicação. Dessa forma, relacionar a energia às fontes de energia, à produção e ao consumo de energia seria um exemplo de contextualização.

Os temas energia e desenvolvimento sustentável são multidisciplinares. Assim, vale salientar que o presente trabalho aborda os temas dentro do ensino de Física em nível médio.

Dessa forma, este trabalho objetiva, de forma geral, contextualizar o ensino de energia aos processos de produção de energia. Mais especificamente, ele tem como objetivo relacionar o tema energia ao desenvolvimento sustentável e apresentar propostas de ensino de energia no contexto de desenvolvimento sustentável.

Feitas essas considerações, este trabalho justifica-se pela presença do tema energia no cotidiano dos indivíduos, no desenvolvimento humanidade, no debate político, econômico e midiático. Além disso, o referido tema é parte do currículo de Física no Ensino Médio. Assim, pensando um ensino de Física contextualizado, a abordagem da energia será relacionada à produção e ao consumo desta. Observando-se a transversalidade do tema ambiental, cabe abordar produção e consumo de energia em contexto de desenvolvimento sustentável.

## 2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

Este trabalho abordou a contextualização do tema energia no ensino de Física em uma perspectiva de sustentabilidade ambiental. Assim, ele fundamentou-se em uma pesquisa descritiva, uma vez que busca relacionar o tema energia a questões inerentes ao desenvolvimento sustentável.

O procedimento adotado para a pesquisa foi revisão bibliográfica. Dentro da bibliografia, visitou-se os documentos legais, como as Diretrizes Curriculares Nacionais, os Parâmetros Curriculares Nacionais e as Orientações Curriculares Nacionais, a fim de analisar como os temas energia, desenvolvimento sustentável e contextualização são abordados no ensino, em especial, ensino de Física.

A revisão bibliográfica estende-se à análise da maneira como, em especial, Santos e Mortimer (2002), Spinelli (2011), Streider (2012), Schivani (2014) abordam o papel da contextualização no ensino de Física, a fim de encontrar propostas e meios de contextualizar o tema de energia conforme a proposta deste trabalho.

Autores como Silva (2006), Goldemberg e Lucon (2006), Lellis (2007) e outros, apesar de não tratarem diretamente do ensino de Física, fizeram parte da revisão por trazerem conceitos fundamentais para relacionar energia e sustentabilidade.

O resultado desta pesquisa foi tratado de forma qualitativa neste trabalho.

Na primeira parte do tópico de desenvolvimento, buscou-se analisar como a contextualização é tratada nos documentos legais, assim como, encontrar propostas e abordagens para contextualização no ensino de Física em outras literaturas como Santos e Mortimer (2002) e Streider (2012)

Após, fez-se uma pequena análise de como o tema energia é abordado no ensino de Física, segundo autores como Barbosa e Borges (2006). Na sequência, apresenta-se como o tema energia está inserido nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio: Ensino Ciências da Natureza, e Matemática e suas Tecnologias. Ainda, tratou-se da necessidade de se contextualizar o tema energia. Também abordou-se o desenvolvimento sustentável, relacionando-o ao tema energia em um contexto para o ensino de Física.

Por fim, no último tópico de desenvolvimento, apresentou-se propostas para a contextualização do tema energia. As propostas buscaram relacionar conceitos físicos, processos tecnológicos e desenvolvimento sustentável tendo como eixo o tema energia.

### 3 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

A energia está presente nas mais diferentes situações na natureza. Por exemplo, os seres vivos se alimentam em busca de energia para se manterem aquecidos; os pássaros consomem energia para conseguir voar; as plantas usam energia solar para produzir alimentos. A energia, ainda, está presente no cotidiano, no qual existe a necessidade de alta produção de energia para que carros possam se locomover, cidades sejam iluminadas e outras demandas tecnológicas, supridas. De uma forma simplista, pode-se dizer que se existe um trabalho (ação), há uma demanda de energia.

As fontes de energia podem ser definidas como recursos naturais capazes de gerar (produzir) energia. Primeiramente, têm-se aquelas que se encontram na natureza sem terem passado por processos de conversão, como radiação solar, petróleo, ventos e correntes hídricas. Estas são denominadas fontes primárias de energia. Uma fonte de energia primária é considerada fonte de energia renovável quando utiliza uma matéria-prima que a natureza pode repor em um processo inesgotável (LELLIS, 2007).

Segundo Goldemberg e Lucon (2006), as fontes renováveis são aquelas repostas imediatamente pela natureza, por exemplo, a radiação solar, as quedas d'água, os ventos e a biomassa. Ainda de acordo com os autores citados acima, as fontes não-renováveis de energia necessitam de um longo período de reposição pela natureza, como as fontes fósseis e as nucleares. Como fontes secundárias de energia, entende-se a energia convertida da energia de uma fonte primária. Por exemplo, a termoeletricidade é uma energia secundária, pois é produzida a partir do petróleo, energia primária de fonte fóssil.

Apresentando as fontes de energia como um recurso, Silva (2006) expõe que fontes renováveis de energia estão associadas à afluência contínua de recursos naturais. De maneira geral, tais recursos estão espalhados de forma uniforme pelo planeta, permitindo sua utilização de forma descentralizada (hidráulica, solar, biomassa, eólica). Enquanto fontes não-renováveis de energia estão relacionadas aos recursos de quantidade limitada (petróleo, gás, carvão, urânio). Além disso, não

há como precisar o volume total de tais recursos e sua localização encontra-se concentrada em determinadas regiões.

Para os autores citados acima, as fontes renováveis de energia são recursos infinitos na natureza enquanto as fontes não-renováveis são recursos naturais limitados.

Aqui cabe observar a relação entre desenvolvimento humano e a questão energética. Nessa direção, Goldemberg e Lucon (2006) elucida que a demanda de energia do homem primitivo era relativamente baixa, estando intrinsecamente relacionada a sua sobrevivência. Ele dependia, em termos de energia, de aproximadamente de duas mil quilocalorias (kcal) extraídas dos alimentos que conseguia obter na natureza. Por volta de sete mil anos, o homem já dominava a energia de animais de tração, assim um cavalo supria o trabalho de oito homens. Enfim, os recursos naturais, para o homem primitivo, eram aqueles que estavam diretamente ao seu alcance. Inclusive os recursos energéticos.

De forma mais concisa, Silva (2006, p. 13) coloca que “o processo de desenvolvimento humano (ao longo de sua existência) está estreitamente relacionado com a evolução do domínio sobre a exploração e uso das fontes de energia”. Observa-se que, para Silva (2006) e Goldemberg e Lucon (2006), o desenvolvimento da humanidade passa pela capacidade de dominar as fontes de energia.

Ainda no contexto histórico da relação entre humanidade e energia, Goldemberg e Lucon (2006) expõe que o homem, a partir da Idade Moderna, começou a utilizar recursos como as quedas d’água e os ventos, para moer cereais e fazer outras atividades. A energia fóssil era pouco utilizada, por exemplo, o carvão mineral que energia da terra servia para aquecer ambientes e gerava calor para as manufaturas

Nesse ponto da história, percebe-se um domínio maior da humanidade sobre as fontes de energia e um conhecimento maior acerca dos processos de produção de energia a fim de suprir suas necessidades. Nas palavras de Silva (2006) tem-se:

Marcadamente presente nas atividades humanas, a energia constitui-se no fator fundamental para a satisfação de quase todas as necessidades do homem. Dessa forma, importa o domínio do conhecimento da conversibilidade da energia, ou seja, o controle do processo de obtenção da energia na configuração que melhor se

ajuste às necessidades de demanda, a partir de sua disponibilidade natural ou pré-elaborada. (SILVA, 2006, p. 10)

Até aqui, apresentou-se a relação entre o desenvolvimento humano e a energia. Contudo, a sociedade contemporânea demanda um maior consumo de energia. O momento histórico que marca essa mudança, segundo Silva (2006), é a Revolução Industrial, na qual se consolidou o modo de produção capitalista. A partir dela, encerra-se a fase de superioridade das fontes de energias biológicas, iniciando-se a primazia das fontes fósseis.

Ainda, segundo Silva (2006), entre os avanços da Revolução Industrial está o desenvolvimento dos processos de conversão de energia, no qual a eletricidade tem papel fundamental. Por exemplo, a partir do petróleo gera-se energia elétrica. Esta chega a residências, onde é convertida em energia térmica para aquecer água, ou em energia luminosa (luz) para iluminar. De forma mais simplista, pode-se expressar que o domínio dos processos de geração de energia é o desenvolvimento de técnicas de conversão de energia.

Conforme já citado, o homem primitivo vivia com 2000 kcal/dia. Contudo, segundo Goldemberg e Lucon (2006), por volta de 2003, cada ser humano consumiu cerca de um milhão de vezes o que o homem primitivo consumia. Além disso, a população humana cresceu exponencialmente nos últimos séculos. Assim, há uma crescente demanda de energia, a qual é extraída da natureza. Nessa direção, apresentam-se os impactos que a demanda de energia, em especial do setor elétrico, gera no meio ambiente. Segundo Silva (2006), as fases de exploração, transformação, distribuição e uso de energia, do setor elétrico, impactam negativamente o meio ambiente natural e antrópico. Entre os danos mais expressivos, citam-se as emissões de poluentes atmosféricos, a contaminação dos meios aquáticos e terrestres, a geração de resíduos, o esgotamento dos recursos naturais, a produção de ruídos, os impactos visuais e os malefícios à biodiversidade.

Sobre a sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, primeiramente, salienta-se que os termos apresentam vasta presença na literatura, com diferentes conceitos. Alguns autores tratam os termos como sinônimos, enquanto outros buscam uma diferenciação. Como os autores pesquisados neste trabalho não prezam essa diferenciação, os referidos termos serão utilizados aqui como sinônimos.

A ideia de desenvolvimento sustentável tem presença recente na história. Afinal, foi após a Segunda Guerra Mundial que a humanidade passou relacionar seu bem-estar e desenvolvimento ao ambiente no qual está inserida. Dessa maneira, somente ao final do século XX, o direito o meio ambiente saudável e equilibrado foi tomado como um dos mais importantes da humanidade.

Apesar de toda a problemática que envolve o conceito, neste trabalho, desenvolvimento sustentável será tratado como aquele que permite à humanidade o atendimento de suas necessidades atuais, sem impedir que as futuras gerações façam o mesmo.

Esse modelo contrasta o modelo de desenvolvimento vigente, no qual há uma ênfase excessiva no crescimento econômico, implicando na exploração desenfreada dos recursos naturais. Dessa forma, o desenvolvimento sustentável exige mudanças de profundas nos sistemas de produção e de utilização de recursos naturais, inclusive, energéticos (LELLIS, 2007).

Por isso, ao tratar do tema energia, a sustentabilidade torna-se um campo para contextualização dos conteúdos. Nesse sentido, este trabalho aborda a sustentabilidade visando uma proposta de ensino que leve ao aluno uma concepção sustentável a respeito da produção e do consumo de energia.

Observa-se que a ideia de desenvolvimento sustentável abarca diversas vertentes de pensamento, além de ser um tema interdisciplinar. Contudo, este trabalho não busca abordar todas essas questões. Ele visa relacioná-lo ao tema energia no ensino de Física conforme parágrafo anterior.

Por fim, o desenvolvimento sustentável está em conformidade com as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica. Cita-se o trecho das diretrizes:

[...] a função da educação, na sua relação com os objetivos constitucionais de projeto de Nação, fundamentando-se na cidadania e na dignidade da pessoa, o que implica igualdade, liberdade, pluralidade, diversidade, respeito, justiça social, solidariedade e sustentabilidade. (BRASIL, 2013, p. 16)

Nesse sentido, os conteúdos trabalhados no processo de ensino devem se voltar, em algum grau, à sustentabilidade. Sendo assim, ela é vista como uma das implicações dos fundamentos cidadania e dignidade da pessoa. A cidadania no



contexto do ensino será também abordada no decorrer do trabalho, incluindo a relação entre ela e o desenvolvimento sustentável.

Como este trabalho trata do campo do ensino, volta-se agora para a abordagem dos temas já citados no contexto da educação. Vale salientar que a educação possui um conjunto de documentos legais reguladores do sistema de ensino. Apresentam-se alguns que serão abordados no decorrer deste trabalho:

- Lei de Diretrizes e Bases da Educação, LDB (Lei 9394/96): principal lei que trata da educação no Brasil.
- Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN): orientações fundamentadas pelo Governo Federal para normatizar a grade curricular em todo Brasil. Há PCN que tratam do ensino como um todo e outros que abordam áreas específicas do conhecimento.
- Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN): são normas emitidas pelo Governo Federal que a Educação Básica deve seguir no planejamento curricular.
- Diretrizes Curriculares do Estado: normas emitidas pelos entes da federação, devendo ser seguidas pelos estabelecimentos de ensino de sua competência. Observa-se que o estado do Paraná, onde se localiza a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), emitiu diretrizes curriculares.
- Lei 9795/1999: trata da educação ambiental e institui a Política Nacional de Educação Ambiental.

