

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO  
MESTRADO PROFISSIONAL EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA

YGOR BERNARDES SANTOS

**PROFESSORES DE FÍSICA E ENSINO CTS: UM ESTUDO SOBRE  
AVALIAÇÃO E ADAPTAÇÕES DE SEQUÊNCIA DE ENSINO SOBRE ENERGIA  
SOLAR FOTOVOLTAICA**

Belo Horizonte  
Julho de 2021

YGOR BERNARDES SANTOS

**PROFESSORES DE FÍSICA E ENSINO CTS: UM ESTUDO SOBRE  
AVALIAÇÃO E ADAPTAÇÕES DE SEQUÊNCIA DE ENSINO SOBRE ENERGIA  
SOLAR FOTOVOLTAICA**

Dissertação apresentada ao PROMESTRE –  
Mestrado Profissional Educação e Docência, da  
Universidade Federal de Minas Gerais, como  
requisito parcial à obtenção do título de Mestre em  
Educação e Docência.

Linha de pesquisa: Ensino de Ciências

Orientador: Prof. Dr. Orlando G. de Aguiar Jr

Belo Horizonte  
Julho de 2021

S237p  
T

Santos, Ygor Bernardes, 1993-

Professores de física e ensino CTS [manuscrito] : um estudo sobre avaliação e adaptações de sequência de ensino sobre energia solar fotovoltaica / Ygor Bernardes Santos. - Belo Horizonte, 2021.

173, 23, 26, 26 f. : enc, il., color.

Dissertação -- (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.

Orientador: Orlando Gomes de Aguiar Júnior.

Bibliografia: f. 93-96.

Apêndices: f. 97-173.

[Inclui produto educacional constituído por três sequências de ensino (apêndices N, O e P), com paginação numeradas separadamente, com os títulos: 1. Sequência de Ensino com enfoque em Ciências (23 f.: il. color.); 2. Sequência de Ensino com enfoque nos Artefatos Tecnológicos (26 f.: il. color.); 3. Sequência de Ensino com enfoque em Ciência Tecnologia Sociedade e Ambiente. (26 f.: il. color.)].

1. Educação -- Teses. 2. Física -- Estudo e ensino (Ensino médio) -- Teses. 3. Física -- Estudo e ensino (Ensino médio) -- Métodos de ensino -- Teses. 4. Geração de energia fotovoltaica -- Estudo e ensino -- Teses. 5. Energia -- Fontes alternativas -- Estudo e ensino -- Teses. 6. Energia solar -- Estudo e ensino -- Teses. 7. Professores de física -- Formação -- Teses.

I. Título. II. Aguiar Júnior, Orlando Gomes de. III. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.

CDD- 530.07

**Catálogo da fonte: Biblioteca da FaE/UFMG (Setor de referência)**

Bibliotecário: Ivanir Fernandes Leandro CRB: MG-002576/O



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA/MP**



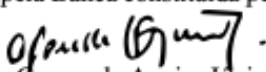
## FOLHA DE APROVAÇÃO

**PROFESSORES DE FÍSICA E ENSINO CTS: UM ESTUDO SOBRE  
AVALIAÇÃO E ADAPTAÇÕES DE SEQUÊNCIA DE ENSINO SOBRE  
ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA**

**YGOR BERNARDES SANTOS**

Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA/MP, como requisito para obtenção do grau de Mestre em EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA, área de concentração ENSINO E APRENDIZAGEM.

Aprovada em 13 de julho de 2021, pela Banca constituída pelos membros:

  
Prof. Orlando Gomes de Aguiar Júnior - Orientador  
UFMG

Prof. Juarez Melgaço Valadares  
UFMG

  
Prof. Luis Gustavo D Carlos Barbosa  
UFMG

Documento assinado digitalmente  
Juarez Melgaço Valadares  
Data: 10/06/2021 03:48:29 -0300  
Verifique em <https://verificador.br.br>

Belo Horizonte, 13 de julho de 2021.

## AGRADECIMENTOS

Agradecer é sempre importante e às vezes muito difícil. Inicialmente, agradeço aos meus pais, minha mãe Edna e meu pai Laurentino. Sem eles, nada disso seria possível. Onde quer que meu pai esteja, sei que ele está torcendo por mim.

A minha esposa Daniela, por cada segundo de companheirismo, cumplicidade e sabedoria, tornando o mestrado, o exercício da docência, a vida por completo, mais feliz e primorosa.

Ao meu orientador e professor Orlando, por me motivar e auxiliar em cada palavra, linha, parágrafo e escrita neste trabalho; assim como me conduzir pelos caminhos de formação preciosos da docência e pesquisa.

Aos meus amigos, Thais, Camila, Pabline e Bruno, por compartilharem comigo cada parte desse processo e tornarem mais leve todos os momentos da vida.

A minha amiga de graduação, Marina, com quem, além das trocas sobre a Física, compartilho sobre a vida, pesquisa e universo.

Aos professores que participaram desta pesquisa, pelo seu empenho e compromisso em desenvolver este trabalho.

A todos os professores e profissionais que, de alguma maneira, participaram da minha formação, em especial aos professores do PROMESTRE, à secretaria e aos funcionários da Faculdade de Educação.

À Faculdade de Educação e a UFMG.

Aos professores Juarez e Luis Gustavo, que participaram da banca de qualificação, fazendo apontamentos muito relevantes para este trabalho; também por aceitarem fazer parte da defesa final de trabalho.

Aos meus amigos do mestrado, em especial a Matheus, Raquel e Karla que, por diversas vezes me ajudaram e me animaram nessa jornada.

Aos meus diretores Guilherme, Viviane, Herinéia, Jonice e André, por me apoiarem nessa busca pelo saber.

A todos que contribuíram de alguma maneira nesse percurso, muito obrigado!

## RESUMO

O objetivo principal desta pesquisa consiste em compreender como professores de Física avaliam, adaptam e refletem sobre o uso e as possibilidades de uso de uma sequência de ensino sobre energia solar fotovoltaica, em uma abordagem pautada em CTSA. Foram convidados três professores de Física da Rede Estadual de Minas Gerais, dois preceptores do programa Residência Pedagógica e uma supervisora do PIBID, interessados em utilizar esse material em suas aulas, mas com disponibilidade de um número de aulas inferior àquele relatado na proposta original. Foram realizadas entrevistas semiestruturadas com o objetivo de identificar os pontos de interesse e possíveis ressalvas dos professores quanto à proposta original, bem como as escolhas que cada um deles faria para adequar a sequência de ensino de acordo com seus propósitos, preferências, contextos e condições de ensino. Das avaliações feitas, surgiram três diferentes propostas de reorganização da sequência que foram parcialmente utilizados em suas aulas e por eles posteriormente comentadas e avaliadas. Por meio de entrevistas semi-estruturadas e suas análises procuramos identificar concepções e preferências dos professores sobre aspectos da sequência, e, ainda, avaliação dos professores sobre a adequação desta aos princípios de *design* explicitados na proposta original. A análise das entrevistas foi feita na perspectiva da formação continuada de professores pesquisadores no contexto de inovações educacionais - abordagem CTSA, ensino por meio de temas, atividades investigativas, levando em conta os dilemas profissionais por eles vivenciados. Os resultados apontam para preferências, motivos e entraves encontrados pelos professores em trabalhar com temas de Física com abordagem CTSA em salas de aula.

Palavras-Chave: Dilemas profissionais; Situação de Estudo; CTSA, Energia Solar Fotovoltaica; Sequência de Ensino.

## ABSTRACT

The main objective of this research is to understand how Physics teachers evaluate, adapt, and reflect on the use and possibilities of using a teaching sequence on photovoltaic solar energy, in an approach based on CTSA. Three physics teachers from the Minas Gerais State Network, two preceptors from the Pedagogical Residency program and a PIBID supervisor were invited, interested in using this material in their classes, but with a lower number of classes than the one reported in the original proposal. Semi-structured interviews were carried out to identify the points of interest and possible reservations of the teachers regarding the original proposal, as well as the choices that each of them would make to adapt the teaching sequence according to their purposes, preferences, contexts, and conditions of teaching. From the evaluations made, three different proposals for reorganizing the sequence emerged, which were partially used in their classes and which they later commented and evaluated. Through semi-structured interviews and their analysis, we seek to identify teachers' conceptions and preferences about aspects of the sequence, and, also, teachers' evaluation of its adequacy to the design principles explained in the original proposal. The analysis of the interviews was carried out from the perspective of the continuing education of research professors in the context of educational innovations - CTSA approach, teaching through themes, investigative activities, considering the professional dilemmas they experience. The results point to preferences, reasons and obstacles found by teachers in working with Physics topics with a CTSA approach in classrooms.

Key words: Professional dilemmas; Study Situation; CTSA, Solar Photovoltaic Energy; Teaching Sequence

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	<b>5</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>6</b>
<b>1 Introdução</b> .....	<b>9</b>
<b>1.1 Trajetória docente e algumas inquietações</b> .....	<b>10</b>
<b>1.2 Justificativa</b> .....	<b>12</b>
<b>1.3 Objetivo</b> .....	<b>15</b>
1.3.1 Objetivo geral .....	15
1.3.2 Objetivos específicos .....	15
<b>2 Referencial teórico</b> .....	<b>17</b>
<b>2.1 Estudos sobre construção e reconstrução de sequência de ensino</b> .....	<b>17</b>
2.1.1 O que significa uma validação da SE por professores? .....	18
<b>2.2. Os pressupostos norteadores da SE e seus fundamentos</b> .....	<b>19</b>
2.2.1 O Ensino de Física por meio de temas .....	20
2.2.2 Os professores e a abordagem CTSA .....	24
2.2.3 O Ensino de Física em uma perspectiva investigativa.....	27
<b>2.3 Dilemas profissionais e inovações curriculares no Ensino de Física</b> .....	<b>28</b>
<b>2.4 O tema Energia Solar Fotovoltaica nos documentos curriculares</b> .....	<b>32</b>
<b>3 Metodologia</b> .....	<b>43</b>
<b>3.1 Caracterização da Sequência de Ensino sobre Energia Solar Fotovoltaica</b> .....	<b>43</b>
<b>3.2 Contexto dos professores</b> .....	<b>45</b>
<b>3.3 Desenho da pesquisa e percursos metodológicos</b> .....	<b>47</b>
3.3.1 Entrevistas .....	47
3.3.2 Coleta e análises de dados .....	50
<b>4. Resultados/ Dados</b> .....	<b>51</b>
<b>4. 1 Entrevistas pré aplicação da SE</b> .....	<b>51</b>
4.1.2 Entrevista com o professor Henrique .....	53
4.1.3 Entrevista com o professor Bruno.....	56
4.1.4 Entrevista com a professora Sofia.....	58
<b>4.2 Entrevistas após a aplicação da Sequência de Ensino</b> .....	<b>60</b>
4.2.1 Entrevista com o professor Henrique .....	61
4.2.2 Entrevista com o professor Bruno.....	62
4.2.3 Entrevista com a professora Sofia.....	64
<b>5. Algumas análises</b> .....	<b>65</b>
5.1 Análises referentes à sequência de ensino como um todo .....	66
5.2 Análises de uma questão da entrevista .....	70
5.3 Análises sobre dilemas profissionais.....	73
5.4 Análises do ponto de vista da validação de uma SE .....	79
5.5.1 Validação por meio dos documentos norteadores.....	79
5.5.2 Validação pelos professores.....	81
<b>6 À guisa de conclusão</b> .....	<b>84</b>
<b>7 O produto</b> .....	<b>86</b>
<b>8 Referências</b> .....	<b>93</b>
<b>Apêndice A Entrevista com o professor Henrique</b> .....	<b>97</b>
<b>Apêndice B Entrevista com o professor Bruno</b> .....	<b>119</b>