Passa-se a expor como a questão ambiental e a sustentabilidade são abordadas nesses dispositivos legais. Primeiramente, apresenta-se o conceito de educação ambiental definido pela Lei 9795/1999, a qual diz:

Art.1º Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade. (BRASIL, 1999)

Entre as DCN, destacam-se, neste momento, as Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Ambiental (DCNEA), estabelecidas pela Resolução 2, de 15 de julho de 2012. As DCNEA trazem alguns dispositivos que tratam da integração da educação ambiental na Educação Nacional. Cita-se a DCNEA:

Art. 7º Em conformidade com a Lei nº 9.795, de 1999, reafirma-se que a Educação Ambiental é componente integrante, essencial e permanente da Educação Nacional, devendo estar presente, de forma articulada, nos níveis e modalidades da Educação Básica e da Educação Superior, para isso devendo as instituições de ensino promovê-la integradamente nos seus projetos institucionais e pedagógicos. (BRASIL, 2012, p. 3)

Observa-se que, apesar de mais recentes, as DCNEA estão em harmonia com a Lei 9.795/1999. Ambos os normativos estabelecem que a educação ambiental não está restrita a uma disciplina curricular ou a uma etapa do processo de ensino. Ela deve ser trabalhada interdisciplinarmente e continuamente na educação (BRASIL, 2012).

As Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Ambiental, em seu artigo 13, estabelecem os objetivos da educação ambiental. Entre eles, cita-se o objetivo elencado no inciso VI “fomentar e fortalecer a integração entre ciência e tecnologia, visando à sustentabilidade socioambiental” (BRASIL, 2012, p. 4). Esse objetivo salienta a necessidade de se trabalhar a ciência e a tecnologia no ensino com enfoque na sustentabilidade, o que aproxima-se da proposta do presente trabalho.

As Diretrizes Curriculares Nacionais apresentam a necessidade e a urgência da abordagem da questão ambiental na educação, justificadas pelos desastres ambientais que assolam a atualidade. Assim, cabe aos professores compreender a complexidade da crise ambiental, contribuindo para as mudanças socioambientais necessárias (BRASIL, 2012).

Como este trabalho volta-se para o ensino de Física, em nível médio, os temas serão abordados nessa dimensão. Conforme trecho já citado das DCNEA, a educação ambiental é interdisciplinar e em todos os níveis, logo questões ambientais são pertinentes ao ensino de Física.

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio para Ciências na Natureza e Matemática (BRASIL, 2002), a Física, a Química e a Biologia formam as Ciências da Natureza. Elas são ciências que compartilham a investigação da natureza e os desenvolvimentos tecnológicos, possuindo mesma linguagem para a concepção e sistematização do conhecimento a acerca da natureza. Essas disciplinas formam a cultura científica e tecnológica, produto e

também instrumento da evolução social e econômica no decorrer da história (BRASIL, 2002).

Percebe-se que a Física está relacionada ao desenvolvimento tecnológico. Afinal, os processos de produção de energia são processos tecnológicos. Assim, verifica-se o enlace entre Física e produção de energia. Além disso, o inciso VI, do artigo 13, da DCNEA, determina que a sustentabilidade esteja presente na integração entre ciência e tecnologia. Dessa forma, quando os processos tecnológicos são abordados, deve-se buscar uma visão sustentável (BRASIL, 2012).

Vale salientar que a energia faz parte dos temas estruturadores, atribuições e competências do ensino de Física, conforme os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio para Ciências na Natureza e Matemática (BRASIL, 2002).

Até aqui, mostrou-se a relação da humanidade com energia e também o conceito de sustentabilidade. Foram expostos, ainda, dispositivos legais que tratam desses temas dentro da educação. Agora, busca-se uma proposta de abordagem para todas essas questões no processo de ensino-aprendizagem. Este trabalho opta pela contextualização como estratégia de ensino.

A contextualização é considerada recurso didático capaz de aproximar os processos de ensino-aprendizagem à realidade concreta dos alunos. Ela se apresenta como condição necessária na abordagem dos conteúdos e na organização das atividades desenvolvidas nas aulas. Verifica-se também que a contextualização auxilia a interligação entre a teoria e a prática, viabilizando a conferência de sentido e utilidade, pelos alunos, aos conteúdos estudados (BRASIL, 2006).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para Ciências da Natureza e Matemática trazem:

Em termos gerais, a contextualização no ensino de ciências abarca competências de inserção da ciência e de suas tecnologias em um processo histórico, social e cultural e o reconhecimento e discussão de aspectos práticos e éticos da ciência no mundo contemporâneo. (BRASIL, 2002, p. 31)

Nesse sentido, o presente trabalho busca dar um contexto para o ensino de Física, mas especificamente, para o tema energia, visando ao contexto do desenvolvimento sustentável. Assim, o conhecimento científico-tecnológico, associado à energia, será relacionado a questões sociais, ambientais e éticas.

### 3.1 CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA

O termo contextualização já foi abordado de forma mais simplista anteriormente. Neste tópico, o conceito de contextualização será melhor desenvolvido. O intuito é mostrar como ela pode ser um recurso didático no processo de ensino-aprendizagem, em especial, no ensino Física.

De acordo com Wartha, Silva et al. (2013), a utilização da palavra contextualização é nova em Língua Portuguesa, devendo-se à promulgação dos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ou seja, segundo os referidos autores, o termo não está dicionarizado, sendo o ato de se referir ao contexto expresso pelo verbo contextualizar. No entanto, a contextualização é o termo mais frequente, conforme Machado (2005). Assim, opta-se, neste trabalho, por tal denominação.

A partir de Machado (2005), é possível afirmar que a etimologia da palavra contextualizar aponta para a devolução de uma referência para um texto do qual foi retirada. Referências retiradas do local em que foram construídas perdem significação. Portanto, contextualizar, inserir a referência em sua raiz, é fundamental na construção de significados.

Segundo Spinelli (2011), o termo contexto está ligado a *contextus*, do verbo latino *contextere*, que significa entrelaçar, reunir, tecer, compor. Para o autor, contextos são grupos de circunstâncias que viabilizam a relação entre significados conceituais associados aos sujeitos.

Segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Básica (DCNEB), “contextualizar o conteúdo que se quer aprendido significa em primeiro lugar assumir que todo conhecimento envolve uma relação entre sujeito e objeto” (BRASIL, 2001, p. 82). Em conformidade, Spinelli (2011) considera que o conteúdo (ou objeto) não é algo isolado. Para sua compreensão, é preciso relacioná-lo a outros elementos, outros conteúdos. O objeto, ou conteúdo, visto dessa forma, será sempre composto por uma gama de relações que não podem ser desconsideradas no processo de ensino-aprendizagem.

Para aproximar o conceito de contextualização e a prática de ensino, cita-se Spinelli (2011, p. 29): “a criação de um contexto para estudos de conceitos de determinada área de conhecimento exige a seleção de um conjunto de situações

relacionáveis entre si por alguma motivação, a partir do conhecimento daquele que o organiza”. Como motivações, Spinelli (2011, p. 29) exemplifica: “a aplicabilidade dos conceitos em situações do cotidiano, os aspectos relacionados à evolução histórica dos conceitos, as ligações percebidas dos conceitos para além dos muros da disciplina e as relações conceituais que se estabelecem internamente à disciplina”.

Nesta direção, as Orientações Curriculares para o Ensino Médio trazem:

É na dinâmica de contextualização/descontextualização que o aluno constrói conhecimento com significado, nisso se identificando com as situações que lhe são apresentadas, seja em seu contexto escolar, seja no exercício de sua plena cidadania. A contextualização não pode ser feita de maneira ingênua, visto que ela será fundamental para as aprendizagens a serem realizadas – o professor precisa antecipar os conteúdos que são objetos de aprendizagem. . (BRASIL, 2006, p. 83)

Apesar desta citação focar o conhecimento matemático, ela pode dar a dimensão da contextualização para demais áreas do conhecimento. Segundo Reis e Nehring (2017), desse trecho se extrai, primeiramente, que a contextualização é fundamental. E, por meio dela, que se dá sentido ao conhecimento, construindo-se assim conhecimento com significado.

Como já foi mencionada, a ideia de contextualização difundiu-se a partir dos PCN. Os PCNEM estabelecem a relação sujeito e objeto, apresentada anteriormente pelas DCNEB. Consta nos PCNEM a visão do tratamento contextualizado como um recurso para subverter a condição do aluno de espectador passivo. Por meio da contextualização, é possível estabelecer entre o aluno e o objeto uma relação de reciprocidade conforme os PCNEM trazem:

A contextualização evoca por isso áreas, âmbitos ou dimensões presentes na vida pessoal, social e cultural, e mobiliza competências cognitivas já adquiridas. As dimensões de vida ou contextos valorizados explicitamente pela LDB são o trabalho e a cidadania (BRASIL, 2000, p. 78).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (2000) entendem cidadania como um exercício cotidiano que não se restringe a uma ou outra área do conhecimento, devendo ser pilar de toda a organização curricular. A prática cidadã envolve, além da vivência social, política e cultural, a vida pessoal, cotidiana, abarcando questões do meio ambiente, do corpo e da saúde.

Sendo assim, o conceito de cidadania não está fixado em um dado momento do currículo. Portanto, cabe ser abordada dentro do ensino de Física. Tal abordagem pode se dar por meio das questões ambientais que integram o exercício da cidadania. Enfim, tem-se aqui mais uma justificativa para o desenvolvimento desta monografia.

Outro termo relevante para a ideia de cidadania é cotidiano. Esse termo está presente também no conceito de contextualização. Dessa forma, carece que seu conceito seja desenvolvido. Primeiramente, citam-se os PCNEM:

O contexto que é mais próximo do aluno e mais facilmente explorável para dar significado aos conteúdos da aprendizagem é o da vida pessoal, cotidiano e convivência. O aluno vive num mundo de fatos regidos pelas leis naturais e está imerso num universo de relações sociais. (BRASIL, 2000, p. 81)

O trecho acima é extremamente importante para o desenvolvimento deste trabalho. Tanto que ele será retomado ainda. Neste momento, a citação serve para demonstrar a importância do cotidiano para a contextualização. Os PCNEM (2000, p. 81) ainda dizem: “o cotidiano e as relações estabelecidas com o ambiente físico e social devem permitir dar significado a qualquer conteúdo curricular, fazendo a ponte entre o que se aprende na escola e o que se faz, vive e observa no dia a dia.” Enfim, deve-se relacionar o conteúdo curricular (muitas vezes chamado somente de “teoria”) ao cotidiano do aluno.

Outro ponto que merece destaque dentro da contextualização, em especial dentro da proposta deste trabalho, é a questão ambiental, que compõe um campo para dar contexto a conteúdos curriculares. Dessa forma, justifica-se novamente a proposta deste trabalho – contextualizar um conteúdo curricular por meio de questões ambientais. Os PCNEM trazem:

Na vida pessoal, há um contexto importante o suficiente para merecer consideração específica, que é o do meio ambiente, corpo e saúde. Condutas ambientalistas responsáveis subentendem um protagonismo forte no presente, no meio ambiente imediato da escola, da vizinhança, do lugar onde se vive. Para desenvolvê-las é importante que os conhecimentos das Ciências, da Matemática e das Linguagens sejam relevantes na compreensão das questões

ambientais mais próximas e estimulem a ação para resolvê-las (BRASIL, 2000, p. 81)

Ou seja, o desenvolvimento da responsabilidade ambiental carece da atenção de vários campos do saber, inclusive da Física. Afinal, o meio ambiente é o mundo ao redor, é o cotidiano e cabe desenvolver uma consciência cidadã quanto a ele. Portanto, ele é um campo rico para contextualização.

### **3.1.1 A Contextualização e o Ensino de Física**

Nesta seção será explorada a contextualização no ensino de Física. Contudo, por vezes, o ensino de ciências da natureza como um todo será também abordado. Afinal, como já tratado neste trabalho, a Física está inserida em um grupo maior denominado Ciências da Natureza (tratada por muitos autores somente como “ciências”).

Para Schivani (2014), as Ciências da Natureza são tomadas, na educação básica, como estáticas e completas. Nesse cenário, cabe ao aluno a reprodução de processos e algoritmos, a memorização e a execução de fórmulas e conceitos. Ainda segundo o referido autor, essa realidade é perceptível nos modelos lineares de problemas, nos quais o professor explica algo que se sabe fazer, com solução conhecida e sem a produção de dúvidas. Logo, o aluno deve dominar tal modelo de solução e reproduzi-lo em outros problemas semelhantes. Contudo, ele não está preparado para outros problemas qualitativos ou quantitativos. Para concluir, Schivani (2014) traz que “de maneira geral, o que se verifica no ensino de física não é a busca por resolução de ‘problemas verdadeiros’, mas sim, exercícios de aplicação da teoria, calcados na busca de uma conexão entre dados e incógnitas” (SCHIVANI, 2014, p. 52 e 53).