<b>Apêndice C Entrevista com o professora Sofia .....</b>	<b>130</b>
<b>APÊNDICE D Protocolo de entrevista pré-aplicação .....</b>	<b>142</b>
<b>APÊNDICE E Protocolo de entrevista pós-aplicação.....</b>	<b>143</b>
<b>APÊNDICE F Entrevista pós-aplicação com o professor Henrique.....</b>	<b>144</b>
<b>APÊNDICE G Entrevista pós-aplicação com o professor Bruno .....</b>	<b>154</b>
<b>APÊNDICE H Entrevista pós-aplicação com a professora Sofia .....</b>	<b>161</b>
<b>APÊNDICE I TCLE Professor.....</b>	<b>166</b>
<b>APÊNDICE J TCLE Responsáveis .....</b>	<b>167</b>
<b>APÊNDICE K TALE.....</b>	<b>169</b>
<b>APÊNDICE L Atividades desenvolvidas na sequência de ensino .....</b>	<b>170</b>
<b>APÊNDICE M As atividades da sequência de ensino e os aspectos CTSA .....</b>	<b>171</b>
<b>APÊNDICE N Sequência de Ensino com enfoque em Ciências .....</b>	<b>175</b>
<b>APÊNDICE O Sequência de Ensino com enfoque nos artefatos tecnológicos .....</b>	<b>203</b>
<b>APÊNDICE P Sequência de Ensino com enfoque em CTSA .....</b>	<b>232</b>

## 1 Introdução

O objeto desta pesquisa é a relação entre professores de física em exercício na rede pública de ensino e as inovações curriculares, notadamente, abordagem de temas de física com abordagem CTSA por meio de atividades de cunho investigativo. Para isso, escolhemos o tema energia solar fotovoltaica e adotamos, como ponto de partida, a sequência de ensino desenvolvida, em sua primeira versão, por Carlos Eduardo Lima, Orlando Aguiar e José Cassimiro Silva (LIMA; AGUIAR; SILVA, 2018) e investigada por Lima em sua pesquisa de mestrado (LIMA, 2018). Na referida pesquisa, a sequência de ensino foi avaliada com sucesso e abrangeu vários aspectos do tema, com focos em ciência (como operam os conversores de energia fotovoltaica); em tecnologia (condições e dimensionamento de uma estação de energia fotovoltaica); e em sociedade (implicações sociais, ambientais e econômicas; geração distribuída de energia). No entanto, esta abrangência demanda um esforço adicional, por parte de professor@s de física, para adaptação da proposta aos seus contextos de ensino, sobretudo considerando que el@s usualmente contam com poucas aulas para o desenvolvimento de temas de estudo.

O projeto de pesquisa proposto e negociado com o orientador envolveu uma segunda rodada de validação desta sequência de ensino sobre Energia Solar Fotovoltaica em contextos de ensino CTSA. Para isso, convidamos professores de Física que faziam parte do PIBID e da Residência Pedagógica, em 2019, e que se mostraram interessados em adequá-la e utilizá-las em salas de aula. A intenção original do projeto era a de analisar tanto como os professores se apropriavam desse material, engajando-se nos objetivos de ensino e na aprendizagem dos alunos.

Para isso, no ano de 2019, iniciamos a pesquisa com três professores, dois docentes da Residência Pedagógica e uma professora do PIBID, com a realização de entrevistas para adequação da sequência de ensino. Posteriormente, realizamos uma aplicação da sequência, já no fim de 2019. O contexto educacional das escolas, no momento da aplicação, foi bastante conturbado e, logo, compreendemos que seria necessária uma nova rodada de aplicação da sequência de ensino no primeiro semestre de 2020, pois os dados obtidos até então eram insuficientes.

Ressaltamos que grande parte do projeto de pesquisa foi alterado em decorrência da pandemia da COVID-19, no primeiro semestre de 2020, que impediu uma nova rodada de

aplicação e coleta de dados com foco em indicadores de alfabetização científica dos estudantes. Por esta razão, os objetivos foram deslocados para os modos como os professores se apropriam de inovações educacionais e as adequam, considerando contextos em que atuam, bem como pressões e dilemas profissionais. Esta dissertação pretende contribuir para o entendimento dos processos de apropriação e adequação de inovações curriculares por professores de física, compreendendo tais iniciativas como processos de desenvolvimento profissional. Como resultado, apresentamos não apenas a validação por professores da sequência de ensino, como também três adequações da mesma segundo diferentes ênfases e intencionalidades. Como produto deste trabalho, disponibilizamos essas diferentes versões da sequência de ensino, em formato digital, encorajando professores a comporem seus próprios caminhos (ou trilhas) para seu uso em salas de aula.

### **1.1 Trajetória docente e algumas inquietações**

O mestrado profissional perpassa por uma relação intrínseca entre a pesquisa e a prática do pesquisador, pois essa etapa de formação motiva profundas reflexões entre o campo de trabalho e o de pesquisa do sujeito, na condição de pesquisador e professor. Por essa razão este capítulo destina-se a contextualizar, brevemente, o meu percurso acadêmico e profissional.

Pouco depois de ingressar no Curso de Física, na Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, no segundo semestre de 2011, obtive da Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais o Certificado de Autorização de Títulos – CAT e comecei a dar aulas. A Escola Estadual Silviano Brandão foi a primeira na qual lecionei Física, para turmas das três séries do Ensino Médio. Com os alunos da terceira série, durante a reposição de um período de greve, utilizamos o laboratório de informática para oferecer a oportunidade de ter contato com questões no formato digital, nos moldes do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Naquela época, as provas do ENEM tinham uma forte preocupação com contextualização de conteúdos curriculares, e especial ênfase para temas de ciência e tecnologia na sociedade, dentre os quais a geração, distribuição e usos de energia elétrica.

Em 2012 passei a lecionar Matemática e Química na Escola Estadual do Bairro Carajás, para turmas das três séries do Ensino Médio e para adultos no programa Educação de Jovens e Adultos (EJA). Nesse mesmo ano, criei um *blog* para disponibilizar para os alunos o conteúdo dessas aulas, vídeos, atividades complementares (para casa) e também

extracurriculares.

Já em 2013, lecionei Física para turmas das três séries do Ensino Médio na Escola Estadual Madre Carmelita. Nesse ano, a Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC-Minas apresentou o Projeto Física nas Escolas, do qual pude participar.

Em 2014, fiz intercâmbio acadêmico na Universidade do Minho, em Portugal, o que me possibilitou conhecer novos recursos didáticos, uma vez que nesse país as escolas possuem metodologias diferentes das que eu tive oportunidade de conhecer no Brasil. Ao regressar para o Brasil, em 2015, comecei a dar aulas de Matemática na Escola Politécnica de Minas Gerais – POLIMIG, onde continuo trabalhando.

Em 2017, fui efetivado no cargo de professor de Educação Básica – PEB 1 junto à Secretaria de Educação do Estado de Minas Gerais, e assumi as aulas de Física do Ensino Médio, lotado na E.E. Madre Carmelita.

No ano de 2017 participei da Olimpíada Brasileira de Astronomia como professor responsável do Instituto Manoel Pinheiro. Nesse contexto organizei as rotinas de estudos dos alunos, selecionei questões para resolução conjunta, orientei e mediei o lançamento dos foguetes com os meus estudantes.

Organizei um trabalho de campo no Parque Guanabara, com uma sequência de estudo e roteiros para a verificação e aplicação da Física no cotidiano. Os alunos do Ensino Médio foram levados ao parque para que pudessem fazer observações e desenvolver um olhar para a presença da Física em um contexto fora do ambiente escolar. No ano de 2018 organizei ainda a participação do citado Instituto na primeira fase da Olimpíada Brasileira de Física, com a criação de grupos de estudos, a elaboração de questionário e resolução das questões com os alunos. Tivemos onze alunos selecionados para a segunda fase, realizada em agosto de 2018.

Em todas as escolas em que trabalhei pude observar a forma como os alunos relacionavam-se com os conteúdos de algumas disciplinas, especialmente Física, Química e Matemática, e sempre tive interesse em estudar novas tendências de ensino que pudessem ser aplicadas em sala de aula e que fossem mais significativas e proveitosas, tanto para o professor quanto para os alunos.

Realizei uma pós-graduação em Mídias na Educação pela Universidade Federal de Ouro Preto, cujo trabalho de conclusão de curso abordou o “Uso do celular como ferramenta tecnológica e reportagens de jornais no Ensino de Física”.

Durante a minha graduação cursei uma disciplina que estava relacionada com uma

perspectiva para o ensino de Física diferente da que eu estava acostumado, e que tinha seu principal tópico voltado para o ensino de ciências da natureza pautado em aspectos de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). A partir dessa experiência meus horizontes se ampliaram, o que me possibilitou pensar no presente projeto de pesquisa, pois a perspectiva de ensino CTS possibilita diferentes formas de engajamento tanto dos professores quanto dos estudantes, inserindo novos contextos à sala de aula tradicional.

Durante o segundo semestre de 2018 e no ano de 2019 participei como supervisor do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID). Durante o primeiro semestre de 2019, nas reuniões em grupo estudamos a elaboração e as aplicações de Sequências de Ensino (SE). Dessa forma, para escrever o projeto de pesquisa relatei as duas possibilidades que já havíamos estudado inicialmente (o ensino de Física pautado em CTS e o ensino de Física por meio de sequências de ensino), definindo como objetivo do projeto elaborar uma sequência de ensino pautada em aspectos CTS.

Ao ingressar no PROMESTRE, já nas primeiras reuniões de orientação surgiu a possibilidade de pensarmos em um projeto que não consistia em elaborar uma SE, mas, sim, em contribuir para uma segunda etapa de validação de sequência de ensino desenvolvida anteriormente, de modo a gerar produtos mais próximos das práticas e contextos de trabalho docente nas escolas públicas da rede estadual de ensino de MG.

## **1.2 Justificativa**

O ensino de Física no Brasil acontece, majoritariamente, de forma tradicional e propedêutica. Dessa forma o ensino é centrado no professor, muitas vezes considerado o detentor único do conhecimento, e os alunos são considerados como receptores passivos do conhecimento. Os objetos de ensino são leis e teorias científicas apresentadas como fim em si mesmas, sem conexão com contextos de vida dos estudantes ou da sociedade contemporânea. Grande parte do ensino de Física ainda é praticado por professores que se mantêm arraigados aos processos de ensino tradicional, voltados apenas para a informação, sem qualquer vínculo com as concepções mais recentes sobre a educação e com demandas de letramento científico (SASSERON, 2011).

A inclusão de tópicos de ensino de física relacionados à física moderna e suas tecnologias, ou ainda, de temas de física relacionados às tecnologias de conversão de energia luminosa em elétrica e seus impactos na sociedade e ambiente encontra eco nas pesquisas

em ensino no Brasil. Tais temas têm lugar (ainda que sem maiores detalhamentos) nos documentos curriculares nacionais – desde os PCNEM (BRASIL, 1999) à BNCC (BRASIL, 2018). Apesar disso, são ainda timidamente incorporadas nos livros didáticos e nas práticas correntes de ensino de física em escolas de ensino médio.

No entanto, as inovações curriculares não se sustentam apenas por meio de textos acadêmicos ou documentos curriculares, posto que sua chegada às escolas dependem da ação prática de professores comprometidos e engajados em mudanças. Nós, professores, que atuamos em salas de aulas, temos essa grande responsabilidade de cumprir objetivos tão amplos e nobres, como esses apresentados pelas diretrizes curriculares e, para tal, nos deparamos inúmeras vezes com alguns dilemas profissionais (WINDSCHITL, 2002). O exercício da docência está cercado de questões relacionadas com os objetivos de aprendizagem dos estudantes com decisões sobre o currículo (o que ensinar, como ensinar e, sobretudo, por que e para quem ensinar). O contexto de crise e desconfiança sobre o papel social da escola faz com que os docentes convivam diariamente com diversos dilemas, sobre como organizar situações de ensino adequadas ao contexto social e cultural em que atuam. Neste sentido, é preciso compreender como os docentes se organizam para desenvolverem, em salas de aula, propostas inovadoras no ensino de física. Um modo de compreender as escolhas e preferências dos professores consiste em identificar alguns destes dilemas profissionais que permeiam o fazer docente e orientam suas ações. Nesta pesquisa iremos estudar, de maneira mais específica, como esses professores se relacionam com uma sequência de ensino sobre energia solar fotovoltaica com abordagem CTSA.

Outro foco da pesquisa consiste em rever o papel dos professores nas inovações curriculares. Ressaltamos que, em relação ao professor que aplica a SE, precisamos ir além da designação “professor aplicador”, por entendermos que existe uma outra dimensão de reescrita e coautoria quando o professor se apropria de tais produções, usualmente sugeridas em ambiente acadêmico e universitário, e as readequa às condições de seu trabalho com os estudantes e com seus estilos de ensino. Desse modo, à medida que o professor toma contato com o material escrito por um outro autor, ele o reelabora para adequar-se ou não ao contexto de sua sala de aula. Desse modo, ao assumir uma determinada proposta de ensino (sobretudo quando inovadora em termos de conteúdos e metodologias de ensino), identificamos, no trabalho do professor, uma ressignificação, uma reescrita, uma seleção e constante reestruturação dos materiais que perpassam essa produção.

Assumimos, nesta pesquisa, a percepção e trabalho d@s professores de física com as

seguintes inovações curriculares: 1. ensino de física por meio de temas; 2. abordagens CTSA; 3. atividades de ensino com caráter investigativo.

A escolha do tema energia justifica-se, principalmente, devido à sua relevância para a Ciência como um todo, e, especialmente, no ensino de Ciências, conforme defendem Aguiar, Sevian e El-Hani (2018):

embora introduzida na história da ciência apenas na segunda metade do século XIX, a energia é um conceito científico central. Na Física, os princípios da conservação (energia, momento linear e angular) compõem, juntamente com os conceitos de massa, espaço e tempo, os pilares fundamentais para a compreensão do mundo físico em todas as escalas, desde processos subatômicos até todo o universo, e no que diz respeito à sua constituição, origens e evolução (AGUIAR; SEVIAN; EL-HANI, 2018, p. 864, tradução do autor).

Para a introdução da energia solar fotovoltaica como questão de ensino, utilizaremos uma abordagem pautada em um tema central. Delizoicov (2008) comenta que a abordagem temática faz parte do processo de ensino e aprendizagem, e parte de um tema central, onde o professor se indaga sobre deve ensinar. Uma abordagem por meio de temas deve escolher e definir objetos de conhecimento dos quais irá girar o processo de ensino entre professor e aluno, levando em consideração o conhecimento prévio do estudante. Tal perspectiva para escolher a metodologia de execução e elaboração desta pesquisa, optamos pelo uso de uma abordagem CTS, considerando que:

Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS corresponde ao estudo das inter-relações existentes entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, constituindo um campo de trabalho que se volta tanto para a investigação acadêmica como para as políticas públicas. [...], podendo aparecer como forma de reivindicação da população para atingir uma participação mais democrática nas decisões que envolvem o contexto científico-tecnológico ao qual pertence. Para tanto, o enfoque CTS busca entender os aspectos sociais do desenvolvimento tecnocientífico, tanto nos benefícios que esse desenvolvimento possa estar trazendo, como também as consequências sociais e ambientais que poderá causar (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007, p. 2).

Uma vez escolhida a perspectiva CTS como forma de conduzir o trabalho, usaremos as contribuições de Auler (1998), que discorre sobre os objetivos do enfoque em CTS:

Promover o interesse dos estudantes em relacionar a ciência com as aplicações tecnológicas e os fenômenos da vida cotidiana e abordar o estudo daqueles fatos e aplicações científicas que tenham uma maior relevância social; abordar as implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da tecnologia e adquirir uma compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico (AULER, 1998, p. 2).

De acordo com os PCNEM, o ensino de ciências da natureza, objetiva a construção de habilidades e competências que possibilitem aos estudantes:

apropriar-se dos conhecimentos da Física, da Química e da Biologia, e aplicar esses conhecimentos para explicar o funcionamento do mundo natural, planejar,

executar e avaliar ações de intervenção na realidade natural (BRASIL, 1999, p. 95)

O presente trabalho consiste em uma segunda rodada de adequação, quanto ao tempo, conteúdo, textos e contextos de uma sequência de ensino que foi objeto da dissertação apresentada por Lima (2018) intitulada “A energia fotovoltaica num contexto CTSA: uma sequência de ensino sobre as transformações de energia solar em energia elétrica”. Para dar continuidade a este trabalho levamos em conta diversos fatores, tais como a importância do tema energia, presentes no PCN+, BNCC e outros documentos diretivos, e a necessidade de compreender como os professores lidam com um material inovador de ensino atribuindo-lhe sentido e significado.

Acreditamos que uma avaliação das possibilidades educativas dessa sequência de ensino por professores de física envolvidos em inovações se faz necessária para examinar as condições de sua adequação aos contextos de atuação. Isso se faz necessário, sobretudo pela necessidade, indicada por vários professores, de uma redução na quantidade de aulas necessárias para a aplicação da SE, uma vez que a sequência de ensino elaborada por Lima (2018) acabou envolvendo um número elevado de aulas (20 aulas de 50 min, no contexto investigado). Entretanto, reduzi-la incorre em modificações, o que nos leva a algumas perguntas: quais modificações são necessárias para adequar a SE às pretensões de ensino desses professores? Como tornar essa SE mais tangível às diversas realidades dos docentes e discentes? Quais são as decisões que os professores tomam ao ajustar a SE às suas necessidades e possibilidades, considerando os contextos educativos em que atuam?

### **1.3 Objetivo**

#### **1.3.1 Objetivo geral**

Compreender como professores de Física avaliam, adaptam e refletem sobre o uso e as possibilidades de uso de uma sequência de ensino sobre energia solar fotovoltaica em uma abordagem pautada em CTSA.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

1. Validar a sequência de ensino, considerando o ponto de vista dos professores em



relação aos seus propósitos, recursos mediacionais (textos, diagramas, simulações, experimentos e vídeos) e adequação às condições de ensino e currículo de Física<sup>1</sup>.

2. Verificar como professores examinam possibilidades e limites de propostas de ensino de Física por meio de temas com abordagem CTSA e atividades de caráter investigativo.

3. Examinar as escolhas feitas pelos professores ao adequarem a sequência didática às condições de ensino e ao currículo, levando em consideração os propósitos educacionais que os docentes consideram mais relevantes.

4. Examinar dilemas profissionais vivenciados pelos professores ao definirem temas e abordagens de ensino de Física por meio da análise da SE sobre Energia Solar Fotovoltaica pautada em abordagem CTSA.

5. Diagramar e divulgar materiais de ensino adaptados por professores, observados o planejamento das aulas e a disponibilização de recursos.

---

<sup>1</sup> Por currículo de física, pretendemos abranger tanto o currículo prescrito nas reformas curriculares, quanto o currículo constantemente reconstruído nas práticas docentes e realimentados por pesquisas em educação em ciências.

## 2 Referencial teórico

### 2.1 Estudos sobre construção e reconstrução de sequência de ensino

Neste trabalho a sequência de ensino que servirá de base para o próximo passo da pesquisa baseada em *design research* foi a elaborada por Lima (2018) em sua pesquisa de mestrado, a qual será apresentada posteriormente.

O tema escolhido por Lima (2018) apresenta-se claramente no título do seu trabalho, “A energia fotovoltaica num contexto CTSA: uma sequência de ensino sobre as transformações de energia solar em energia elétrica”, enfatizando principalmente uma inovação, no sentido de incorporar novos objetos de ensino e novas abordagens de ensino, por parte do currículo e a inserção de novas tecnologias de aprendizagem.

O termo sequência de ensino SE, foi inserido nos anos 2000 para relacionar uma ligação entre os conhecimentos epistemológicos e pedagógicos. As sequências de ensino têm como uma de suas características a elaboração ordenada de atividades e aulas, orientadas nas dificuldades de ensino e aprendizagem relatadas na literatura, confrontado com a realidade local da sala de aula (MÉHEUT; PSILLOS, 2001).

Pais (2002, p. 102) defende que uma SE “é formada por um certo número de aulas planejadas e analisadas previamente com a finalidade de observar situações de aprendizagem, envolvendo os conceitos previstos na pesquisa didática”.

Ainda sobre a definição de uma SE, podemos dizer que “uma sequência de ensino é definida como um método de desenvolvimento de atividades de ensino, que auxiliam na aprendizagem e no desenvolvimento em qualquer etapa de ensino” (CASCAIS; TERÁN, 2013).

Para o planejamento da SE levamos em conta etapas que “abordam temáticas que contemplam conteúdos de diversas disciplinas, considerando os aspectos pedagógicos relativos ao ensino e aprendizagem” (CAVALCANTI; RIBEIRO; BARRO, 2018), de forma a minimizar a fragmentação do conteúdo.

Neste trabalho não temos como objetivo realizar uma reescrita da SE elaborada por Lima (2018), mas sim um esforço de adaptação e avaliação das condições de uso por professores de física da rede pública de ensino de Minas Gerais.

### 2.1.1 O que significa uma validação da SE por professores?

Ao considerarmos uma sequência de ensino como uma ferramenta utilizada no ensino/aprendizagem e também como instrumento de pesquisa é preciso que encontremos alguns tipos de validação. Nos parágrafos seguintes, reuniremos trechos da literatura, a fim de fazer um levantamento acerca das formas e possibilidades de validação de uma sequência de ensino.

Méheut e Psillos (2007, p. 522) afirmam que existem diferentes abordagens metodológicas para avaliar a eficácia de uma sequência de ensino, e que uma delas é compreendida como pré-teste e pós-teste. Um dos principais objetivos dessa abordagem é comparar o “estado final” cognitivo dos alunos com os seus respectivos “estados iniciais” em outras palavras o que os alunos sabem do conteúdo estudado durante a aplicação da SE antes e depois de sua aplicação. Outras metodologias utilizam os conhecimentos cognitivos dos alunos durante todo o processo de ensino e aprendizagem para validar uma sequência de ensino.

Tendo em vista as diferentes formas de avaliação, Méheut e Psillos (2007) comentam os possíveis interesses ao se avaliar, levantando as seguintes afirmações: “uma sequência pode ser muito eficaz sem sabermos o porquê”, “uma sequência pode ser menos eficaz, mas ao utilizá-la podemos saber o porquê”, “uma sequência pode ser muito eficaz e nós sabemos exatamente o porquê”. Esses autores apontam tais afirmações para justificar que, ao utilizar uma SE, podemos obter dois resultados muito interessantes: o primeiro tem em vista os resultados relativos à viabilidade e à eficácia, e o segundo está relacionado a termos de validade científica, tais como a compreensão dos processos de aprendizagem e a possibilidade de testar teorias de aprendizagem.

Portanto, a demonstração da viabilidade ou da eficácia de uma sequência de ensino pode estar vinculada a diferentes perspectivas, a exemplo do desenvolvimento de “bons produtos educacionais” ou mesmo da busca de descrições mais elaboradas das vias cognitivas dos estudantes que possam testar determinadas hipóteses, relacionadas ou não estar com aos processos cognitivos e as teorias de aprendizagem dos estudantes (MÉHEUT e PSILLOS, 2007).

Inicialmente, esta pesquisa tinha como um de seus objetivos a validação da sequência de ensino, envolvendo desde a obtenção de dados, a fim de compreender a viabilidade da aplicação da SE, e analisar os impactos do letramento científico nos estudantes. Entretanto,

com o acometimento global pelo COVID-19, tornou-se necessário realizar ajustes significativos em pontos relacionados à validação de uma SE.

Considerando os objetivos atuais de pesquisa deste trabalho, optamos por discutir a validação da SE do ponto de vista de validar as inovações no currículo sob o olhar dos professores em exercício, no sentido de reletir sobre a relação entre as propostas concretas e as percepções que dela fazem os professores, levando em consideração os seus anseios, dilemas profissionais, percepções das características dos estudantes e contextos escolares que estão inseridos, tanto discentes quanto os docentes.