Como alternativa a essa realidade no ensino de Física, conforme Freire (1997, p. 56 e 57) citado por Schivani (2014, p. 53), apresenta-se um modelo de educação problematizador. Tal problematização baseia-se no diálogo entre professor e aluno na busca de trazer reflexão e questionamento sobre o conhecimento e o mundo ao redor. Portanto, evita-se tratar o conhecimento como

algo estático e acabado. Nesse sentido, para o ensino de Ciências da Natureza, a problematização assume protagonismo no processo de ensino-aprendizagem.

Ainda segundo Schivani (2014), é na problematização que ocorre a apresentação do problema, o qual deve se ligar a uma situação significativa e estimulante para o aluno. Assim, a problematização leva o aluno a entender a atividade não como uma situação trivial, como uma solução dedutível. Salienta-se ainda que um dos caminhos para levar a problematização para a prática do ensino de ciências é a contextualização.

Nessa direção, desenvolver uma relação entre o conhecimento científico e o contexto do aluno é uma demanda de longa data no ensino de Ciências da Natureza. Adiciona-se ainda a questão da falta de motivação dos alunos e da baixa aprendizagem nessa área. Essas preocupações conduzem o professor à busca por estratégias que possam contribuir para a ilustração, aplicação e exemplificação do conhecimento científico. Nesse sentido, os aspectos mais amplos que relacionam Ciência, Tecnologia e Sociedade somam-se para contextualizar o conhecimento científico abordado na escola, aproximando-se do cotidiano do aluno. Logo, a contextualização pode ser vista como meio facilitador para a compreensão de conceitos, tanto por despertar o interesse dos alunos quanto por ilustrar o conteúdo abordado. Assim, a contextualização pode ser adotada como estratégia para dar significado ao conhecimento científico (STREIDER, 2012).

No decorrer deste trabalho, já foram apresentadas algumas concepções sobre contextualização. Kato e Kawasaki (2011) resumem, em uma tabela, as categorias de contextualização do ensino. Apesar de a pesquisa focar o ensino de Biologia, ela se mostra pertinente para localizar algumas concepções acerca da contextualização, conforme Quadro 1.

<b>Categorias de análise</b>	<b>Concepções</b>	<b>Contextos de significação</b>	<b>Documentos ou professores</b>
1) Cotidiano do aluno	Buscar relações com as experiências pessoais e sociais do aluno, a realidade	Cotidiano do aluno	DCNEM/PCNEM/ PCEB/PCNEF/ PCEC/ MRCC <sup>1</sup>

<sup>1</sup> DCNEM (1998) – Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. PCNEM (1999) – Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. PCEB (1988) – Proposta Curricular para o Ensino de Biologia. PCNEF (1998) - Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental. PCEC (1991) – Proposta Curricular para o Ensino de Ciências e Programas de Saúde. MRCC (1992) – Movimento de Reorientação Curricular – Ciências.



	do aluno e a cidadania.		Professores
	Buscar relações com o mundo do trabalho.	Mundo do trabalho	DCNEM
2) Disciplina(s) escolar(es)	Buscar relações com outras disciplinas (multi, trans ou interdisciplinaridade).	Outras disciplinas escolares	DCNEM/PCNEM/PCNEF/PCEC Professores
3) Ciência	Buscar relações com a ciência, enquanto produto e processo.	Universo da ciência	PCNEM/PCEC
	Buscar relações com as ciências naturais, em especial, as ciências biológicas (as teorias evolutivas).	Teorias gerais da Biologia e da ciência	PCEB
4) Ensino	Buscar relações entre conhecimento científico e conhecimento escolar.	Conhecimento científico	PCNEM
	Buscar problematizar e situar o conhecimento escolar em relação a outras formas de conhecimento.	Diversas formas de conhecimento em diferentes contextos	PCNEF/PCEC/ MRCC
5) Contexto histórico, social e cultural	Buscar relações com elementos da cultura.	Cultura brasileira e mundial	PCNEM/PCNEF/ PCEC Professores
	Buscar relações com a história da ciência.	Contexto histórico e social	PCNEM/PCEC
	Buscar relações CTS	Ciência, tecnologia e sociedade	PCNEM/PCNEF/ PCEC Professores

**Quadro 1 – categorias de análise das concepções de contextualização do ensino, contextos de significação e de ocorrência dessas concepções.**

Fonte: Kato & Kawasaki (2011, p. 45)

Neste trabalho, o “cotidiano do aluno” já foi discutido e é uma questão relevante para o desenvolvimento da monografia. Quanto ao aspecto “ensino”, ele se mostra relevante, em especial, no que se refere aos “contextos de significação”, afinal o tema energia será abordado com diferentes enfoques. São também relevantes, para este trabalho, as categorias “Contexto Histórico, Social e Cultural” - CTS (Ciências, Tecnologia e Sociedade) e “Contexto Histórico e Social”.

Assim, volta-se para os Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio Ensino de Ciências da Natureza e Matemática e suas Tecnologias. Segundo eles, os objetivos e competências da referida área do conhecimento podem ser agrupados da seguinte forma: a *investigação e compreensão científica e tecnológica*, voltadas para competências e habilidades de caráter mais específico; a *representação e*

*comunicação em Ciência e Tecnologia; e a contextualização sociocultural e histórica da Ciência e da Tecnologia, relacionada às Ciências Humanas.*

A contextualização sociocultural objetiva “compreender e utilizar a ciência, como elemento de interpretação e intervenção, e a tecnologia como conhecimento sistemático de sentido prático” (BRASIL, 2000, p. 13). Dessa forma, ela se aproxima bastante das investigações das Ciências Humanas e suas Tecnologias. Apesar de esta monografia possibilitar a abordagem interdisciplinar do tema, este não é o objetivo, conforme já explicitado na introdução. Entretanto, há uma abordagem do contexto sociocultural no trabalho, já que entre os objetivos específicos de tal contextualização estão a utilização de “elementos e conhecimentos científicos e tecnológicos para diagnosticar e equacionar questões sociais e ambientais” e a associação de “conhecimentos e métodos científicos com a tecnologia do sistema produtivo e dos serviços” (BRASIL, 2000, p. 13). Enfim, este trabalho busca cumprir os objetivos do ensino de Física, elencados nos PCNEM.

Em relação à representação e comunicação em Ciência e Tecnologia, tem-se como objetivo geral desenvolver a capacidade de comunicação. Um dos objetivos específicos é “Analisar qualitativamente dados quantitativos representados gráfica ou algebricamente relacionados a contextos socioeconômicos, científicos ou cotidianos” (BRASIL, 2000, p. 10). Exemplificando, é parte do cotidiano a chegada às residências da fatura do consumo mensal de energia elétrica. Capacitar o aluno para compreender o consumo mensal de energia, expresso na fatura, seria uma forma de contextualizar seu cotidiano, mantendo o ensino de Física alinhado aos PCNEM.

Quanto ao grupo investigação e compreensão, o objetivo geral é “desenvolver a capacidade de questionar processos naturais e tecnológicos, identificando regularidades, apresentando interpretações e prevendo evoluções” (BRASIL, 2000, p. 12). Apesar de os PCNEM não explicitarem a contextualização, evidenciam o papel de reflexão no ensino de Ciências da Natureza diante dos processos naturais e tecnológicos, o que leva a contextualizar o mundo ao redor, confirmando aquilo que consta nos objetivos específicos, ou seja, “fazer uso dos conhecimentos da Física, da Química e da Biologia para explicar o mundo natural e para planejar, executar e avaliar intervenções práticas” (BRASIL, 2000, p. 13).

Volta-se aqui à CTS. O movimento CTS na educação emerge, nos anos 1970, a partir de discussões sobre o impacto do conhecimento científico, do avanço tecnológico e da degradação ambiental sobre a sociedade. Em determinado momento, a fim de dar foco também para a questão ambiental, à tríade Ciência, Tecnologia e Sociedade, acrescentou-se o elemento Ambiente. Assim, surge a sigla CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. O propósito era resgatar a Educação Ambiental nas CTS, afinal, nem sempre ela era considerada parte do movimento. De toda forma, o termo CTS é mais popular (SANTOS, 2007). E, apesar deste trabalho voltar-se para questões ambientais, opta-se pela nomenclatura CTS, devido a sua popularidade.

Cabe uma apresentação ligeira de como os elementos da tríade CTS são abordados nos currículos. Quanto à Ciência, a abordagem inclui, criticamente, dimensões sociais e políticas. A Tecnologia é entendida como o conhecimento capaz de controlar e alterar o mundo. A Tecnologia está diretamente ligada ao Conhecimento Científico, contudo estes não se confundem. Por fim, nas CTS, a sociedade se insere, pois os conteúdos curriculares são abordados dentro de questões sociais e tecnológicas (SANTOS; MORTIMER, 2002).

A CTS, em âmbito curricular, pode ser compreendida como a prática que se propõe a interligar a explanação científica, a tecnologia e a resolução de problema em conformidade com temas de relevância social. No plano do Ensino Médio, a CTS visa à alfabetização científica e tecnológica do aluno. Ou seja, possibilita a construção de conhecimento, de habilidades e de valores necessários para a atuação do aluno como cidadão responsável diante de questões científicas e tecnológicas (SANTOS; MORTIMER, 2002).

Segundo Streider (2012), há diversas visões sobre CTS, contudo elas coincidem na defesa pela reformulação do ensino de Ciências da Natureza, pela contextualização de conteúdos e pela formação para cidadania. Dessa forma, evidencia-se a relação entre CTS e contextualização.

Nessa direção, Streider (2012) apresenta os três propósitos educacionais que norteiam as mais diversas visões de CTS. O primeiro propósito seria:

[...] uma educação científica que contribua para o **desenvolvimento de percepções** entre o conhecimento científico escolar e o contexto do aluno. Relaciona-se à construção de uma nova imagem do conhecimento científico escolar, dando ênfase tanto para questões

presentes no dia a dia, quanto para questões científicas e tecnológicas. Nesse caso, os aspectos mais relacionados à ciência, à tecnologia e à sociedade contribuem para contextualizar o conhecimento científico a ser trabalhado, buscando uma aproximação com a vivência cotidiana do aluno. (STREIDER, 2012, p. 166)

O pensamento de Streider (2012), conforme citado acima, reforça os caminhos para contextualização do conhecimento científico por meio da CTS. O referido autor resgata temas já abordados aqui como o contexto aluno e o cotidiano, expondo a possibilidade de o aluno, por meio das CTS, passar a perceber a relação entre o conhecimento científico e o mundo ao seu redor. Tirando, assim, o aluno da posição de expectador passivo, conforme PCNEM (BRASIL, 2000).

O segundo propósito da CTS volta-se à sustentabilidade ambiental no contexto da educação científica por visar à utilização responsável de recursos naturais. Streider (2012) diz:

Uma educação científica que contribua para o **desenvolvimento de questionamentos** sobre situações que envolvem aspectos de ciência, tecnologia e/ou sociedade. Mais do que contextualizar o conhecimento científico escolar, pretende discutir as implicações do desenvolvimento científico-tecnológico na sociedade, busca uma compreensão sobre uma utilização responsável dos recursos naturais e aparatos tecnológicos. (STREIDER, 2012, p. 166)

Relacionando os propósitos da CTS com o tema desta monografia, a grandeza física energia seria o conhecimento científico e a produção de energia seria a tecnologia. Já o aspecto social se faria presente por meio do debate sobre os impactos ambientais provocados pela produção e pelo consumo de energia.

Por fim, Streider (2012) reconhece o terceiro propósito na CTS:

Uma educação científica que contribua para o **desenvolvimento de compromisso social** diante de problemas ainda não estabelecidos e que envolvem aspectos de ciência, tecnologia e sociedade. A intenção maior está relacionada ao desenvolvimento de competências para que a sociedade possa lidar com problemas de diferentes naturezas, tendo condições de fazer uma leitura crítica da realidade que, atualmente, está marcada por desequilíbrios sociais, políticos, éticos, culturais e ambientais. (STREIDER, 2012, p. 166 e 167)

Em consonância, este trabalho propõe um ensino de Física que desenvolva no aluno competências críticas diante da realidade, possibilitando a reflexão e o questionamento a respeito dos problemas ambientais, da exploração de recursos naturais e do desenvolvimento sustentável.

Após tratar a contextualização no ensino de Ciências da Natureza, aborda-se a seguir, de forma mais específica, o ensino de Física. Segundo os Parâmetros Curriculares para Ensino de Física (BRASIL, 2002), a Física é um conjunto de competências específicas que possibilita a compreensão de fenômenos naturais e tecnológicos tanto do cotidiano, quanto do universo distante. Além disso, a Física deve ser compreendida e trabalhada como um campo do saber, construído ao longo da história da humanidade, que impulsiona o desenvolvimento de diferentes tecnologias e é por tal desenvolvimento impulsionado.