Neste trabalho, utilizaremos uma validação por pares e, o que significa que validar uma SE sob essa ótica? Pretendemos examinar em que medida a proposta é reconhecida como válida e viável por professores que estão interessados em inovações curriculares. Para isso algumas perguntas se fazem necessárias, tais como: quais características a proposta de ensino deve poussir para contretizar em uma aproximação com esses professores, considerando-os atores da renovação do Ensino de Física? Os recursos utilizados na SE são acessíveis? São potencialmente relevantes? Os focos e pretensões de ensino estao definidas? A SE é suficientemente flexível para que o professor consiga adaptá-la ao seu contexto de ensino? As orientações são adequadas para a sua implementação prática?

Para tais perguntas devemos olhar para os professores, como sujeitos socio-históricos, isso demanda uma escuta atenta a seus anseios e características, e uma análise dos diversos discursos e compromissos que rondam a prática profissional destes sujeitos.

## **2.2. Os pressupostos norteadores da SE e seus fundamentos**

A sequência de ensino elaborada por Lima (2018) publicada em sua dissertação, tinha como principais pilares, os princípios substantivos<sup>2</sup>, sendo o primeiro deles a busca por uma articulação entre os contextos locais e gerais sobre a temática energia solar fotovoltaica, partindo de um contexto local rumo a um contexto global.

O segundo princípio substantivo estava relacionado com a articulação entre as dimensões de ciência, tecnologia e sociedade, assim comos os impactos nas dimensões

---

<sup>2</sup> O termo “princípios substantivos” de uma sequência de ensino foi sugerido pela perspectiva de design educacional por PLOMP e NIEVEEN (2007). Os princípios substantivos consistem em hipóteses de trabalhos a serem verificadas e aprimoradas ao longo das diferentes etapas de elaboração e reelaboração da SE.

sociais econômicos, ambos partindo de uma problematização do artefato tecnológico, painel fotovoltaico.

O terceiro princípio substantivo estava relacionado com o desenvolvimento da autonomia nos estudantes, para isso foram pensadas atividades com recursos mediacionais que possibilitavam aos estudantes o uso de conceitos e ideias científicas para enfrentar as situações problemas, sob uma ótica das atividades investigativas (LIMA, AGUIAR, SILVA, 2018).

Foram esses os pressupostos norteadores utilizados por Lima (2018) para a elaboração da sequência de ensino escrita e analisada em sua dissertação, tais pressupostos são relevantes para o Ensino de Física e serão comentados nos itens posteriores, sendo eles: o Ensino de física por meio de temas, a relação entre os professores e a abordagem CTSA, e a perspectiva do ensino por investigação. Nos próximos subitens faremos um breve levantamento do referencial teórico acerca desses tópicos.

### **2.2.1 O Ensino de Física por meio de temas**

Pesquisas no campo do Ensino de Ciências apontam diversas propostas curriculares organizadas por meio de temas e temáticas, Halmenschilager (2011) sintetiza, algumas propostas e referenciais teóricos que permeiam essa proposta, dentre elas a autora cita, situação de estudo (MALDANER e ZANON, 2004), abordagem temática com uma perspectiva freiriana (DELIZOICOV, 2008), ensino por temas e as relações CTS (SANTOS e MORTIMER, 2000), articulação entre abordagem temática freiriana e as relações CTS (AULER, 2002), temas conceituais (MORTIMER, MACHADO e ROMANELLE, 2000).

Não pretendemos, neste trabalho, exaurir as análises dos referenciais freirianos acerca do ensino por temas. Primeiro, por acreditarmos que a obra de Freire é de imensa importância para as questões sociais, educacionais e políticas em nosso país, mas o foco do trabalho não é a criação de um constructo teórico que abarcaria abordagens temáticas com a qualidade que faria jus à obra de Freire. Segundo, porque alguns autores brasileiros já produziram, de maneira exímia, constructos teóricos que nos parecem suficientes para embasar a nossa pesquisa. Dessa forma, escolhemos autores que publicaram artigos e livros nos quais as análises pautaram-se nos referenciais teóricos de Freire.

Delizoicov (2008) aponta que é necessário “escolher e definir objetos de conhecimento dos quais irá girar o diálogo entre o saber científico do professor e o saber

prévio do aluno” (p. 40). Para mediar esse diálogo, Delizoicov pauta-se em Freire (1975) e nos diz que o desenvolvimento do programa de ensino deve tomar como ponto de partida as palavras geradoras e os temas geradores, estes são oriundos de uma investigação temática (FREIRE, 1975, apud DELIZOICOV, 2008). Tal investigação temática, segundo o autor, constitui-se como questões que envolvem todo o contexto de ensino e aprendizagem, assim como cultural, social e político que envolvem a escola, devendo assim, fazer parte do cotidiano do aluno. O propósito de uma educação pautada em perspectivas freirianas deve perpassar pela humanização e conscientização do ser humano, a fim de, transpor as barreiras da opressão.

Halmenschlager (2011) faz uma apresentação sobre as cinco etapas que envolvem a investigação temática proposta por Freire e apresentadas por Delizoicov. A primeira etapa consiste em um reconhecimento inicial do contexto histórico, social, cultura e econômico em que o aluno está situado. A segunda etapa está relacionada com a escolha de contradições vividas pelos alunos que se relacionam com o seu modo de pensar e relacionar-se com o mundo. A terceira etapa consiste na obtenção dos Temas Geradores por meio de diálogos decodificadores. A quarta etapa é a redução temática, feita de forma interdisciplinar e tem o principal objetivo elaborar um programa curricular, evidenciando quais os conhecimentos prévios são necessários para que os alunos entendam o tema. A quinta etapa é o desenvolvimento do programa em sala de aula.

Muenchen e Delizoicov (2014) comentam os estudos, ao tentar promover uma concepção de educação, à partir das proposições de Paulo Freire para o espaço de educação formal, o que deu origem a uma proposta de ensino composto por três momentos, conhecido como Momentos Pedagógicos.

O primeiro momento pedagógico, proposto por outros autores como forma de organizar uma sequência de ensino nesta abordagem, é conhecido como *problematização inicial*. Neste momento são colocadas situações reais, presentes no cotidiano dos estudantes e que estão relacionadas com os temas. Neste momento os estudantes devem compartilhar o que eles conhecem e pensam sobre as situações colocadas.

O segundo momento pedagógico, *organização do conhecimento*, o docente faz uma seleção dos conhecimentos científicos que são necessários para a compreensão dos temas e do problema inicial.

O terceiro momento pedagógico é chamado de *aplicação do conhecimento*, o aluno de posse do conhecimento científico, utiliza-o na compreensão de outras situações,

estabelecendo relações e extrabolações entre outras questões relacionadas.

Segundo Halmenschlarger (2011, p. 2011) quando os momentos pedagógicos são desenvolvidos “de forma dialógica e a partir da realidade podem potencializar o processo de aprendizagem de Ciências, contribuindo para o desenvolvimento do senso crítico e para a superação de níveis de consciência”.

Os momentos pedagógicos perpassam pelo processo de Investigação Temática e incorrem em uma possível organização do currículo e trabalho pedagógico dos professores em suas salas de aula (HALMENSCHLARGER, 2011).

Uma outra possibilidade para abordagem temática no Ensino de Ciências, são as situações de estudo propostas por Maldaner e Zanon (2004).

Em geral, o ensino de ciências no Brasil é feito sob uma perspectiva tradicional, pautada por um currículo no qual os professores precisam contemplar os conteúdos e preparar os estudantes para realizarem provas externas e internas. Os conteúdos, por sua vez, são colocados de forma fragmentada em disciplinas específicas e pouco articuladas entre si.

O desenvolvimento e estudo das situações de estudo possuem suas origens no Grupo Interdepartamental de Pesquisa sobre Educação e Ciências (GIPEC), vinculado à UNIJUÍ – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (VIEIRA *et al.*, 2018, p. 4).

Maldaner e Zanon (2004) propõem que as situações de estudo são orientações para o ensino e para a formação escolar que possibilitam a superação de visões anteriores e proporcionam uma articulação entre os saberes e conteúdos de ciências, levando em consideração, também, os saberes do cotidiano, originados das experiências dos estudantes em ambientes externos à escola.

Entendemos que as situações de estudo nos são apresentadas como uma das formas de romper os paradigmas atuais do ensino de ciências. De forma a melhor explicitar quais são as suas definições, potencialidades e dificuldades recorreremos a Maldaner e Zanon (2004), que definem uma situação de estudo como:

[...] uma situação real (complexa, dinâmica, plural) e conceitualmente rica, identificada nos contextos de vivência cotidiana dos alunos fora da escola, sobre a qual eles têm o que dizer e, no contexto da qual, eles sejam capazes de produzir novos saberes expressando significados para tais saberes e defendendo seus pontos de vista. No contexto de desenvolvimento de uma situação de estudo são inseridas abordagens disciplinares específicas que, extrapolando seus âmbitos internos, assumem características inter-relacionais e contextuais, nos moldes anteriormente referidos (MALDANER; ZANON, 2004, p. 6)

De e maneira geral entendemos que uma situação de estudo deve ser uma situação

real (complexa, dinâmica e plural) – ou seja, não é um problema inventado pela escola ou livro didático. Conceitualmente rica (ou seja, envolve diálogos com ciência e tecnologia). Que os alunos tenham o que dizer sobre elas (posto que envolvidos na temática) e, sobretudo, produzir novos saberes (no aprofundamento da situação de estudo). Envolver abordagens disciplinares específicas, mas não apenas, pois extrapolam os âmbitos disciplinares.

Maldaner e Zanon (2004) nos trazem uma definição do conceito de situação de estudo que nos permite uma concepção melhor acerca de suas potencialidades:

a situação de estudo permite dar significados a aprendizados científicos diversificados, de forma dinamicamente articulada – entre si, e com saberes vivenciais nela participantes. Desde seu início, na medida em que a vivência social é trazida e trabalhada na sala de aula, a situação de estudo se abre para outras relações, mais gerais e globais, através das ciências, num ir e vir dialético que permite constituir formas mais dinâmicas de saber – de significação e de uso de saberes – no contexto, em que concorrem formas científicas diversas de explicação, com as linguagens e modelos explicativos que lhes são peculiares (MALDANER; ZANON, 2004, p. 7)

As situações de estudo têm potencial de gerar sentidos para o aprender ciências. Permitem, ainda, abrir para outras aprendizagens, para além dos aspectos estritamente conceituais envolvidos nas situações abordadas. Ou seja, através das ciências (de seus conceitos e modelos explicativos) compreender melhor a situação de estudo, temática sobre a qual os estudantes estão envolvidos.

Maldaner e Zanon (2004) propõem, ainda, que o desenvolvimento de situações de estudo deve servir como forma de articulação entre os saberes científicos e disciplinares que estão presentes nos conteúdos de ensino de ciências e as vivências dos alunos fora dos muros escolares. Este modo de organizar o currículo permite, assim, construir pontes entre os conhecimentos científicos escolares e os temas e problemas da vida fora da escola.

As situações de estudo, ainda conforme Maldaner e Zanon (2004, p. 8), devem cumprir o “papel social da escola, que se opõe ao modelo produtivista de ensino voltado simplesmente para o seguimento do fluxo da escolarização, voltado somente para dentro dos muros da escola”.

Uma situação de estudo deve contemplar a formação humana e ser capaz de desenvolver as potencialidades humanas e sociais integralmente, e também deve desenvolver formas de interação interdisciplinar nas questões de ensino, nas abordagens e formas de atribuir significado (MALDANER; ZANON, 2004).

Fica claro, até aqui, que uma situação de estudo não deve se pautar apenas na aplicação do conteúdo pelo conteúdo e nem apenas na dimensão social pela social, do ensino



e aprendizagem. Para que uma situação de estudo cumpra, verdadeiramente, o seu objetivo, ela deve considerar que:

além dos conceitos, princípios e fatos, os conteúdos da aprendizagem incluem valores, atitudes, posturas, normas e procedimentos, em suas inter-relações e implicações em contextos diversos da vida socioambiental. Inter-relacionam-se dinamicamente dimensões diversas do aprendizado humano, como as do saber, do saber fazer, do ser, do conviver, facetas nunca dissociadas entre si, no exercício de intervenções, ações, julgamentos e decisões cotidianas, no mundo da prática (MALDANER; ZANON, 2004, p. 8).

Para a nossa pesquisa, utilizaremos, como situação de ensino e as perspectivas de abordagem baseada em temas, uma sequência envolvendo a energia solar fotovoltaica que apresenta algumas concepções correlatas às apresentadas por Maldaner e Zanon (2004) e Delizoicov e Agotti (1991).

### **2.2.2 Os professores e a abordagem CTSA**

Com o agravamento dos problemas ambientais pós-guerra mundial, surgiu um movimento de tomada de consciência de muitos pensadores, que colocaram em pauta as questões éticas e a qualidade de vida da sociedade industrializada, o que levantou a necessidade da participação da população nas decisões públicas e coletivas.

A partir desse movimento, diferentes propostas de ensino foram deflagradas no hemisfério norte, fruto da polarização entre a Europa e os Estados Unidos. A tradição europeia, caracterizada, principalmente, como uma tradição de investigação acadêmica, teve origem por volta de 1979, na Universidade de Edimburg, no chamado “Programa Forte”, de autoria de Barry Barnes, David Bloor e Steven Shapin. Essa perspectiva colocava ênfase na dimensão social, pautando-se na explicação da origem das teorias científicas e caracterizando a ciência como parte de um processo (VAZ; FAGUNDES; PINHEIRO, 2019, p. 107).

A proposta norte-americana, de acordo com Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007), se vale da reflexão ética, da análise política e de um referencial que atribui um caráter humano. Suas principais preocupações tendem a centrar-se nas consequências ambientais e sociais que o desenvolvimento científico-tecnológico pode causar. A proposta considerada, ainda, a participação cidadã nas políticas públicas relacionadas à Ciência e Tecnologia (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007).

A partir de meados do século XX, o movimento CTS ganhou destaque nos países capitalistas do hemisfério norte, o que fez crescer um sentimento de que o desenvolvimento

científico, tecnológico e econômico não estava conduzindo, linear e automaticamente, ao desenvolvimento do bem-estar social.

Com o passar do tempo, o movimento CTS passou a ter diferentes características, majoritariamente entre 1950 e 1985. Na década de 1960 foi incorporada ao movimento CTS uma visão de ciência como produto do contexto econômico, político e social, ou seja, a ideia de que a ciência não acontece de forma exclusiva e independente do que está acontecendo no mundo.

Na década de 1970, o movimento CTS acabou trazendo como um de seus motes a necessidade de o cidadão conhecer os direitos e as obrigações de cada um, de ter visão crítica da sociedade onde vive e, especialmente, estar disposto a transformar a realidade para melhor (VAZ; FAGUNDES; PINHEIRO, 2019, p. 108).

A partir dos estudos em CTS, Auler e Delizoicov (2006) apontam uma nova orientação para a educação em Ciências, denominada “Ensino de Ciências na Pós-Mudança Conceitual”, a qual não se limita à construção de conceitos. Segundo eles, o ponto de partida para a aprendizagem deve ser pautado em “situações-problema”, de preferência relativas a contextos reais. O surgimento dessa orientação aponta para uma educação em Ciências valorizando orientações do tipo CTSA.

Sendo assim, para este trabalho, nos pautamos por uma proposta de ensino voltada a uma perspectiva CTS caracterizada como “ensino do conteúdo de ciências no contexto autêntico do seu meio tecnológico e social, no qual os estudantes integram o conhecimento científico com a tecnologia e o mundo social de suas experiências do dia a dia” (HOFSTEIN; AIKENHEAD; RQUARTS, 1988, p. 358).

No intuito de entender um pouco melhor a perspectiva CTS, ressaltamos o que enfatiza Auler (2002), segundo o qual:

[...] não há uma compreensão e um discurso consensual quanto aos objetivos, conteúdos, abrangência e modalidades de implementação desse movimento. O enfoque CTS abarca desde a ideia de contemplar interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade apenas como fator de motivação no ensino de Ciências, até aquelas que postulam, como fator essencial desse enfoque, a compreensão dessas interações, a qual, levada ao extremo em alguns projetos, faz com que o conhecimento científico desempenhe um papel secundário (AULER, 2002, p. 31).

Como a proposta de estudo em questão baseia-se em uma perspectiva CTS é preciso que se reflita sobre os desdobramentos da escolha de temas de estudo e as problematizações que se fazem sobre eles. Strieder e Kawamura (2009) discutem um pouco sobre as questões

temáticas e apresentam alguns exemplos:

Nessas propostas e implementações é possível constatar que as discussões giram em torno de temáticas centrais, sejam elas de natureza social ou tecnológica. As questões que são abordadas com um caráter mais social relacionam-se ao meio ambiente, à saúde ou às alterações provocadas na sociedade em virtude de determinadas tecnologias. Como exemplo de assuntos abordados dessa forma destaca-se: aquecimento global, poluição sonora, descarte de pilhas, surgimento do plástico e motores de combustão. Nos trabalhos que possuem como foco aparatos tecnológicos, a questão central está voltada para o funcionamento de equipamentos como liquidificador, bicicleta, ventilador e televisão (STRIEDER; KAWAMURA, 2009, p. 8).

Uma vertente que se desdobra do movimento CTS entende que o fator ambiente é inerente à ciência tecnologia e sociedade, e por isso deve ser apresentado de maneira explícita ao nomear a abordagem, escrevendo-a como CTSA. Alguns autores nos ajudam a reconhecer algumas particularidades de abordagens que se autodenominam CTSA.

Bourscheid e Farias (2014) apontam que durante o processo de adaptação do campo da pesquisa CTS para o ensino de ciências, alguns grupos de pesquisa começaram a adicionar à perspectiva CTS questões de cunho ambiental, o que os levou a acrescentar à sigla uma nova letra, o “A”. Essa nova nomenclatura destaca a crescente relevância que a dimensão socioambiental vem ganhando nos diferentes sistemas de ensino, por meio da Educação Ambiental integrada com o enfoque CTS.

Hoffmann (2011, p. 194) também aponta que o conceito de CTSA surgiu diante da necessidade da inclusão de aspectos éticos-ambientais nos estudos de ciência e tecnologia, considerados os desafios decorrentes dessa relação.

Tomazello (2009, p. 4), por sua vez afirma que o contexto ambiental em uma perspectiva CTSA busca articular questões ecológicas, sociais, econômicas, culturais e políticas. De maneira geral podemos dizer que uma perspectiva CTSA não insere o contexto ambiental de forma simples, já que tal perspectiva propõe a inclusão da questão ambiental considerando as questões ecológicas, sociais, econômicas, culturais e políticas.

Para dar continuidade à validação, por professores, da SE objeto da presente pesquisa, buscamos autores e estudos que nos ajudem a entender de que modo os docentes se apropriam dessas perspectivas CTS / CTSA e as utilizam para auxiliar no ensino de ciências em suas salas de aulas.

Zanon e Freitas (2007) falam de maneira mais específica sobre o trabalho do docente de ciências no que se refere à promoção de atividades em sala de aula:

a atuação do professor como orientador, mediador e assessor das atividades inclui: lançar ou fazer emergir do grupo uma questão-problema; motivar e observar continuamente as reações dos alunos, dando orientações quando necessário;

salientar aspectos que não tenham sido observados pelo grupo e que sejam importantes para o encaminhamento do problema; produzir, juntamente com os alunos, um texto coletivo que seja fruto de negociação da comunidade de sala de aula sobre os conceitos estudados (ZANON; FREITAS, 2007, p. 94).

Em um levantamento sobre as abordagens CTS na formação de professores, Souza e Pedrosa (2011) apontam dilemas e tensões quanto ao uso dessa abordagem, e ressaltam aspectos relativos ao fazer docente, ao currículo e aos objetivos de aprendizagem, tais como:

- A sobrevalorização do conhecimento específico e a estrutura da organização escolar podem interferir na adoção de uma abordagem CTS no ensino de ciências.
- A permanência do modelo de transmissão e recepção do conhecimento no processo de ensino e aprendizagem, deixando de fora a abordagem CTS.
- As concepções inadequadas de Ciência, Tecnologia e Sociedade que alguns professores parecem possuir.
- A ausência de investimento na formação docente, principalmente em relação à perspectiva CTS, dificultando que sejam desenvolvidos projetos de ensino pautados nessa abordagem.
- A formação docente visando a elaboração e a reelaboração de concepções de ciência, tecnologia e sociedade.

Além dessas questões, Windschitl (2002) apresenta outras, relacionadas aos dilemas profissionais. Esses dilemas, que serão apresentados e discutidos posteriormente, nos foram de grande valia, pois serviram de referencial teórico para a análise da relação entre a sequência de ensino escolhida, no que se refere à sua reelaboração e aplicação, e as possíveis tensões que envolveram este trabalho docente.

### **2.2.3 O Ensino de Física em uma perspectiva investigativa**

A seleção do material produzido por Lima decorre do fato de, segundo o autor, a “sequência de ensino possui uma estrutura com enfoque em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), pautada em atividades com algumas características investigativas, contando com o uso de recursos mediacionais diversos como vídeos, animações, diagramas e textos” (Lima, 2018, p. 8).

O ensino por investigação em um sentido geral é a ideia de um maior protagonismo dos estudantes nas atividades de aprendizagem e uma concepção de ensino que se contrapõe ao modelo diretivo, ou seja, a apresentação direta, pelo professor, de definições e esquemas,

seguidos por exemplos e exercícios de fixação (Munford e Lima, 2007).

Outra ideia central na proposta de ensino por investigação consiste em compreender a ciência como processo social de produção de conhecimentos. Essas mesmas autoras sugerem ainda que atividades investigativas devem buscar o engajamento dos estudantes com perguntas de cunho científico. Assim, um dos maiores desafios à prática docente seria ajustar perguntas científicas no contexto escolar.

Capecchi (2013), ressalta que durante a resolução de uma situação-problema é necessário que os sujeitos percorram um processo de construção de significados, desde a apresentação do problema inicial, a identificação de questões científicas e a seleção de ferramentas necessárias para sua solução.

Embora atividades investigativas não sejam necessariamente experimentais, alguns autores destacam a importância de criar oportunidades aos estudantes em manipular materiais e ferramentas em atividades práticas, observar dados e utilizar linguagens para comunicar aos pares suas hipóteses e sínteses (Sasseron; Carvalho, 2011).

Lima (2018) afirma que nem todas as atividades propostas na SE sobre energia solar fotovoltaica, elaborada por ele, são “genuinamente investigativas”. Segundo o autor, algumas atividades têm características investigativas, pois pautam-se na “proposição de situações problemas, de forma contextualizada, buscando um maior protagonismo dos estudantes” (LIMA, AGUIAR, SILVA, 2018).

### **2.3 Dilemas profissionais e inovações curriculares no Ensino de Física**

As reformas e mudanças relativas aos campos educacionais, de certa maneira, provocam alterações e desdobramentos que, certamente, acabam chegando nas escolas, o que, inevitavelmente, provoca algumas tensões e conflitos entre o contexto local e as ideias propostas pelas mudanças (YIN, 2014).

Fundamentado em Fransson e Grannäs (2013), Yin (2014, p. 86) comenta que diferentes tomadas de decisões políticas e administrativas podem alterar normas, valores, tarefas, diretrizes, obrigações e relações e, dessa forma, também mudar a noção de dilemas. Ou seja, quanto mais fatores externos estiverem pré-estabelecidos, com mais determinações, normas, tarefas e diretrizes a serem seguidas, professores e administradores, terão menos opções e caminhos disponíveis. Ao contrário, quanto menos regulado for o ambiente ou a

relação profissional, ensejarão diferentes decisões por parte desses professores.

Segundo o dicionário Aurélio, um dilema ocorre quando se utiliza um argumento que coloca o adversário entre duas posições opostas podendo ser, igualmente, uma situação embaraçosa com duas saídas difíceis ou penosas. O dicionário Oxford em inglês, com tradução nossa, dilema é uma situação que gera problemas, geralmente é uma situação em que você tem que fazer uma escolha muito difícil entre coisas de igual importância. O dicionário Houssais aponta que em filosofia um dilema “raciocínio que parte de premissas contraditórias e mutuamente excludentes, mas que paradoxalmente terminam por fundamentar uma mesma conclusão. De certa forma, todas as pessoas podem vivenciar dilemas em suas vidas. Nesta seção, usaremos, majoritariamente, o constructo teórico elaborado por Windschitl (2002) para aprofundar nos dilemas profissionais que perpassam a conduta docente.