Para elucidar melhor as competências do ensino de Física, resgatam-se os agrupamentos de objetivos e competências segundo Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio do Ensino de Ciências da Natureza e Matemática e suas Tecnologias, especificamente na disciplina de Física. No campo da investigação e compreensão, um dos objetivos do ensino de Física é “compreender a Física presente no mundo vivencial e nos equipamentos e procedimentos tecnológicos” (BRASIL, 2000, p. 29). Ou seja, o mundo ao redor e a tecnologia devem estar no contexto do ensino de Física. Em resumo, o cotidiano do aluno deve ser abordado.

Sobre a representação e comunicação, um de seus objetivos é “conhecer fontes de informações e formas de obter informações relevantes, sabendo interpretar notícias científicas” (BRASIL, 2000, p. 27). Observa-se que há uma gama de questões atuais que, embora não sejam tratadas em revistas sobre Física, passam por temas da Física, como o preço da energia elétrica, geralmente associado a temas políticos e econômicos. O referido objetivo relaciona-se, ainda, à leitura crítica da realidade que a CTS pode possibilitar, conforme Streider (2012).

Em contextualização sociocultural, um dos objetivos do ensino de Física é tornar o aluno capaz de “emitir juízos de valor em relação a situações sociais que envolvam aspectos físicos e/ou tecnológicos relevantes” (BRASIL, 2000, p. 29). Enfim, o ensino de Física deve possibilitar o desenvolvimento de um senso crítico

perante questões sociais. Aqui há tanto questões que permeiam a realidade do aluno, como o aumento da taxa de fornecimento de energia elétrica, quanto questões expostas na mídia, como a crise energética mundial. O que se estreita com a representação e comunicação, que são competências e habilidades a serem desenvolvidas em Física e a leitura crítica da realidade, conforme parágrafo anterior.

Para complementar, as DCNEB orientam a tratar os conteúdos de ensino de forma contextualizada, relacionando os conteúdos e o contexto para dar significado à aprendizagem e impulso à autonomia intelectual (BRASIL, 2001). Ou seja, é por meio dessa autonomia intelectual que o cidadão torna-se capaz de fazer uma leitura crítica da realidade.

Segundo as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006), a condução contextualizada do ensino de Física deve tomar, como ponto de partida, situações próximas da realidade do aluno. Logo, no processo de contextualização, prioriza-se a escolha de fenômenos, objetos e coisas do mundo ao redor. Problemas reais tendem a produzir soluções mais criativas e, supostamente, são mais significativos e motivadores que situações artificiais. Para o aluno, é instigante relacionar o conhecimento abstrato da Física e o mundo ao redor (carregado de experiências pessoais). Não é provável que tal interesse seja despertado na abordagem abstrata do livro didático, que não traz significação para o aluno. Por exemplo, a maioria dos livros didáticos introduz o conteúdo de ondas eletromagnéticas com conceitos abstratos que fogem da realidade dos alunos. Entretanto, a maioria dos alunos já devem ter se questionado sobre fenômenos e tecnologias relacionados ao eletromagnetismo, como o porquê de o céu ser azul, como se forma o arco-íris ou qual o trajeto as ondas de rádio. Buscar, no ensino de Física, respostas para tais questionamentos é um caminho para melhoria do processo de aprendizagem em diversos aspectos.

A importância do cotidiano para a contextualização já foi abordada aqui. Entretanto, no ensino de Física, os fenômenos naturais e a tecnologia fazem parte desse cotidiano. E, por terem uma relação estreita, por vezes, a contextualização e o cotidiano se confundem. Segundo as Orientações Curriculares para o Ensino Médio, a relação entre contextualização e cotidiano não é simples. Por exemplo, os fenômenos da natureza e os avanços tecnológicos fazem parte do cotidiano da

maioria da sociedade, contudo a explicação científica sobre eles não está presente no cotidiano. Assim, a noção que a sociedade tem sobre fenômenos da natureza e avanços tecnológicos é superficial e limitada. Enfim, as pessoas explicam o mundo ao redor utilizando o senso comum (BRASIL, 2006).

Ainda segundo as Orientações Curriculares para o Ensino Médio, o aluno chega à escola portando esse senso comum acerca do mundo ao seu redor. Nesse ponto, a contextualização dos conteúdos curriculares assume o papel de problematizar a relação entre o que se busca ensinar (conteúdos curriculares) e as explicações e concepções que o aluno trouxe de seu cotidiano. Afinal, os fenômenos estudados pelas ciências também permeiam o cotidiano do aluno. Contudo, como já citado, essa noção que o aluno carrega costuma ser superficial. Cabe, então, à contextualização partir desse conhecimento que o aluno possui, para se chegar ao conhecimento científico (BRASIL, 2006).

As Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006, p. 51) ainda afirmam que “a contextualização como recurso didático serve para problematizar a realidade vivida pelo aluno, extraí-la do seu contexto e projetá-la para a análise. Ou seja, consiste em elaborar uma representação do mundo para melhor compreendê-lo”. Tratar a contextualização como recurso didático é parte essencial da definição desta.

Outro ponto do qual se retorna é a problematização. A Física está presente em diversos contextos da realidade do aluno. Essa realidade deve ser o suporte para a problematização. Conforme Schivani (2014):

[...] existe uma vasta gama de “meios”, ou melhor, de *contextos* imersos em cenários de várias ordens: social, cultural, científico, histórico, ambiental, biológico, cotidiano, tecnológico, dentre outros. Essas “realidades” podem ser tomadas como base na formulação de problemas e emersão de conhecimentos, dentro de um processo de ensino e aprendizagem *contextualizado* com vistas ao resgate ou à formação de um espírito questionador, uma “ad-miração” do mundo “admirado” em que os homens tomam conhecimento da forma como estavam conhecendo, e, assim, reconhecem a necessidade de conhecer melhor. (SCHIVANI, 2014, p. 56)

Dessa forma, o conhecimento empírico do aluno, acerca de fenômenos da natureza e de tecnologias, não deve ser descartado. Essas noções são parte do

contexto e devem fazer parte da problematização. Tal abordagem está de acordo com a contextualização do cotidiano das Orientações Curriculares para o Ensino Médio, tratada acima. Na última citação, o autor trata contextualização como recurso motivacional responsável pela busca do conhecimento. Portanto, a contextualização também se mostra como uma estratégia para a falta de motivação do aluno, o que vai de encontro com as ideias de Streider (2012) citadas acima.

Para finalizar, cabe observar que contextualização permeia o ensino de Física em diversos pontos. Vai além de pontos mais óbvios da contextualização sociocultural, mostrando-se presente nos objetivos de comunicação e representação e nos de investigação e compreensão científica e tecnológica. Neste sentido, a contextualização no ensino mostrou-se relevante tanto para a compreensão do mundo ao redor, fenômenos da natureza e tecnologia, quanto para formação cidadã do aluno.



## 3.2 ENERGIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NO ENSINO DE FÍSICA

### 3.2.1 Energia no ensino de Física

Energia está entre os conceitos fundamentais a serem aprendidos pelos alunos no âmbito das Ciências da Natureza. Entretanto, é visto como um conceito difícil de ser transmitido ao aluno. Entre as dificuldades para se transmitir esse conceito, cita-se a sua presença em diversas disciplinas (Física, Química, Biologia e, até mesmo, Educação Física) e cada uma enfatiza um aspecto diferente. Soma-se também ao quadro uma abordagem superficial do tema energia no ensino fundamental (BARBOSA; BORGES, 2006).

No ensino de Física, a aprendizagem do conceito de energia demanda noções específicas dos campos de estudo (mecânica, termodinâmica e eletromagnetismo), conforme o caso. Além disso, a forma como a energia é apresentada e ensinada nos livros didáticos é abstrata e pouco informativa. Enfim, o ensino de Ciências da Natureza acaba focando a aprendizagem de fórmulas para resolução de exercícios, em detrimento da compreensão do conceito de energia (BARBOSA; BORGES, 2006).

Outro ponto é a abordagem banalizada do termo energia no cotidiano que, por vezes, confunde energia com outros conceitos, como força, movimento e potência. Nessa direção confusa, livros, professores, mídias e televisão utilizam-se do termo energia sem qualquer critério, enfatizando as manifestações ou formas de energia e deixando de lado o conceito. A linguagem cotidiana, por exemplo, traz o termo energia desconectado da Ciência, com expressões como “descarregar energias negativas” (BARBOSA; BORGES, 2006).

No cenário apresentado, retoma-se a busca por uma proposta de contextualização para o ensino de energia em Física. Anteriormente, foram apresentados alguns objetivos do ensino de Física segundo os PCN. Para que tais objetivos concretizem-se, é necessário que certos temas do conhecimento sejam trabalhados. Tais temas, quando abordados em conformidade com as atribuições e competências do ensino de Física, são denominados temas estruturadores do ensino de Física pelos PCN (BRASIL, 2002).

Observa-se que o conceito de energia, associado à transformação, dissipação e conversação de energia, é um tema estruturador do ensino de Física. E, de acordo com os documentos legais vigentes, o tema deve ser abordado acompanhado de aspectos sociais e ambientais que envolvem seu processo de produção e consumo (FERNANDES, 2013).

Dessa forma, o ensino de Física organiza-se em seis temas estruturadores, conforme Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (BRASIL, 2002).

- i. Movimentos: variações e conservações;
- ii. Calor, ambiente e usos de energia;
- iii. Som, imagem e informação;
- iv. Equipamentos elétricos e telecomunicações;
- v. Matéria e radiação;
- vi. .Universo, Terra e vida.

Apesar de o termo energia aparecer explicitamente somente no tema II, este se faz presente em vários momentos do temas estruturadores. O tema I, *Movimentos: variações e conservações*, divide-se em quatro unidades temáticas. A unidade temática três é *Energia e potência associadas aos movimentos*, que aborda a identificação de formas e transformações de energia associadas aos movimentos reais.

O tema II apresenta, em sua unidade quatro, a temática *Energia: produção para uso social*, abordando as diferentes fontes de energia e processos de transformação presentes na produção de energia para uso social. O tópico também aborda a relação entre processos de produção de energia e o respectivo impacto ambiental

O tema III não apresenta explicitamente a energia em suas unidades temáticas. Contudo, os próprios PCNEM, ao apresentarem esse tema estruturador, falam sobre a importância de o aluno compreender os processos de emissão de energia pelos átomos em uma perspectiva ondulatória e quântica.

Em relação ao tema IV – *Equipamentos elétricos e telecomunicações*, este apresenta um campo vasto para trabalhar o consumo de energia elétrica. Já o tema estruturador V apresenta, em sua unidade três, o tópico *Energia nuclear e*

*radioatividade*, voltado para geração de energia nuclear e seu uso como fonte de energia.

Por fim, o tema VI, *Universo, Terra e vida*, não traz diretamente a questão da energia. Entretanto, ao falar sobre Universo, Terra e vida, em algum ponto energia surgirá. Ademais, a energia é, segundo os PCNEM + Ciências da Natureza, instrumento essencial para representar as regularidades da natureza e para aplicações tecnológicas (BRASIL, 2002).

Primeiramente, este trabalho não abordará todos os aspectos da energia elencados nos PCNEM. Eles foram expostos para se verificar a dimensão do tema energia no ensino de Física. Para o recorte do trabalho, salienta-se que tanto *energia* como *fonte de energia* são tópicos do ensino de Física. E também que energia e questões sociais e ambientais relacionam-se nos temas estruturadores do ensino de Física.

Conforme desenvolvido anteriormente, o cotidiano é um campo para a contextualização. E, o termo energia é amplamente utilizado para descrever e explicar situações cotidianas, afinal é um tema relevante na sociedade moderna. Por isso, há uma gama de notícias que abordam o tema energia como construções de hidrelétricas e termelétricas, preço do petróleo, a utilização de fontes renováveis de energia e o perigo da energia nuclear. Essa presença midiática do termo energia no cotidiano leva a sociedade a construir conceitos sobre ela (BUCUSSI, 2006). Ao abordar o ensino de energia focado apenas em cálculos e fórmulas, impossibilita-se a contextualização dessas percepções impregnadas.

Nessa direção, é muito simplista trabalhar o conceito de energia sem abordar questões latentes na sociedade como os danos ambientais e os aspectos políticos inseridos na construção de usinas hidrelétricas. Cabe ainda levantar questionamentos sobre o consumo de energia devido ao uso de tecnologia em nossa sociedade (PIMENTA; ARAUJO, 2014).