Situamos aqui a proposta deste autor, mas consideramos necessário recontextualizá-la ao momento e contexto brasileiro atual. Como veremos, Windschitl (2002) propõe categorias para examinar dilemas profissionais vividos por educadores norte-americanos diante de pressões de resignificação de práticas docentes decorrentes de reformas curriculares influenciadas pelo construtivismo pedagógico. Entendemos que tais categorias precisam ser reconfiguradas e redescritas no contexto das pressões sobre inovações curriculares para o ensino médio brasileiro, no contexto atual. No momento, apenas apresentamos as categorias propostas por este autor.

Windschitl (2002, p. 133) apresenta quatro categorias de dilemas profissionais, pautando-se em aspectos do construtivismo, sendo elas: dilema conceitual, dilema pedagógico, dilema cultural e dilema político. Todos os dilemas apresentados por Windschitl (2002) perpassam pelo trabalho dos professores. No Quadro 1 apresentamos uma síntese desses conceitos:

**Quadro 1:** Dilemas profissionais e questões chaves para os dilemas.

Categoria do dilema	Questões representativas de preocupação
<p>Dilema Conceitual</p> <p>Relaciona-se com a compreensão dos fundamentos do construtivismo cognitivo e social. Busca conciliar as crenças atuais sobre Pedagogia com as orientações epistemológicas necessárias para apoiar um ambiente de aprendizagem construtivista.</p>	<p>Qual “versão” do construtivismo é adequada para o meu ensino? Minha sala de aula deveria ser uma coleção de indivíduos trabalhando em direção à mudança conceitual ou uma comunidade de alunos cujo desenvolvimento é medido pela participação em práticas disciplinares autênticas? Todas as atividades resultam na construção do conhecimento pelos alunos? Se certas ideias são consideradas corretas pelos especialistas, os alunos devem internalizá-las em vez de construí-las?</p>

<p style="text-align: center;">Dilema pedagógico</p> <p>Estão relacionados com as tentativas dos professores em fazer os alunos pensarem por si próprios, enquanto permanecem fiéis às ideias disciplinares que são aceitas socialmente. Estão relacionados também com o desenvolvimento de um conhecimento mais profundo do assunto e o gerenciamento de novos tipos de discurso e trabalho colaborativo em sala de aula.</p>	<p>Baseio meu ensino nas ideias prévias dos alunos, e não nos objetivos de aprendizagem? O que significa para mim me tornar um facilitador do aprendizado? Quais habilidades e estratégias são necessárias? Como gerencio uma sala de aula em que os alunos estão conversando entre si e não comigo? Devo colocar limites à construção das próprias ideias dos alunos? Que tipos de avaliações capturam o aprendizado que eu quero promover?</p>
<p style="text-align: center;">Dilemas culturais</p> <p>Os dilemas culturais, relacionados com a tomada da consciência da cultura de sua própria sala de aula, propõem o questionamento e a criação de suposições sobre quais tipos de atividades devem ser valorizadas. Tendem a aproveitar as experiências, os padrões de discurso e o conhecimento local de alunos com origens culturais variadas. Relaciona-se também com o fato de o professor ter que gerenciar a transformação coletiva das crenças e práticas dos alunos de acordo com as normas construtivistas.</p>	<p>Como podemos contradizer as rotinas tradicionais e eficientes da sala de aula e gerar novos acordos com os alunos acerca do que é valorizado e recompensado? Como minhas próprias imagens do passado em relação ao que é apropriado e possível em uma sala de aula me impedem de ver o potencial para um tipo diferente de ambiente de aprendizado? Como posso acomodar as visões de mundo de alunos de diversas origens e, ao mesmo tempo, transformar minha própria cultura em sala de aula? Posso confiar nos alunos para aceitarem a responsabilidade por seu próprio aprendizado?</p>
<p style="text-align: center;">Dilemas políticos</p> <p>Estão relacionados com a possibilidade de confrontar questões e situações de poder que envolvem várias partes interessadas na comunidade escolar, e também de negociar com outras pessoas a autoridade e o apoio para ensinar.</p>	<p>Como posso obter o apoio de administradores e pais para ensinar de maneira tão radicalmente diferente e desconhecida? Todas as atividades resultam na construção do conhecimento pelos alunos? Se certas ideias são consideradas corretas pelos especialistas, os alunos devem internalizá-las em vez de construí-las? Devo usar currículos aprovados que não sejam sensíveis o suficiente para as necessidades dos meus alunos ou devo criar os meus? Como diversas experiências baseadas em problemas podem ajudar os alunos a atender a padrões estaduais e locais específicos? As abordagens construtivistas preparam adequadamente meus alunos para testes de alto risco para admissões na faculdade?</p>

**Fonte:** Windschitl (2002) modificado pelos autores.

Nesta pesquisa, fizemos uma releitura desses dilemas profissionais propostos por Windshiltl (2002) no contexto educacional brasileiro enfatizando as inovações educacionais decorrentes do ensino de física por temas com abordagem CTSA e atividades investigativas. Sintetizamos tais dilemas no quadro 2:

**Quadro 2:** Uma releitura dos dilemas profissionais no contexto educacional brasileiro

Dilema conceitual	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O que devemos considerar ao propor uma atividade com abordagem CTS/CTSA ou como investigativa?</li> <li>- Qual é o papel dos conceitos e dos contextos em estudos CTSA?</li> <li>- Devo dar maior atenção aos conceitos envolvidos na temática ou às implicações sociais, econômicas e ambientais dos artefatos tecnológicos?</li> </ul>
Dilema Pedagógico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Como conciliar abrangência no estudo de um tema com o pouco tempo disponível para tal?</li> <li>- Dar voz aos estudantes ou corrigir equívocos? Permitir o trabalho autônomo ou apresentar novas informações ao debate?</li> <li>- Deixar que estudantes cheguem às suas conclusões ou apresentar um posicionamento crítico à classe?</li> </ul>
Dilema Cultural	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quais os limites e a necessidade de uso de linguagem técnica para abordagem do tema?</li> <li>- Como lidar com a falta de interesse dos estudantes com temas de ciência e tecnologia?</li> <li>- Abolir a linguagem matemática no tratamento da física ou insistir em seu uso ainda que limitado a operações simples?</li> <li>- Ensinar temas sobre os quais eu mesmo não tenho domínio e formação?</li> <li>- Como tratar de temas complexos sem fazer simplificações grosseiras ou errôneas?</li> </ul>
Dilema Político	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Como conciliar preparação para exames e testes (Enem, especialmente) e formação geral e cidadã?</li> <li>- Escola e ensino de física para que? Por que devo ensinar isso?</li> <li>- Inovar com novos temas e abordagens significa sacrificar conteúdos consagrados de física no currículo. Os alunos seriam prejudicados com isto?</li> <li>- Fazer comentários e promover debates sobre questões políticas e sociais que extrapolam a física? É justo fazer isso sacrificando conteúdos de física?</li> </ul>

Bateman (2019, p. 29) comenta que “esses dilemas fornecem uma lente para examinar os desafios que os professores enfrentam ao implementar novas políticas, além das práticas construtivistas”. Bateman (2019) ressalta ainda que os dilemas profissionais propostos por Windschitl (2002) oferece uma certa estrutura que pode servir como fundamento de análise das razões, explícitas ou não, com base nas quais os professores implementam ou não as políticas. Segundo Bateman (2019):

Professores que lidam com dilemas conceituais podem não implementar a política porque não entenderam como ela é diferente de sua prática atual. Quando os professores vivenciam um dilema pedagógico, embora entendam o que a política exige deles, podem não ter o conhecimento profundo da política ou de sua prática necessária para transformar a teoria em prática. Os dilemas culturais podem restringir os professores que determinaram como usar a prática, mas têm dificuldade em ajustar as normas culturais da sala de aula para se alinhar às novas práticas. Finalmente, os dilemas políticos podem fazer com que os professores deixem de adotar uma política porque a consideram desalinhada com suas crenças fundamentais sobre o ensino. Esses dilemas surgem à medida que os professores entendem as políticas no contexto e, portanto, as políticas estão entrelaçadas com aspectos da cultura em que os professores praticam (BATEMAN, 2019, p. 30)



## 2.4 O tema Energia Solar Fotovoltaica nos documentos curriculares

Nesta seção, iremos analisar aproximações dos documentos curriculares nacionais com o tema “Energia Solar Fotoltaica” em uma abordagem CTSA. O faremos a partir dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (1999), por sua importância histórica, pelos PCN+ (2002), que buscaram um maior detalhamento de caminhos de organização curricular, e pela BNCC em sua versão final (publicada em dezembro de 2018). Deixamos para o tópico seguinte a descrição dos contextos em que tais reformas foram propostas e de suas implicações para as práticas docentes e para a formação inicial e continuada de professores.

O primeiro documento que iremos analisar e apresentar é o PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais. Nesse documento, podemos encontrar as competências e habilidades mais amplas que são comuns às três disciplinas da ciência da natureza: Representação e comunicação, investigação e compreensão, contextualização sociocultural.

No Quadro 3, a seguir, listamos as habilidades gerais que nos parecem diretamente relacionadas com a sequência de ensino elaborada por Lima (2018).

**Quadro 3:** Competências e habilidades gerais definidas pelo PCN para o Ensino Médio

Competência	Habilidades Gerais
Representação e comunicação	Desenvolver a capacidade de comunicação.
Investigação e compreensão	Desenvolver a capacidade de questionar processos naturais e tecnológicos, identificando regularidades, apresentando interpretações e prevendo evoluções. Desenvolver o raciocínio e a capacidade de aprender.
Contextualização sociocultural	Compreender e utilizar a ciência como elemento de interpretação e intervenção, e a tecnologia como conhecimento sistemático de sentido prático.

Fonte: BRASIL (2000).

No Quadro 4 listamos, a seguir, as competências e habilidades específicas da disciplina de Física.

**Quadro 4:** Competências e habilidades específicas definidas pelo PCN para o Ensino de Física

Competências	Habilidades
Representação e comunicação	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compreender enunciados que envolvam código e símbolos físicos.</li> <li>- Compreender manuais de instalação e utilização de aparelhos.</li> <li>- Utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas gráficas para a expressão do saber físico. Ser capaz de discriminar e traduzir as linguagens matemática e discursiva entre si.</li> <li>- Expressar-se corretamente utilizando a linguagem física adequada e elementos de sua representação simbólica. Apresentar de forma clara e objetiva o conhecimento apreendido, através de tal linguagem.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conhecer fontes de informações e formas de obter informações relevantes, sabendo interpretar notícias científicas.</li> <li>- Elaborar sínteses ou esquemas estruturados dos temas físicos trabalhados.</li> </ul>
Investigação e compreensão	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenvolver a capacidade de investigação física. Classificar, organizar, sistematizar. Identificar regularidades. Observar, estimar ordens de grandeza, compreender o conceito de medir, fazer hipóteses, testar.</li> <li>- Conhecer e utilizar conceitos físicos. Relacionar grandezas, quantificar, identificar parâmetros relevantes. Compreender e utilizar leis e teorias físicas.</li> <li>- Compreender a Física presente no mundo vivencial e nos equipamentos e procedimentos tecnológicos. Descobrir o “como funciona” de aparelhos.</li> <li>- Construir e investigar situações-problema, identificar a situação física, utilizar modelos físicos, generalizar de uma a outra situação, prever, avaliar, analisar previsões.</li> <li>- Articular o conhecimento físico com conhecimentos de outras áreas do saber científico.</li> </ul>
Contextualização sociocultural	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconhecer o papel da Física no sistema produtivo, compreendendo a evolução dos meios tecnológicos e sua relação dinâmica com a evolução do conhecimento científico.</li> <li>- Dimensionar a capacidade crescente do homem propiciada pela tecnologia.</li> <li>- Estabelecer relações entre o conhecimento físico e outras formas de expressão da cultura humana.</li> <li>- Ser capaz de emitir juízos de valor em relação a situações sociais que envolvam aspectos físicos e/ou tecnológicos relevantes.</li> </ul>

**Fonte:** BRASIL (2000).

Os quadros 3 e 4 apresentam competências e habilidades que estão, diretamente, ligadas aos propósitos e perspectivas de ensino da SE apresentada neste trabalho, bem como conflui aos referenciais teóricos adotados, tais como o ensino de física abordados por temáticas, a perspectiva CTSA e as propostas investigativas das atividades. Os pontos de convergências das habilidades e competências e os referenciais adotados neste trabalho perpassam pelo desenvolvimento das habilidades de comunicação, investigação e contextualização dos alunos.

Ressaltamos que não se trata de, em uma aula, o professor conseguir desenvolver em seus alunos todas as habilidades apresentadas nos quadros 3 e 4 mas que, ele consiga ao planejar a sua aula incluir aquelas que lhe parecem mais pertinentes aos propósitos e objetivos de aprendizagem do docente.

O próximo documento a ser apresentado e analisado é o PCN+ que tratam das Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. O documento tem como objetivo:

contribuir para a implementação das reformas educacionais, definidas pela nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional e regulamentadas por Diretrizes do Conselho Nacional de Educação, [...] e [...] facilitar a organização do trabalho

da escola, em termos dessa área de conhecimento. (BRASIL, 2002, p. 7)

Um dos objetivos do ensino de Física definidos pelo PCN+ é a formação do cidadão para atuar de forma solidária na contemporaneidade, possibilitando instrumentos que o permitam compreender, intervir e participar da sociedade.

Na disciplina Física são propostas competências específicas que permitem que os estudantes observem e lidem com fenômenos naturais e tecnológicos, presentes em seu cotidiano: Representação e comunicação, Investigação e compreensão, Contextualização histórica e social.

No Quadro 5, a seguir, apresentamos as habilidades relacionadas a essas competências que estão presentes na SE em questão.

**Quadro 5:** Competências e habilidades definidas pelo PCN+ para o Ensino de Física

<b>Competências</b>	<b>Habilidades</b>
Representação e comunicação	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconhecer e saber utilizar corretamente símbolos, códigos e nomenclaturas de grandezas da Física</li> <li>- Conhecer as unidades e as relações entre as unidades de uma mesma grandeza física para fazer traduções entre elas e utilizá-las adequadamente.</li> <li>- Ler e interpretar corretamente tabelas, gráficos, esquemas e diagramas apresentados em textos.</li> <li>- Construir sentenças ou esquemas para a resolução de problemas.</li> <li>- Ler e interpretar informações apresentadas em diferentes linguagens e representações.</li> <li>- Descrever relatos de fenômenos ou acontecimentos que envolvam conhecimentos físicos.</li> <li>- Compreender e emitir juízos próprios sobre notícias com temas relativos à ciência e à tecnologia.</li> <li>- Argumentar claramente sobre seus pontos de vista, apresentando razões e justificativas claras e consistentes.</li> </ul>
Investigação e compreensão	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Frente a uma situação ou problema concreto, reconhecer a natureza dos fenômenos envolvidos, situando-os dentro do conjunto de fenômenos da Física e identificar as grandezas relevantes, em cada caso</li> <li>- Reconhecer a relação entre diferentes grandezas, ou relações de causa-efeito, para ser capaz de estabelecer previsões.</li> <li>- Reconhecer a existência de invariantes que impõem condições sobre o que pode e o que não pode acontecer em processos naturais, para fazer uso desses invariantes na análise de situações cotidianas.</li> <li>- Identificar transformações de energia e a conservação que dá sentido a essas transformações, quantificando-as quando necessário. Identificar também formas de dissipação de energia e as limitações quanto aos tipos de transformações possíveis impostas pela existência, na natureza, de processos irreversíveis.</li> <li>- Reconhecer a conservação de determinadas grandezas, como massa, carga elétrica, corrente etc.</li> <li>- Fazer estimativas de ordens de grandeza para poder fazer previsões.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conhecer modelos físicos microscópicos para adquirir uma compreensão mais profunda dos fenômenos e utilizá-los na análise de situações-problema.</li> <li>- Interpretar e fazer uso de modelos explicativos, reconhecendo suas condições de aplicação.</li> <li>- Construir uma visão sistematizada dos diversos tipos de interação e das diferentes naturezas de fenômenos da Física para poder fazer uso desse conhecimento de forma integrada e articulada.</li> <li>- Identificar e compreender os diversos níveis de explicação física, microscópicos ou macroscópicos, utilizando-os apropriadamente na compreensão de fenômenos.</li> </ul>
Contextualização histórica e social	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compreender a construção do conhecimento físico como um processo histórico, em estreita relação com as condições sociais, políticas e econômicas de uma determinada época.</li> <li>- Compreender o desenvolvimento histórico dos modelos físicos para dimensionar corretamente os modelos atuais, sem dogmatismo ou certezas definitivas.</li> <li>- Compreender o desenvolvimento histórico da tecnologia, nos mais diversos campos, e suas consequências para o cotidiano e as relações sociais de cada época, identificando como seus avanços foram modificando as condições de vida e criando novas necessidades.</li> <li>- Perceber o papel desempenhado pelo conhecimento físico no desenvolvimento da tecnologia e a complexa relação entre ciência e tecnologia ao longo da história.</li> <li>- Acompanhar o desenvolvimento tecnológico.</li> <li>- Promover situações que contribuam para a melhoria das condições de vida da cidade onde vive ou da preservação responsável do ambiente, conhecendo as estruturas de abastecimento de água e eletricidade de sua comunidade e dos problemas delas decorrentes, sabendo posicionar-se, argumentar e emitir juízos de valor.</li> <li>- Reconhecer que, se de um lado a tecnologia melhora a qualidade de vida do homem, do outro ela pode trazer efeitos que precisam ser ponderados para um posicionamento responsável.</li> </ul>

**Fonte:** BRASIL (2002).

Para o desenvolvimento das competências e habilidades mencionadas o PCN+ propõe temas estruturadores do ensino de Física, com privilégio de seis temas: 1. Movimentos: variações e conservações; 2. Calor, ambiente e usos de energia; 3. Som, imagem e informação; 4. Equipamentos elétricos e telecomunicações; 5. Matéria e radiação; 6. Universo, Terra e vida.

A sequência de ensino elaborada por Lima (2018) e reelaborada em função de aspectos de *design research* tem eixos em três dos temas listados: 2. Calor, ambiente e usos de energia; 4. Equipamentos elétricos e telecomunicações; 5. Matéria e radiação.

Para determinarmos alguns objetivos ao se ensinar energia, nesse caso energia solar fotovoltaica e suas transformações, precisamos retomar as finalidades do Ensino Médio no contexto da educação brasileira, conforme disposto na Lei de Diretrizes e Bases da Educação

(LDB, Art. 35), sancionada em 1996:

- I. A consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no Ensino Fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos;
- II. A preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;
- III. O aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;
- IV. A compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina.

A finalidade, segundo os documentos norteadores, a que se propõe o Ensino Médio brasileiro está intimamente ligada aos objetivos com os quais o ensino se pauta, de forma que, no intuito de orientar ações para o cumprimento dessas finalidades, a BNCC faz comentários acerca de cada um dos itens que relacionam a finalidade do Ensino Médio com o papel da escola. Com base nisso, iremos nos ater às ações que estão diretamente relacionadas com as possibilidades que a sequência de ensino reelaborada a partir da SE de Lima (2018), tais possibilidades são discutidas nos capítulos posteriores e pode proporcionar aos estudantes, a saber:

No que se refere ao item I, a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no Ensino Fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos:

- Favorecer a atribuição de sentido às aprendizagens, por sua vinculação aos desafios da realidade e pela explicitação dos contextos de produção e circulação dos conhecimentos.
- Garantir o protagonismo dos estudantes em sua aprendizagem e o desenvolvimento de suas capacidades de abstração, reflexão, interpretação, proposição e ação, essenciais à sua autonomia pessoal, profissional, intelectual e política.
- Promover a aprendizagem colaborativa, desenvolvendo nos estudantes a capacidade de trabalharem em equipe e aprenderem com seus pares; e
- Estimular atitudes cooperativas e propositivas para o enfrentamento dos desafios da comunidade, do mundo do trabalho e da sociedade em geral, alicerçadas no conhecimento e na inovação.

Relacionadas ao item II, a preparação básica para o trabalho e a cidadania do

educando, tem-se que:

- Garantir a contextualização dos conhecimentos, articulando as dimensões do trabalho, da ciência, da tecnologia e da cultura.
- Viabilizar o acesso dos estudantes às bases científicas e tecnológicas dos processos de produção do mundo contemporâneo, relacionando teoria e prática – ou o conhecimento teórico à resolução de problemas da realidade social, cultural ou natural; proporcionar uma cultura favorável ao desenvolvimento de atitudes, capacidades e valores que promovam o empreendedorismo (criatividade, inovação, organização, planejamento, responsabilidade, liderança, colaboração, visão de futuro, assunção de riscos, resiliência e curiosidade científica, entre outros), entendido como competência essencial ao desenvolvimento pessoal, à cidadania ativa, à inclusão social e à empregabilidade.

Relacionada ao item III, é também finalidade do Ensino Médio o aprimoramento do educando como pessoa humana, e são estas as ações elencadas pela BNCC:

- Promover o diálogo, o entendimento e a solução não violenta de conflitos, possibilitando a manifestação de opiniões e pontos de vista diferentes, divergentes ou opostos.
- Valorizar sua participação política e social e a dos outros, respeitando as liberdades civis garantidas no estado democrático de direito.

Em relação ao item IV, a compreensão dos fundamentos científicos tecnológicos dos professos produtivos, elencamos:

- Compreender e utilizar os conceitos e teorias que compõem a base do conhecimento científico-tecnológico, bem como os procedimentos metodológicos e suas lógicas.
- Apropriar-se das linguagens científicas e utilizá-las na comunicação e na disseminação desses conhecimentos.

A BNCC da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias propõe um aprofundamento nas temáticas Matéria e Energia, Vida e Evolução, e Terra e Universo. Segundo esse documento os conhecimentos conceituais relacionados a essas temáticas podem constituir uma base que permite aos estudantes investigar, analisar e discutir situações-problema que surgem de diversos contextos socioculturais, além de possibilitar a compreensão e interpretação de leis, teorias e modelos, aplicando-os na resolução de problemas individuais, sociais e ambientais.

Daremos destaque para o tema Matéria e Energia, no Ensino Médio, tema principal da SE elaborada por LIMA (2018). Esse tema proporciona múltiplas possibilidades de ensino, por meio de diferentes modelos, levando em consideração os níveis de abstração que buscam explicar, analisar e prever os efeitos e as interações e relações entre matéria e energia. Algumas dessas possibilidades, apresentadas pela BNCC, são: analisar matrizes energéticas ou realizar previsões sobre a condutibilidade elétrica e térmica de materiais, e sobre o comportamento dos elétrons frente à absorção de energia luminosa.

Sobre as competências específicas de Ciência da Natureza e suas Tecnologias a BNCC, apresenta das três, compreendemos que as três são pertinentes a nossa proposta de ensino e são elas:

1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.
2. Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.
3. Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

Em relação à competência específica 1, elencamos as seguintes habilidades:

- **(EM13CNT101)** Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.
- **(EM13CNT103)** Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso

cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica.

- **(EM13CNT106)** Avaliar, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais e culturais.
- **(EM13CNT107)** Realizar previsões qualitativas e quantitativas sobre o funcionamento de geradores, motores elétricos e seus componentes, bobinas, transformadores, pilhas, baterias e dispositivos eletrônicos, com base na análise dos processos de transformação e condução de energia envolvidos – com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais –, para propor ações que visem a sustentabilidade.