Afinal, há questões éticas, ambientais, sociais e econômicas constituintes do tema energia, relevantes na formação para a cidadania, assim, tais questões devem emergir ao se abordar tal tema (FERNANDES, 2013). Nessa direção, trabalhar o tema energia favorece a relação deste com temas como o uso social da energia, a

compreensão das diversas formas de energia utilizadas e seus respectivos impactos ambientais.

Até aqui apontou-se a relação do tema energia, e até mesmo do termo energia, com o cotidiano. Conforme autores citados e documentos legais, é latente a relação do tema com questões sociais e ambientais presentes na realidade do aluno, inclusive por meio dos meios de comunicação. Dessa forma, a CTS mostra-se um caminho possível para contextualizar o ensino de energia.

Sendo assim, o ensino de energia serve como elemento de ligação entre as diferentes partes da Física, tanto no campo científico quanto no tecnológico. Dessa forma, o tema energia pode direcionar o ensino para uma perspectiva da CTS (ASSIS; TEIXEIRA, 2003). Em conformidade, quando se busca desenvolver no aluno capacidade crítica perante temas como recursos e fontes de energia na sociedade, remete-se à visão da CTS, uma vez que questões sociais e ambientais estão sendo trabalhadas (FERNANDES, 2013).

Anteriormente, foram apresentadas as propostas presentes na CTS segundo Streider (2012). Dentro do exposto por esse autor, busca-se uma abordagem para o tema energia no seguimento CTS. Uma das propostas fala sobre “construção de uma nova imagem do conhecimento científico escolar, dando ênfase tanto para questões presentes no dia a dia, quanto para questões científicas e tecnológicas” (STREIDER, 2012, p. 166). Energia faz parte dos temas estruturadores do ensino de Física, conforme os PCN, e também está presente no cotidiano de acordo com os autores já citados neste tópico. Nesse caso, o conhecimento escolar é a energia, e, como já verificado, sua abordagem tem se limitado, em geral, às fórmulas e aos cálculos. Contudo, a temática energia possui o potencial de construção de conhecimento científico. Afinal, no tema energia são comuns questões de aspectos sociais, políticos, econômicos, geográficos e ambientais atribuídas a fontes de energia, por exemplo, disputas pelo petróleo do Oriente Médio, a reserva do Pré-Sal, as construções de hidrelétricas no Brasil, a utilização de fontes alternativas de energia como biomassa, eólica e geotérmica. Nos exemplos supracitados, verificam-se a presença da ciência, da necessidade de planejamento tecnológico para superação de problemas e da consciência, por parte da sociedade, para tomar decisões com relação a quais fontes de energia serão priorizadas (RAMOS, 2011).

Isso vai ao encontro das propostas da CTS quando trazem que aspectos do conhecimento, se relacionados à ciência, à tecnologia e à sociedade, somam-se para a contextualização do conhecimento científico a ser abordado, numa perspectiva que se aproxima da realidade do aluno.

Ainda na perspectiva de Streider (2012), a CTS busca mais do que somente contextualizar o conhecimento científico, ela visa discutir a relação entre desenvolvimento e conhecimento científico-tecnológico. O tema energia possui uma relação próxima ao tema desenvolvimento científico-tecnológico. Historicamente, os diferentes estágios de conhecimento científico e tecnológicos possibilitaram que fontes de energia diferentes acompanhassem o desenvolvimento das sociedades.

Primeiramente, o uso da energia pela humanidade era por meio de fluxos naturais de energia, como o sol e água, de uma forma direta, sem utilização de equipamentos de conversão ou de alguma técnica. Havia também o consumo energético presente nos alimentos. Posteriormente, a humanidade descobriu o fogo, o que possibilitou, pela primeira vez, o consumo acumulado de uma forma de energia, por exemplo a lenha, que pode ser considerada energia solar armazenada pela fotossíntese. Assim, a humanidade passa a controlar uma fonte de calor, não dependendo da disponibilidade descontínua do sol. O fogo também torna-se uma fonte de energia para iluminação e cocção de alimentos. Nesse momento, ocorrem alguns desenvolvimentos tecnológicos, possibilitadores do aproveitamento de forças inorgânicas para a produção de trabalho mecânico, como a descoberta da roda e da alavanca e, também, o aprimoramento de técnicas para aproveitar os ventos para navegação e a energia hidráulica para moinhos de água. Essas descobertas permitem um melhor consumo de energia (SILVA, 2006).

Por fim, com o desenvolvimento da máquina a vapor, emerge a Revolução Industrial, trazendo inovações decisivas até os dias de hoje. O uso da máquina a vapor modificou, simultaneamente, as condições de oferta e demanda de energia, uma vez que permitiu a produção de carvão em escala, gerando um mercado favorável à produção de energia mecânica, pois solucionou o problema de bombeamento nas minas.

No desencadear da Revolução industrial, a utilização de combustíveis fósseis torna-se maciça, constituindo, assim, um novo marco para o aproveitamento dos

processos naturais de acumulação e concentração de energia. Soma-se a isso o desenvolvimento da teoria da indução eletromagnética, do primeiro motor elétrico, da turbina hidráulica moderna, do gerador elétrico e da primeira central elétrica pública. Esses fatores levaram ao processo de eletrificação da sociedade. E, conseqüentemente, o consumo de energia aumentou. A energia é elemento tão essencial que a concentração de esforços para o desenvolvimento científico e o progresso técnico, entre outros, voltou-se para a diversificação das formas de obtenção de energia (SILVA, 2006).

Esse pequeno resumo da relação entre ciência, tecnologia, sociedade e energia explicita o potencial de contextualização do tema energia e, também, mostra como tal abordagem pode contribuir para o desenvolvimento de questionamentos sobre essa relação.

Em conformidade com a relação citada, os PCN expõem que o ensino de Física, como parte das Ciências da Natureza, pertence à cultura científica e tecnológica e, como cultura humana, é consequência e também instrumento da evolução social e econômica da humanidade, tanto ao longo da história quanto atualmente.

Assim, o ensino de Física auxilia a compreensão de processos históricos, afinal o conhecimento científico e tecnológico mostrou-se mais determinante em dados momentos da história. Essa abordagem possibilitaria ao aluno questionar e compreender melhor os processos sociais, econômicos e culturais passados e presentes. Assim, contribuiria para a construção de uma visão das Ciências da Natureza associada a outras dimensões da vida humana. Dessa forma, resgata-se a contextualização sociocultural das ciências e da tecnologia, a qual busca ir além o domínio específico do ensino de Física.

Ainda nessa direção e retomando Streider (2012), este aponta que o ensino das CTS busca dar condições ao aluno de fazer uma leitura crítica da realidade, que é marcada por questões sociais, políticas, éticas, culturais e ambientais. Tornando essa visão próxima aos temas energia e Brasil, é possível verificar que o setor de produção de energia (elétrica) é extremamente presente nos meios de comunicação. Na mídia, são frequentes questões como as quedas de energia elétrica, a

transmissão e a distribuição de energia elétrica, os benefícios e os impactos sociais e ambientais da construção de usinas hidrelétricas, entre outras.

Dessa forma, o ensino de Física pode contribuir para que o aluno desenvolva competências também no que concerne à comunicação. Assim, o estudante deve ser capaz de analisar os noticiários em diversos meios de comunicação, como jornais, revistas, redes sociais e televisão, identificando e interpretando o tema em foco, para ter independência na construção do conhecimento acerca do mundo atual (BRASIL, 2002). De forma mais simples, o ensino de Física deve capacitar o aluno para compreender uma informação e posicionar-se.

Em conformidade, a abordagem da CTS do processo de aprendizagem do conteúdo científico de energia, possibilita ao aluno, além da compreender o conteúdo, agregar conhecimentos acerca da natureza da Ciência, posto que esta não se desenvolve sozinha, modificando-se por meio dos avanços da tecnologia (PIMENTA, ARAUJO, 2014).

De acordo com Campos et al. (2016), Ciência, tecnologia e sociedade mantêm relação recíproca e profunda. Sendo assim, não apenas os avanços científicos e tecnológicos impactam a dinâmica social, mas também essa dinâmica influencia de forma significativa esses avanços. Portanto, ao ensino de Física, cabe atenção à complexidade do referido processo.

Por fim, verifica-se que a experiência cotidiana revela que a energia, além de ser indispensável à vida, carece de um tratamento sustentável desde sua produção, até seu armazenamento, transporte e consumo (BUCUSSI, 2006). Para melhor abordar a relação entre energia e sustentabilidade, abre-se um subtópico.

### **3.2.2 Energia e desenvolvimento sustentável no ensino de Física**

Anteriormente, abordou-se a necessidade de contextualização para o melhor desenvolvimento do ensino de Física. A relevância da questão ambiental também foi explicitada. Verificou-se, ainda, que o desenvolvimento da humanidade, no decorrer da história, estava relacionado ao tema energia. Dessa forma, busca-se agora trabalhar a relação entre tópico energia e a questão ambiental pela ótica do desenvolvimento sustentável.

Inicialmente, cabe esclarecer que somente depois da Segunda Guerra Mundial, a Humanidade passou a relacionar o seu bem-estar e desenvolvimento à preservação do ambiente natural. Antes disso, o desenvolvimento da humanidade e a preservação ambiental antagonizavam-se. Depois, emergiu um novo modelo de pensar a presença humana na Terra, ou seja, o desenvolvimento sustentável, que estabelece uma convivência harmônica entre o homem e o meio ambiente, permitindo que a humanidade busque condições de desenvolver-se no Planeta sem destruí-lo (LELLIS, 2007).

Esse modelo se baseia, entre outros, no uso racional dos diversos recursos naturais renováveis, na reciclagem de materiais, na distribuição justa dos recursos naturais e no respeito e proteção a outras vidas. Possibilitando, assim, uma solução harmônica para a relação entre vida humana e natureza. Salienta-se que a ideia de sustentabilidade carece de uma revisão das estratégias de desenvolvimento e das tecnologias que vêm sendo usadas até então (LELLIS, 2007).

Focando no tópico energia, este possui um significado relevante para os temas ambientais e para a ideia de desenvolvimento sustentável. Afinal, o suprimento de energia é visto como um dos elementos básicos para o desenvolvimento econômico. Logo, é comum que a questão energética configure a agenda estratégica de todo e qualquer país. Além disso, há vários desastres ambientais e humanos, ocorridos nos últimos tempos, que possuem relação estreita com o fornecimento de energia, servindo de motivação favorável ao desenvolvimento sustentável (LELLIS, 2007).

Essa mudança na forma de pensar o desenvolvimento, ou seja, pensá-lo de maneira sustentável, passa pela educação. Afinal, as estratégias de desenvolvimento sustentável precisam ser acompanhadas por políticas, programas e projetos de formação, informação e conscientização da sociedade.

Dessa forma, é por meio da educação ambiental que se introduz a preocupação com o meio ambiente e a busca da compreensão sobre os fatores que interferem nessa questão, como os aspectos econômicos, sociais e políticos. Por meio do conhecimento, a sociedade poderá se comprometer com as questões ambientais. Dessa forma, a educação ambiental deve ser abordada em todas as disciplinas de forma contínua e permanente, visando ao envolvimento dos vários



segmentos sociais na solução dos problemas ambientais, numa perspectiva de desenvolvimento sustentável (MUNHOZ, 1991).

Como energia é o tema abordado neste trabalho, segue uma apresentação da relação entre energia, meio ambiente e sustentabilidade. Retomando a questão da eletricidade, esta protagoniza as tecnologias de conversão de uma forma de energia em outra no processo de desenvolvimento que a humanidade adotou no último século. A indústria elétrica possui características técnicas e, o setor elétrico, nas fases de exploração, transformação, distribuição e uso, impacta o meio ambiente natural e antrópico. Entre os danos mais expressivos, citam-se as emissões de poluentes atmosféricos, a contaminação dos meios aquáticos e terrestres e a geração de resíduos. Ainda, aponta-se para o esgotamento dos recursos naturais, a produção de ruídos, os impactos visuais e os efeitos negativos à biodiversidade (SILVA, 2006).

Outro ponto é que este modelo de produção baseia-se, principalmente, em fontes fósseis de energia. A produção de eletricidade a partir de fontes fósseis é fator determinante para os diversos tipos de impactos expostos no parágrafo anterior. Outro ponto é a finitude dos recursos fósseis. Como já relatado, trata-se de uma fonte de energia não-renovável. Assim, tem-se um modelo de desenvolvimento pautado pela dependência da produção e uso de energia fóssil nos empreendimentos ligados à produção de energia, os quais geram grande impacto ao ambiente natural (SILVA, 2006).

Este cenário manteve-se estável até meados de 1970, quando crises energéticas, econômicas e financeiras deram vazão e impulso político ao ideário que questionava a legitimidade desse modelo. Também emergiam, nesse momento, novas ideias a respeito das atividades do setor de energia e seus impactos sobre o ambiente natural (SILVA, 2006). Observa-se que o modelo CTS emergiu nesse momento também.

A partir de então, a sociedade industrial passa a buscar novos modelos de produção de energia baseados em fontes de energia renováveis e em processos que harmonizem desenvolvimento e meio ambiente. De maneira geral, as questões que relacionam meio ambiente, produção e uso dos recursos energéticos tornaram-se um desafio para as sociedades atuais. As nações desenvolvem e adotam

modelos de crescimento que garantam seu desenvolvimento e sua capacidade energética, sem grandes impactos para o meio ambiente. Dessa forma, a adoção de tecnologias de produção e uso dos recursos renováveis mostra-se como uma alternativa em uma perspectiva ambiental (SILVA, 2006).

Nesse ponto, cabe retomar um dos objetivos da educação ambiental “fomentar e fortalecer a integração entre ciência e tecnologia, visando à sustentabilidade socioambiental” (BRASIL, 2012). Enfim, a educação ambiental deve atuar em uma direção que colabore para o modelo de desenvolvimento em harmonia com o meio ambiente. Ao dar relevância para a contextualização, a CTS mostra-se um caminho, afinal, como já observado, ela surgiu junto com a proposta de sustentabilidade por volta da década de 1970. Nesse sentido, a CTS é um meio para “discutir as implicações do desenvolvimento científico-tecnológico na sociedade, buscar uma compreensão sobre uma utilização responsável dos recursos naturais e aparatos tecnológicos” (STREIDER, 2012, p. 166).

Isso se liga ao cenário atual de escassez de recursos energéticos não renováveis e de restrições ao livre acesso às fontes de energia. Assim, as fontes renováveis apresentam-se como uma alternativa possível de manutenção do abastecimento de energia em um modelo de desenvolvimento sustentável do ponto de vista ambiental (SILVA, 2006).

A energia é um recurso natural relevante, devendo ser compreendido em suas diversas dimensões no cenário atual, no qual cabe mudanças urgentes na produção e uso da energia. Além disso, a produção e o uso de energia estão diretamente ligados à tecnologia, afinal cabe uma mudança nas tecnologias de produção e de consumo de energia.

Nessa mesma direção, os PCN trazem como atribuição do ensino de Ciências da Natureza, no âmbito da contextualização sociocultural, a utilização de “elementos e conhecimentos científicos e tecnológicos para diagnosticar e equacionar questões sociais e ambientais” (BRASIL, 2000). Portanto, a questão ambiental e a sustentabilidade são temas que devem ser abordados no contexto científico e tecnológico.

Apesar das inovações tecnológicas de produção e uso dos recursos renováveis apresentarem-se como uma alternativa de menor impacto ambiental, tais

inovações sofrem impedimentos de ordem socioeconômica e política (SILVA, 2006). Enfim, apesar de haver uma alternativa tecnológica, o problema ainda não está acabado. Isso se relaciona com uma das possibilidades da CTS de abordar questões não estabelecidas e que abrangem aspectos de ciência, tecnologia e sociedade. A relação entre recursos energéticos e sustentabilidade abarca, conforme já exposto, dimensões sociais.

Dessa forma, partindo de uma formação cidadã do aluno, na qual ele que possa compreender como a tecnologia tem influenciado o comportamento da humanidade e desenvolver ações favoráveis um desenvolvimento tecnológico sustentável, cabe uma discussão acerca dos valores envolvidos. Assim, é possível compreender as necessidades da sociedade e os aspectos a serem considerados para o uso responsável da tecnologia. Em geral, a tecnologia é abordada apenas em seu aspecto técnico. Entretanto, a identificação dos aspectos culturais da tecnologia permite visualizar sua dependência dos sistemas sociopolíticos (SANTOS; MONTIMER, 2002). Isso vai de encontro a impedimentos lançados a tecnologias de produção e ao uso de energia renováveis, expostos no parágrafo anterior.

Abordando-se a formação cidadã diante da tecnologia, retoma-se um dos campos de contextualização tratado – a cidadania. Nesse aspecto, não basta fornecimento de explicação técnica sobre o funcionamento de artefatos tecnológicos. Apesar de ser necessário e importante tal conhecimento, uma educação que se limite à compreensão do funcionamento de um artefato é alienante e não contribui para a formação de um cidadão que busque um desenvolvimento sustentável (SANTOS; MONTIMER, 2002). Em conformidade, a educação CTS busca a formação da cidadania voltada à ação social responsável, o que levaria ao desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão (STREIDER, 2012).

Dessa forma, contextualização, em especial no âmbito CTS, foca a importância de se desenvolver, no aluno, o pensamento reflexivo e crítico, possibilitando o questionamento das relações entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o meio ambiente. Assim como, a aproximação do aluno de conhecimentos de relevância científica, social e cultural (STREIDER, 2012).

### 3.3 PROPOSTAS DE CONTEXTUALIZAÇÃO DO ENSINO DE ENERGIA

#### 3.3.1 Sobre as Propostas

Foram apresentados anteriormente o papel da contextualização no ensino de Física, a inserção do tema energia no ensino de Física e as questões relacionadas ao desenvolvimento sustentável.

Nesse momento, busca-se apresentar propostas para se trabalhar o tema energia em aulas Física no Ensino Médio. Essas propostas abordam a produção e o uso de energia dentro dos temas estruturadores, das atribuições e competências do ensino de Física, dando ao conhecimento científico-tecnológico um contexto social e ambiental.

As propostas trazem uma fundamentação teórica simples e breve sobre conceitos científicos e tecnológicos e não pretendem servir como base teórica. As fundamentações buscam explicitar os fenômenos, teorias, processos e leis físicas que podem ser abordados nos contextos de produção de energia. Enfim, as propostas visam orientar o professor na seleção dos conceitos científicos e tecnológicos a serem contextualizados em cada processo de produção de energia. Assim como, auxiliar o professor a trabalhar o ensino de energia conforme Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino de Ciências da Natureza e Matemática. Por fim, as propostas não buscam esgotar o debate acerca do tema energia. Pelo contrário, elas objetivam ensejar a contextualização do tema energia.

Salienta-se que as propostas não precisam ser, necessariamente, trabalhadas na ordem apresentada. Assim o professor pode abordá-las no decorrer do ano letivo ou no decorrer das séries do Ensino Médio.

Observa-se que os temas estruturadores do ensino de Física estão presentes nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino de Ciências da Natureza e Matemática abordados anteriormente.

### 3.3.2 Energia Nuclear

Esta proposta aborda os fenômenos de fusão e fissão nuclear nos contextos da produção de energia no Sol e em reatores nucleares, respectivamente. Em função da natureza dos fenômenos, cabe uma contextualização de conhecimentos sobre estrutura atômica. Além disso, trabalhar a produção de energia no Sol levanta questões de ordem cosmológica. Por fim, busca-se discutir as vantagens e desvantagens do emprego da energia nuclear gerada de reatores.

Apesar de os fenômenos abordados terem descrição quantitativa extremamente complexa, é possível tomá-los, qualitativamente, de forma simples e, dessa forma, não recorrer a formulações matemáticas avançadas, mantendo, contudo, seu caráter técnico (SOUZA; DANTAS, 2010). O que pode ser verificado nas propostas seguintes.

#### 3.3.2.1 Sol e energia nuclear

A fonte de energia fundamental, de acordo com Ramos (2015) e Souza e Dantas (2010), para a Terra é o Sol. Essa energia é consequência de reações nucleares. As reações de fusão nuclear ocorrem, na natureza, no interior das estrelas. Essas reações consistem no processo de fusão nuclear, ou seja, núcleos leves e rápidos sofrem colisão e fundem-se formando novos núcleos mais pesados. Ocorre, então, uma diminuição da massa dos reagentes em relação aos produtos. Tal energia está relacionada à liberação de calor, dependendo diretamente das massas dos núcleos envolvidos na reação. Isso ocorre no interior das estrelas e esteve presente na gênese da formação do universo, chamada de nucleossíntese primordial.

No Sol, ocorre a reação nuclear de fusão entre átomos de hidrogênio e hélio, sendo a diferença de massa nessa reação liberada como energia que garante vida na Terra (RAMOS, 2015).

O tema estruturador explorado aqui é o tema 6, *Universo, Terra e Vida*, o qual busca abordar aspectos sobre a origem do Universo, da Terra e da vida. Energia é

um elemento essencial para esses aspectos. Então é possível contextualizar o tema energia a partir dessa problemática cosmológica. Citando os PCNEM:

Confrontar-se e especular sobre os enigmas da vida e do universo é parte das preocupações frequentemente presentes entre jovens nessa faixa etária. Respondendo a esse interesse, é importante propiciar-lhes uma visão cosmológica das ciências (BRASIL, 2002).

Outro ponto é a fusão nuclear que ocorre no Sol. Ela vai ao encontro do tema 5 - *Matéria e radiação*, que determina a compreensão das transformações nucleares, as quais originam a radioatividade, para, depois, reconhecer sua presença no cotidiano (BRASIL, 2002). Destaca-se também o protagonismo que a produção de energia nuclear possui no meio científico e na política econômica internacional (SOUZA; DANTAS, 2010). Nesse sentido, segue o processo de produção de energia em usinas nucleares.

### 3.3.2.2 Usinas Nucleares e Fissão Nuclear

Além do Sol e outras estrelas, há também outros processos de produção de energia nuclear, como os ocorridos nas usinas nucleares. Nelas a energia é produzida por processos de fissão nuclear.

A fissão nuclear é um processo que resulta da instabilidade do núcleo atômico, levando à bipartição deste em dois núcleos residuais com uma elevada liberação de energia. No processo de fissão nuclear utilizado nos reatores, lança-se um nêutron sobre o núcleo do Urânio 235. Por meio da penetração desse nêutron no núcleo, o processo de instabilidade transforma o Urânio 235 em Urânio 236. Logo este se divide em dois núcleos, que são os subprodutos da fissão, e dois ou três nêutrons. Esse produto final, assim como na fusão nuclear, possui uma quantidade de massa menor que a massa inicial, a diferença de massa resulta na liberação de energia (radiação) (RAMOS, 2015).

O processo de fissão nuclear induzida garante melhor resultado prático. Para a reação de fissão nuclear ocorrer em cadeia (para os núcleos se subdividirem), esses nêutrons precisam ser moderados por meio da colisão com núcleos de outros elementos. Dessa forma, sua velocidade diminui, aumentando a probabilidade de

uma reação com um núcleo de Urânio, o que libera nêutrons que são moderados e capturados por outros núcleos, resultando em uma reação em cadeia (SOUZA; DANTAS, 2010).

Segundo os PCN, a compreensão das interações e da dimensão da energia nas reações nucleares deve ser um meio para explicar a utilização destas em usinas nucleares (BRASIL, 2002).

Reatores nucleares são sistemas por meio dos quais se produzem reações nucleares em cadeia, de forma controlada. Os reatores nucleares possuem essencialmente um núcleo ativo com o elemento combustível, como o Urânio, onde ocorre a reação de fissão; um moderador (água ou grafite) que ameniza a energia dos nêutrons; um refletor que evita seu escape; um arrefecedor que remove o calor liberado no processo. A função de um reator em uma usina nuclear é converter energia de fissão em energia térmica, para que posteriormente seja convertida em energia elétrica (SOUZA; DANTAS, 2010).

Produzir energia por meio desse processo, utilizando o Urânio como combustível, apresenta uma série de vantagens. Cita-se que a produção de energia nuclear oferece um menor nível de emissão de gases de efeito estufa do que fontes fósseis, como o petróleo. Além disso, as reservas de Urânio possuem uma distribuição global menos concentrada, assim vários países têm reservas (diferente do que acontece com o petróleo), o que diminui a dependência externa dos países, pois, apesar de o Urânio não ser uma fonte renovável, há grandes reservas na natureza. Por fim, a energia nuclear não tem sua produção interrompida, durante o ano, por motivos intermitentes, como sazonalidade climática e, assim, essa fonte pode servir como matriz energética para uma nação (CORAL, 2014).

No entanto, há dois fatores que pesam contra a geração de energia nuclear: os resíduos de Urânio (lixo atômico) e o risco de acidentes.

Para compreender a questão dos resíduos na fissão nuclear, novos elementos surgem como o bário e o criptônio, cujas as massas são, respectivamente, iguais a 141 e 92. Assim maiores do que os números de massa dos isótopos mais estáveis, logo esses produtos são instáveis, ou seja, radioativos. Dessa forma continuarão emitindo radiação até atingirem a estabilidade e isso leva um longo tempo, porque a meia-vida de ambos é muito alta. Sendo assim, por

séculos esses resíduos emitirão radiação perigosa a humanos. Portanto, tais resíduos devem ser armazenados em tambores deixados em cavernas ou fundo do mar, o que pode causar sérios problemas no futuro (RAMOS, 2015). Observa-se que a compreensão do problema dos resíduos passa pelos conceitos de fenômenos físicos e do processo tecnológico para explicar as questões éticas e ambientais. Assim, a abordagem da relação entre matéria e radiação pode levar a um novo olhar sobre o impacto da tecnologia nas formas de vida na atualidade; além de lançar novos fatores para o debate da relação entre ética e ciência (BRASIL, 2002).

Nessa direção, de acordo com Ramos (2015) e Coral (2014), há os acidentes nucleares que, embora raros, são catastróficos e imprevisíveis. O caso mais emblemático de catástrofe nuclear foi o acidente em Chernobyl, na Ucrânia, em 26 de abril de 1986. Ele ocorreu por conta de um erro, ou seja, passou-se a aquecer a água que deveria resfriar o reator. Isso causou uma explosão seguida de um incêndio que duraram dez dias. Foi lançado, assim, material radioativo por uma área de 150.000 quilômetros quadrados. Em poucos dias, trinta e duas pessoas morreram e, nos anos seguintes, por volta de cinco mil pessoas. Assim, tais riscos devem ser levados em conta ao se pensar a energia nuclear em um modelo de sustentabilidade. Afinal, o emprego da radiação apresenta tanto benefícios quanto riscos para humanidade (BRASIL, 2002).

Além de ajudar a compor uma visão para compreender os riscos da energia nuclear, este tópico remete a um dos objetivos dos temas estruturadores, ou seja, o de possibilitar ao aluno avaliar os efeitos biológicos e ambientais da radioatividade em um contexto de produção de energia (BRASIL, 2002).

Por fim, o cotidiano depende de tecnologias baseadas na utilização de radiações. Dessa forma, introduzir tais temas no Ensino Médio promove nos alunos competências para que possam compreender e se posicionar diante de situações como a produção e uso de energia nuclear. Assim, cabe abordar os modelos de constituição da matéria, incluindo o núcleo atômico e suas radiações, as quais compõem o espectro eletromagnético (BRASIL, 2006).



### 3.3.3 Energia Solar (fotovoltaica)

A energia solar, como já abordado neste trabalho, é a fonte fundamental de energia da Terra e acompanha o desenvolvimento humano desde os primórdios. Aqui será tratado o processo de produção de energia elétrica diretamente da energia solar. A energia assim produzida é denominada fotovoltaica.

O tema será explorado do ponto de vista científico-tecnológico, explicando-se fenômenos e processos físicos no contexto da tecnologia que possibilita a produção de energia fotovoltaica. Por fim, contextualiza-se a energia fotovoltaica em questões ambientais e sociais. Assim, tem-se uma abordagem da CTS.

#### 3.3.3.1 Efeito fotovoltaico e semicondutores

Para a compreensão do processo de produção de energia elétrica a partir da energia solar, como o utilizado pelas usinas solares, é preciso introduzir o conceito de materiais semicondutores e de efeito fotovoltaico.

Os materiais semicondutores são fundamentais para a indústria eletrônica, uma vez que tais materiais podem ter suas características elétricas alteradas de forma simples. São denominados semicondutores por não serem bons condutores, como o cobre. Contudo, eles têm suas características elétricas alteradas quando átomos diferentes são introduzidos. Um exemplo de semicondutor utilizado na indústria é o silício. Ao se adicionar um átomo de fósforo em um cristal de silício, tem-se um elétron a mais na rede cristalina. Esse elétron não estará fortemente ligado ao núcleo atômico, podendo, assim, mover-se pelo material. Contudo, ao se adicionar um átomo de gálio na rede cristalina de silício, um elétron faltará. Assim, haverá um “buraco” que pode se comportar como uma carga positiva e movimentar-se pelo material, afinal um elétron de um átomo vizinho poderá ocupar esse espaço. O material que excede em elétrons é chamado de semicondutor tipo n, enquanto o material falta é denominado semicondutor tipo p (SILVA, 2015).

Observa-se que os materiais semicondutores são parte do tema estruturador 5, *Matéria e Radiação*. Nele, afirma-se que os alunos devem ter a possibilidade de “identificar a presença de componentes eletrônicos, como semicondutores, e suas

propriedades nos equipamentos contemporâneos” (BRASIL, 2002, p. 78). Para compreensão do que são semicondutores, estes devem ser relacionados a outros tópicos também desse tema, como a utilização dos modelos atômicos para explicar as diferentes propriedades dos materiais, assim como os modelos de organização dos átomos e moléculas na formação da matéria, como em cristais (BRASIL, 2002).

A produção de energia solar diretamente em energia elétrica se dá por meio de efeito fotovoltaico. Uma célula fotovoltaica é formada por duas placas paralelas de materiais semicondutores (bandas) – uma constituída de semicondutor n e outra de semicondutor p, resultando numa junção pn. Por meio do efeito fotovoltaico, a corrente elétrica é gerada pela diferença de potencial na junção de semicondutores, devido à incidência de luz nessa junção (SILVA, 2015).

Salienta-se que o entendimento do efeito fotovoltaico remete à compreensão de conceitos e fenômenos relacionados à natureza ondulatória e quântica da luz. O tema estruturador 3 trata da importância de se trabalhar a natureza da luz, pois é por meio da abordagem da natureza dos processos de interação entre luz e matéria, numa perspectiva ondulatória e quântica da luz, que se compreendem os processos de absorção e emissão de energia pelos átomos (BRASIL, 2002). Dessa forma, a produção de energia fotovoltaica é um contexto para o ensino de conceitos e fenômenos relacionados à natureza da luz e sua interação com a matéria. Atenta-se também para as similaridades entre efeito fotovoltaico e efeito fotoelétrico.

### 3.3.3.2 Energia fotovoltaica e sustentabilidade

Foram abordados temas científicos como os semicondutores e o efeito fotovoltaico e suas relações com a tecnologia de produção de energia elétrica diretamente a partir de luz solar. Agora, busca-se esse tipo de produção de energia. Assim, volta-se para a relação entre energia solar e as questões ambientais, a sustentabilidade e a cidadania.

A energia é um dos temas centrais da questão ambiental e do desenvolvimento sustentável, cuja implementação tem sido, talvez, o maior desafio atual da humanidade. Ademais, o provimento de energia é uma condição básica para o desenvolvimento econômico. Esse cenário levou à ampliação da procura por

fontes alternativas, renováveis e mais limpas de geração de energia. Entre elas, a energia solar tem se destacado por não lançar gases tóxicos na atmosfera; por não levar ao esgotamento dos recursos naturais; por dar maior independência energética a nações e, ainda, por garantir o fornecimento de energia, pois diversifica as fontes. Nesse sentido, a energia fotovoltaica apresenta-se vantajosa do ponto de vista ambiental em comparação a qualquer outra fonte de energia. Dessa forma, mostra-se como elemento fundamental para o desenvolvimento sustentável (NASCIMENTO, 2015).

O Brasil, dada sua posição astronômica e geográfica, recebe uma grande quantidade de irradiação solar, se comparado a outros países. Assim, ele possui tal vantagem. Entretanto, as células fotovoltaicas ainda não são produzidas em larga escala no Brasil, o que encarece a produção de energia fotovoltaica (NASCIMENTO, 2015).

Ainda sobre o Brasil, há muitas regiões sem acesso à energia elétrica. Dar acesso a cada ser humano a uma quantidade mínima de energia, conforme suas necessidades, é um requisito da sustentabilidade. Soma-se, ao que foi dito, o fato de a energia elétrica ser um bem essencial para a sociedade contemporânea, pois gera luz, calor, movimento e outras formas de transformação de energia. Reforça-se que o acesso à energia elétrica é quesito essencial para cidadania (NASCIMENTO, 2015).

Um impedimento à chegada de energia elétrica para muitos brasileiros é o fato destes estarem em regiões onde a transmissão de energia por meio convencional é muito cara. Assim, a energia fotovoltaica também se mostra como solução viável, já que ela pode ser produzida em painéis fotovoltaicos nas residências, escolas ou empresas, suprimindo as necessidades daquele local. Observa-se que a energia fotovoltaica também pode ser produzida em larga escala em usinas e depois distribuída (SOUZA, 2016).

A mudança que a chegada da eletricidade por meio de painéis fotovoltaicos pode trazer para a vida de um cidadão e de uma comunidade, remete a um dos atributos do ensino de Física, ou seja, “reconhecer e avaliar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, suas relações com as ciências, seu papel na vida

humana, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social” (BRASIL, 2002, p. 68).

O professor de Física, para a organização do trabalho escolar, deve dar abrangência ao conhecimento físico. Para tal, é possível a montagem de um panorama dos diversos fenômenos e processos físicos pertinentes para a formação da cidadania (BRASIL, 2002). Assim, a abordagem da energia fotovoltaica nos aspectos científico-tecnológicos e socioambientais mostra-se relevante, afinal tal energia contribui para um meio ambiente mais saudável e para a sustentabilidade. E, por suas peculiaridades, chega em lugares isolados, levando cidadania.

### **3.3.4 Energia Hidrelétrica**

A energia hidrelétrica é a principal fonte de energia do Brasil. Assim, boa parte dos brasileiros têm suas casas, escolas, cidades e o mundo ao seu redor eletrificado por ela. Ou seja, a energia hidrelétrica está no contexto do aluno.

Para trabalhar energia hidrelétrica, aborda-se fenômenos e conceitos do eletromagnetismo, explorado no tema estruturador 4. Entretanto, muitos conceitos fundamentais integram o tema estruturador 1, por abordar energia mecânica.

#### **3.3.4.1 Usina hidrelétrica**

A energia elétrica produzida em usinas hidrelétricas é resultado de um processo de conversão de energia mecânica em energia elétrica em geradores por indução eletromagnética.

Indução eletromagnética, de forma simplista, é um fenômeno no qual a variação de campo magnético gera uma força eletromotriz em um condutor. Por exemplo, ao aproximar um ímã de uma espira (bobina) causa-se a variação de fluxo magnético produzindo uma f.e.m (tensão) e por consequência uma corrente induzida. Essa corrente induzida terá sentido contrário ao campo magnético que a induz (Lei de Lenz) devido à variação da f.e.m (GIACOMINI, 2007).

Segundo Giacomini (2007), em usinas hidrelétricas, há um represamento de água armazenado. Ao se abrirem as comportas, a água represada “cai”. Dessa

forma, a energia potencial água converte-se em energia cinética, conforme ela escorre pelos dutos. Nessa primeira etapa, podem-se explorar os conceitos de energia mecânica (cinética e potencial), de conservação, de transformação e de dissipação de energia. Entre as atribuições do ensino de Física está “identificar transformações de energia e a conservação que dá sentido a essas transformações” (BRASIL, 2002, p. 65).

O fluxo de água chegará às turbinas, mais precisamente nas pás das turbinas, fazendo estas girarem graças à energia cinética adquirida na queda. As turbinas estão ligadas mecanicamente ao gerador, o qual é constituído basicamente por um o excitador, que envia a corrente elétrica para o rotor. O rotor é formado por uma série de grandes eletroímãs, os quais giram dentro de uma espiral de fios de cobre, denominada de estador. A variação no campo magnético dos eletroímãs nas espirais gera uma corrente elétrica (GIACOMINI, 2007).

Salienta-se que esse processo de produção de energia é uma aplicação da indução eletromagnética (Lei de Faraday). Isso vai ao encontro da abordagem da produção de hidrelétrica, a qual advém de conceitos e processos do ensino de Física, fundamentais para entender os fluxos naturais de matéria e energia, como a indução eletromagnética. Cabe observar também que boa parte dos equipamentos elétricos têm seu funcionamento baseado na indução eletromagnética. Assim, há diversos contextos para este conceito físico. Nesse sentido, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino de Ciências da Natureza e Matemática afirmam:

O desenvolvimento dos fenômenos elétricos e magnéticos, por exemplo, pode ser dirigido para a compreensão dos equipamentos elétricos que povoam nosso cotidiano, desde aqueles de uso doméstico aos geradores e motores de uso industrial, provendo competências para utilizá-los, dimensioná-los ou analisar condições de sua utilização. (BRASIL, 2002, p. 70)

Esses tópicos são abordados no Tema 4, *Equipamentos Elétricos e Telecomunicações*, mais especificamente, na unidade temática 3 – *Geradores*, a qual objetiva, entre outros, identificar os diversos processos físicos e suas implicações práticas em sistemas que geram energia elétrica, como usinas. (BRASIL, 2002).

### 3.3.4.2 Energia hidrelétrica no Brasil

As usinas hidrelétricas são a principal fonte de produção de energia elétrica no Brasil, devendo se manter nessa posição a médio prazo. Enfim, a ela é a matriz energética brasileira. Isso se deve ao volume de rios que o país possui, que garante o potencial hidrelétrico. Ela é considerada renovável devido ao ciclo da água, o que eleva o Brasil a uma nação de matriz energética renovável. Ao falar fonte de energia renovável, devem ser associados os conceitos de energia limpa e sustentável. Entretanto o cenário para a produção hidrelétrica no Brasil não é tão simples (SILVA, 2006).

Uma usina hidrelétrica não emite resíduos na atmosfera como uma termoelétrica (fonte fóssil), contudo não se pode afirmar que ela não cause impacto no meio ambiente. Para se produzir energia hidrelétrica em larga escala é preciso uma grande quantidade de água fluindo (dotada de energia cinética), ou seja, é preciso represar uma grande quantidade de água dos rios e também criar um desnível entre a represa e as turbinas, pois essa diferença de altura possibilita que a energia potencial da água se converta em energia cinética. Para tanto, as usinas hidrelétricas promovem mudanças geofísicas no meio ambiente, em razão das grandes áreas alagadas para o represamento. Além disso, o Brasil não aproveita todo seu potencial hidrelétrico, já que grande parte deste potencial se encontra na região amazônica, onde represamento de grandes volumes de água podem causar desastres ambientais de consequências imprevisíveis (LELLIS, 2007).

Para se compreender a necessidade do represamento, o qual representa o lado negativo da energia hidrelétrica, é preciso abordar conceitos físicos. Cabe aqui uma contextualização para o tema estruturador, mais especificamente, na unidade temática 3 – *Energia e Potência Associadas aos Movimentos*.

Observa-se que a compreensão dos impactos causados pelas usinas hidrelétricas está relacionada à compreensão dos conceitos de conservação de energia. Considerando-se que o tema é presente no cotidiano e nas mídias, abordar de forma contextualizada a conservação de energia vai ao encontro de um dos atributos do ensino de Física: “compreender e emitir juízos próprios sobre notícias com temas relativos à ciência e tecnologia, veiculadas pelas diferentes mídias, de

forma analítica e crítica, posicionando-se com argumentação clara” (BRASIL, 2002, p. 64).

Como exemplo atual e de grande veiculação na mídia, tem-se a construção da usina hidrelétrica Belo Monte, na região amazônica, que pretende aproveitar o potencial hidrelétrico do rio Xingu. Ela, assim como outras ações empreendedoras na Amazônia, traz promessas de desenvolvimento tanto regional, quanto nacional. As discussões que giram em torno dessa construção polarizam a sociedade local e nacional, repercutindo, inclusive, internacionalmente, devida à importância ecológica da região. De um lado, verifica-se a defesa do desenvolvimento e da garantia do abastecimento energético do país.

Outro ponto é que a energia hidrelétrica é considerada uma energia renovável. Todavia, muitos veem a construção como uma agressão aos ecossistemas, à biodiversidade única da Amazônia e às populações locais. Portanto, o debate concentra-se no tema sustentabilidade. Sendo assim, pela contemporaneidade e pelos aspectos sociais e científicos contidos nesse tema, cabe abordá-lo em âmbito educacional (CAMPOS et al., 2012)

No ensino de Física, o tratamento desse tema enquadra-se na educação proposta pela CTS. Afinal, como já verificado acima, o impacto da construção das hidrelétricas passa por conceitos científico-tecnológicos da Física, sendo a sustentabilidade parte do aspecto social da CTS.

A partir de leituras de autores como Campos et al. (2012), Lellis (2007) e dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (2002) chega-se ao apontamento a seguir. Além do impacto ambiental, os alagamentos promovidos para o funcionamento das usinas hidrelétricas atingem a população local, podendo destruir comunidades e até cidades inteiras. Dessa forma, verifica-se um impacto social sobre muitos indivíduos. Esse ponto também deve ser levantado no debate sobre uma fonte de energia sustentável. Este debate também abre caminho para se contextualizar o tema energia, no sentido de levar ao reconhecimento e avaliação de uma perspectiva ética do conhecimento científico e tecnológico, utilizando-o no exercício da cidadania. Vale lembrar que da aquisição do conhecimento decorre responsabilidade social. Nesse sentido, compete ao ensino de Física possibilitar ao aluno o reconhecimento de que a tecnologia melhora a qualidade de vida da

humanidade, todavia ela pode trazer efeitos negativos que precisam ser considerados

Enfim, abordar os aspectos da ciência, tecnologia e sociedade no contexto das hidrelétricas no Brasil, pode levar o aluno a uma leitura crítica da matriz energética brasileira, possibilitando uma formação de cidadãos críticos e reflexivos.



#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento deste trabalho possibilitou uma análise dos caminhos para abordar, de forma contextualizada, o ensino de Física. Possibilitou, ainda, a inserção da produção de energia na estrutura, nas competências e atribuições do ensino de Física. Facultou também abordar o ensino de Física conectado ao desenvolvimento sustentável.

A contextualização mostrou-se um recurso didático que viabiliza trabalhar o mundo ao redor do aluno, como fenômenos da natureza e tecnologia, no ensino de Física. Assim, verificou-se que o ensino de Física carece de um tratamento contextualizado capaz de levar o conhecimento científico para a realidade que o aluno está inserido. Mais especificamente, os processos de produção de energia estão presentes no cotidiano do aluno. Assim tais processos são contextos para abordar conceitos e fenômenos físicos.

Além disso, a produção de energia é parte das questões referentes ao desenvolvimento sustentável. Afinal, busca-se também uma produção de energia sustentável. Dessa forma, processos tecnológicos, conceitos e fenômenos físicos ligados ao tema energia foram relacionados ao desenvolvimento sustentável. Assim, verifica-se que o desenvolvimento sustentável também mostra-se como um contexto para o ensino de Física.

Quanto às propostas apresentadas, elas buscam nortear uma abordagem contextualizada do ensino de Física. Mais especificamente, nas propostas, os processos de produção de energia nuclear, fotovoltaica e hidrelétrica foram relacionados aos temas estruturadores, as competências e atribuições do ensino de Física segundo os PCNEM. Por meio dessa relação, verificou-se que os conceitos e fenômenos físicos são essenciais para compreensão dos processos de produção de energia. Logo, tais processos evidenciam um potencial para contextualizar o ensino de Física.

As propostas também relacionaram o desenvolvimento sustentável aos processos de produção de energia. Assim, conceitos e fenômenos físicos são contextualizados para elucidar questões referentes à produção sustentável de energia.

Desse forma, a contextualização do tema energia mostrou-se profícuo tanto na abordagem técnica do processo de produção de energia quanto no questionamento acerca da sustentabilidade de tais processos. Nesse sentido, a problemática social também é um dos contextos para o ensino de Física, o que promove, no aluno, uma nova leitura do mundo ao seu redor.

Por fim, foi possível abordar o tema energia no contexto da produção de energia e do desenvolvimento sustentável. Essa abordagem possibilita um processo de ensino-aprendizagem de Física mais reflexivo diante do cotidiano, do meio ambiente e dos processos tecnológicos, favorecendo a formação cidadã do aluno.

## REFERÊNCIAS

ASSIS, Alice; TEIXEIRA, Ode P. B. **Algumas Considerações sobre o Ensino e a Aprendizagem de Energia. Ciência e Educação**, v. 9, n. 1, p. 41-52, 2003.

BARBOSA, João P. V. BORGES, Antônio Tarciso. **O Entendimento dos Estudantes sobre Energia no Início do Ensino Médio**. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 23, n. 2, p. 182-217, ago. 2006.

BRASIL. **Lei n 9.795 de 27 de abril de 1999**. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=321>> Acesso em: 27 jan. 2018.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Parte I: Bases Legais. Brasília: MEC, 2000.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Parte III: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2000.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Básica**. Brasília, MEC, 2001.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. PCN+ Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.

BRASIL. Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. Volume 2: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2006.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Ambiental**. Brasília: MEC, 2012.

BRASIL. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. **Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Básica: diversidade e inclusão**. Brasília: MEC, DPEDHUC, 2013.

BUCUSSI, Alessandro A. **A introdução ao Conceito de Energia**. Textos de Apoio ao Professor de Física, v.17, n.2, 2006.

CAMPOS, Lidiane Benites et al. **Proposta de Abordagem Temática com Enfoque CTS no Ensino de Física: produção de energia elétrica**. E-Mosaicos, v. 5, n. 10, dezembro 2016.

CAMPOS, Markus Meireles et al. **A Controvérsia da Construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte**: como se posicionam os alunos do ensino médio. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*, v. 3, n. 2, 2012.

CORAL, Pedro H. M. P. **Sustentabilidade e Energia Nuclear: antes e depois de Fukushima**. Monografia (Graduação em Bacharelado em Economia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014. 54 p

FERNANDES, João Paulo. **O tema energia e a perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) no Ensino de Física: possíveis articulações nos documentos oficiais curriculares**. In: **ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – IX ENPEC**, Águas de Lindóia, 2013. Disponível em <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R0938-1.pdf>> Acesso em: 31 mar. 2018.

GIACOMINI, Bruno. **Estudo e Comparação de Sistemas de Captação de Energias Hidráulica e Eólica**. Relatório Final, Campinas, 2007. Disponível em: <[https://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530\\_F590\\_F690\\_F809\\_F895/F809/F809\\_sem\\_1\\_2007/BrunoG-Campoy\\_RF.pdf](https://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530_F590_F690_F809_F895/F809/F809_sem_1_2007/BrunoG-Campoy_RF.pdf)> Acesso em: 10 abr. 2018.

GOLDEMBERG, José. LUCON; Oswaldo. **Energias Renováveis: um futuro sustentável**. *Revista USP*, São Paulo, n.72, p. 6-15, 2006.

KATO, Danilo Seithi; KAWASAKI, Clarice Sumi. **As concepções de Contextualização do Ensino em Documentos Curriculares Oficiais e de Professores de Ciências**. *Ciência & Educação*, v. 17, n. 1, p. 35-50, 2011.

LELLIS, Mauro Maia. **Fontes Alternativas de Energia Elétrica no Contexto da Matriz Energética Brasileira**: meio ambiente, mercado e aspectos jurídicos. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2007, 133p.

MACHADO, N. J. **Interdisciplinaridade e contextualização**. In: Ministério da Educação, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): fundamentação teórico-metodológica. Brasília: MEC, p. 41-53, 2005

MUNHOZ, Tânia. **Desenvolvimento Sustentável e Educação Ambiental**. *Em Aberto*, ano 10, n. 49, p. 63-64, 1991.

NASCIMENTO, Adrina de Souza. **Energia Solar Fotovoltaica**: estudo e viabilidade no nordeste brasileiro. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal Da Paraíba, João Pessoa, 2015, 145p.

PIMENTA NETO, Fabrício; ARAUJO, Mauro Sérgio Teixeira de. **Abordagem Contextualizada do Conceito de Energia Utilizando o Enfoque CTSA**. In: ENCONTRO DE PRODUÇÃO DISCENTE PUCSP/CRUZEIRO DO SUL. São Paulo, 2014. Disponível em:

<<http://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/epd/article/view/916>> Acesso em: 03 mar. 2018.

RAMOS, Frederico Augusto. **Energia e Sustentabilidade no ensino de Física: leituras da matriz energética brasileira**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011, 192p.

RAMOS, Suami J. M. **Alfabetização Científica no Ensino de Fissão e Fusão Nuclear para o Ensino Médio**. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física) – Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, 2015, 225p.

REIS, Ana Queli Mafalda; NEHRING, Cátia Maria. **A contextualização no Ensino de Matemática: concepções e práticas**. Educ. Matem. Pesq., São Paulo, v.19, n. 2, 339-364, 2017.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. **Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira**. Revista Ensaio, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p.110-132, 2000.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. **Contextualização no Ensino de Ciências por meio de Temas CTS em uma Perspectiva Crítica**. Ciência & Ensino, v. 1, número especial, nov. 2007.

SCHIVANI, Milton. **Contextualização no Ensino de Física à Luz da Teoria Antropológica do Didático: o caso da robótica educacional**. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São paulo, 2014, 220p

SILVA, Neilton Fidelis. **Fontes de Energia Renováveis Complementares na Expansão do Setor Elétrico Brasileiro: o caso da energia eólica**. Tese (Doutorado em Ciências de Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006, 263p.

SILVA, Rodrigo R. **A Experiência com um Projeto de Educação Ambiental nas Aulas de Física do 3º Ano Médio**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2015, 143p.

SOUZA, José Ricardo Patrício da Silva. **Energia Solar Fotovoltaica: conceitos e aplicações para o Ensino Médio**. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2016, 145p.

SOUZA, M. A. M. DANTAS, J. D. **Fenomenologia Nuclear: uma proposta conceitual para o Ensino Médio**. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 27, n. 1: p. 136-158, 2010.

SPINELLI, Walter. **A construção do Conhecimento entre o Abstrair e o Contextualizar: o caso do ensino da matemática**. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011, 138p.

STREIDER, Roseline Beatriz. **Abordagens CTS na Educação Científica no Brasil: sentidos e perspectivas**. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012, 283p.

WARTA, Edson José et al. **Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química**. Química Nova na Escola, v. 35, n. 2, p. 84-91, maio 2013.