Compreendemos que a proposta da SE apresentada nesta pesquisa, possibilita a utilização do conhecimento sobre radiações não ionizantes por se tratar de energia solar fotovoltaica, bem como a utilização da transformação da energia luminosa em energia elétrica. A proposta de ensino possibilita, ainda, que os estudantes avaliem os dispositivos de transformação (painel solar), distribuição (cabos, torres de distribuição), consumo (aparelhos domésticos) e sua relação de custo-benefício. Propusemos, por exemplo, uma atividade na qual o estudante dimensiona um projeto de painel solar fotovoltaico para a sua escola. Essa atividade permite que o aluno realize previsões qualitativas e quantitativas sobre o funcionamento dos geradores, componentes e dispositivos eletrônicos e, com isso, compreendemos que a SE pode desenvolver as habilidades, anteriormente, mencionadas.

Em relação à competência específica 2 compreendemos que as seguintes habilidades estão associadas a:

- **(EM13CNT203)** Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia, utilizando representações e simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como *softwares* de simulação e de realidade virtual, entre outros).



- **(EM13CNT205)** Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.

A SE apresentada, neste trabalho, possibilita que os estudantes desenvolvam as habilidades EM13CNT203 e EM13CNT205. As atividades que estão relacionadas com o uso do simulador possibilitam que os estudantes compreendam e realizem cálculos para a previsão da eficiência e eficácia do painel solar em sua região. As atividades relacionadas à matriz energética brasileira, referente às hidroelétricas e seus impactos ambientais, possibilitam que os estudantes interpretem e compreendam mapas e gráficos.

No que se refere à competência específica 3, temos as seguintes habilidades:

- **(EM13CNT301)** Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
- **(EM13CNT302)** Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.
- **(EM13CNT303)** Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.
- **(EM13CNT307)** Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas,

arquitetônicas ou tecnológicas) e/ ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano.

- **(EM13CNT308)** Investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais.
- **(EM13CNT309)** Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais.
- **(EM13CNT310)** Investigar e analisar os efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços básicos (saneamento, energia elétrica, transporte, telecomunicações, cobertura vacinal, atendimento primário à saúde e produção de alimentos, entre outros) e identificar necessidades locais e/ou regionais em relação a esses serviços, a fim de avaliar e/ou promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida e nas condições de saúde da população.

Compreendemos que a SE elaborada por LIMA (2018), diretamente, não se baseou nas habilidades e competências da BNCC-CN mas, no que tange à competência específica 3, grande parte das habilidades estão passíveis de serem desenvolvidas pelos alunos durante os estudos da SE. Entre elas, temos diversas atividades nas quais os alunos precisam elaborar hipóteses, por exemplo, como acontece a transformação de luz em energia elétrica, realizar previsões, comunicar resultados de análises, descrevendo, entre outros, quais fatores influenciam no brilho do LED durante a atividade prática, fazer pesquisas ou experimentos, interpretar textos, analisar as propriedades dos materiais, quando trabalham com semicondutores, analisar questões socioambientais, nos estudos dos impactos das hidroelétricas no Brasil, dentre outros.

Apresentamos como o tema energia solar fotovoltaica está, diretamente, relacionando com os documentos curriculares. Existem diversas possibilidades de aprofundar o tema e desenvolver habilidades e competências nos estudantes.

No capítulo 5, sessão 5.5 apresentaremos algumas análises sobre os documentos norteadores a relação entre as SE elaboradas e reelaboradas neste trabalho, destacamos que o objetivo central deste item, não é esgotar as análises a cerca do tema, mas sim colocar um

ponto de luz, na intercessão dessa produção acadêmica e sua relação com os documentos diretivos.

### 3 Metodologia

Neste capítulo, iremos apresentar os pressupostos metodológicos da pesquisa, justificando escolhas conforme os contextos educativos investigados e em sintonia com os referenciais teóricos e objetivos da pesquisa. Iniciamos caracterizando a sequência de ensino sobre energia solar fotovoltaica, produzida originalmente no contexto da pesquisa de Lima (2018), para então descrever os contextos de atuação dos professores participantes da pesquisa e, em seguida, justificar e apresentar os instrumentos de coleta e análise de dados.

#### 3.1 Caracterização da Sequência de Ensino sobre Energia Solar Fotovoltaica

Para apresentar a Sequência de Ensino sobre Energia Solar Fotovoltaica elaborada por Lima (2018) pautando-nos em três aspectos que consideramos essenciais na docência: problematização, contextualização e interatividade.

A SE em questão foi inicialmente planejada e desenvolvida para ser realizada em 20 aulas, o que equivale a pouco mais do que um bimestre letivo de disciplina de Física que conta, usualmente, com 2 aulas semanais<sup>3</sup>.

O pré-requisito para a aplicação da SE era que os estudantes já tivessem tido contato com alguns conteúdos, tais como diferença de potencial, corrente elétrica, potência, circuito em série e em paralelo. As atividades foram aplicadas em cinco turmas do 3º ano do Ensino Médio. Em seu trabalho, Lima (2018) informa que foram acompanhadas três turmas do terceiro ano de uma escola pública estadual, havendo registro sistematizado dos dados em uma delas.

Foram realizadas 13 atividades com os discentes durante o período programado, com características investigativas e sempre pautadas em aspectos de CTS. No Quadro 2 apresentamos a síntese dessas atividades.

**Quadro 2** – Intenções de ensino da sequência proposta por Lima (2018)

<b>BLOCO DE ATIVIDADES</b>	<b>CONTEÚDOS, CONCEITOS E IDEIAS-CHAVE</b>	<b>INTENÇÕES DE ENSINO</b>	<b>RECURSOS DIDÁTICOS</b>
BLOCO 1: Atividades 1 e 2	Transformação de energia solar (luminosa) em eletricidade num elétrico alternativo. Autogeração de energia elétrica distribuída em gerador (PF).	Fazer com que o estudante consiga reconhecer a função de cada parte da miniusina solar e alguns dos possíveis impactos (sociais e ambientais) do uso de um sistema fotovoltaico	Miniusina solar (painel fotovoltaico, controlador de cargas e baterias), Voltímetro, Vídeos, Caderno de atividades.

<sup>3</sup> Sendo 200 dias letivos, disciplinas que contam com 2 aulas semanais terão um total de 80 aulas anuais, incluindo sábados letivos, semanas de prova e recuperação, entre outros eventos escolares.

		distribuído em microescala (no caso na escola).	
BLOCO 2: Atividades 4 a 8	Energia, Potência; Eficiência energética, Constante solar, Radiação solar média, Movimento aparente do Sol no céu, Relação do Sol com processos naturais e tecnológicos na Terra, Dimensionamento de um sistema fotovoltaico na escola.	Fazer com que o estudante consiga resolver problemas relacionados ao uso e implementação de um sistema fotovoltaico (SF), por meio do uso dos conceitos/conteúdos trabalhados nas atividades, e que ele reconheça o Sol como fonte primária de energia para a Terra e a sua influência em processos de regulação da natureza como os ventos, as chuvas e a fotossíntese, assim como em processos tecnológicos (mais especificamente um SF).	Textos, Vídeos Simuladores, Aplicativos, Caderno de atividades.
BLOCO 3: Atividades 9 e 10	Semicondutores tipo P e N, Junção PN, Efeito fotovoltaico.	Fazer com que o estudante reconheça o que é um semicondutor tipo P e tipo N e sua importância para a eletrônica moderna, para a geração de eletricidade e para iluminação. Levar o estudante a reconhecer o que é o efeito fotovoltaico e como ele ocorre na célula solar.	LEDs, PF; Textos, Vídeos, Caderno de atividades.
BLOCO 4: Atividades 11 a 13	Energia elétrica e seus possíveis impactos socioambientais.	Fazer com que o estudante reconheça a nossa matriz elétrica (desde a sua base de geração até o sistema de transmissão e distribuição). Levar o estudante a refletir sobre os possíveis impactos sociais, econômicos e ambientais do uso de sistemas fotovoltaicos distribuídos (numa escala macro) para o Brasil. Ajudar na formação de cidadãos mais críticos e reflexivos, engajados politicamente, atuantes na sociedade e no ambiente.	Vídeos, Textos, Caderno de atividades, Mapas, Fluxogramas.
BLOCO 5: Atividades avaliativas (3, 14, 15 + provas bimestral e mensal)	Atividades avaliativas.	Avaliar os estudantes na apreensão de conceitos/conteúdos físicos trabalhados na SE, assim como de valores/habilidades ligados ao enfoque CTSA para a formação de cidadãos mais críticos e reflexivos.	<i>Internet</i> e Slides (atividade 3).

Fonte: Lima (2018)

Durante a reelaboração da SE para este trabalho, sentimos a necessidade de procurar outras publicações que contemplassem o tema energia solar, energia luminosa e sua

transformação em energia elétrica. Para tanto, fizemos buscas no Portal de Periódicos da CAPES, no primeiro semestre de 2019, encontrando os seguintes textos: as teses “Energia Solar Fotovoltaica: Conceitos e Aplicações para o Ensino Médio”, de Souza (2016); “Práticas de Metodologias Ativas no Ensino De Ciências: Uma abordagem no uso da energia solar fotovoltaica”, de Mendonça (2018); “Energia Solar como Temática Ambiental para as Aulas de Física”, de Pereira (2003); e a dissertação intitulada “Micro Usina Solar e o Efeito Fotovoltaico para Alunos do Terceiro Ano do Ensino Médio”, de Soares (2018). Esses textos permitiram identificar como o tema energia solar e suas transformações em energia elétrica foram abordados em outros contextos, distintos daqueles utilizados na dissertação de Lima (2018). Buscamos, ainda, identificar como esses conteúdos costumam ser abordados nessa perspectiva, observar quais aspectos são levantados e quais são as possíveis formas de problematização.

Além de permitir uma visão ampliada das possibilidades desta temática no ensino de física, os trabalhos identificados na revisão bibliográfica foram também utilizados para reelaboração da SE, uma vez que alguns professores apontaram o desejo de complementar a proposta original com outros recursos.”

Após o levantamento bibliográfico, convidamos oito professores, docentes que estavam vinculados aos programas Residência Pedagógica e PIBID, ambos da UFMG, para participarem do projeto de pesquisa. Essa escolha se deu por acreditarmos que os professores inseridos nesses programas tendem a estar mais propensos a diferentes metodologias de ensino. Além disso, o fato de esses professores estarem ligados à universidade, tornaria mais fácil a comunicação entre pesquisador e docentes.

Para a reconstrução da SE, convidamos esses professores para participarem do processo de reconstrução da SE, sugerindo alterações e colocando novas perspectivas, para então aplicá-la em suas salas de aula, pois, segundo Maldaner (1999, p. 30), “é o professor que explicita suas teorias tácitas, reflete sobre elas e permite que os alunos expressem o seu próprio pensamento e estabeleçam um diálogo reflexivo recíproco para que, dessa forma, o conhecimento e a cultura possam ser criados e recriados junto a cada indivíduo”.

### **3.2 Contexto dos professores**

Nesta pesquisa de mestrado consideramos que os professores têm um papel muito

importante e ativo na reelaboração de sequência de ensino que selecionam para uso em sala de aula. Na pesquisa que será aqui relatada, buscamos evidências de que os professores, em seus contextos, são capazes de discernir se, é possível ou não a aplicação de algumas atividades e, também, de elencar os conteúdos, as habilidades e competências com que deseja trabalhar. Em resumo, partimos do pressuposto de que os professores não são meros reprodutores ou aplicadores de atividades. Segundo Nascimento et al (2009), os conhecimentos que professores geram a partir de sua *praxis* diferem dos conhecimentos acadêmicos, pois:

de um ponto de vista epistemológico, o conhecimento construído pelos professores em suas salas de aula é um conhecimento particularizado, de tom marcadamente pessoal, um saber docente que cada professor desenvolve em sua experiência de modo a lidar satisfatoriamente com os dilemas e desafios que se apresentam no cotidiano das suas aulas. Por sua vez, o conhecimento produzido pela pesquisa é, pelos próprios critérios e práticas epistêmicas da ciência, um conhecimento generalizado, que abstrai das situações particulares o que há de comum entre elas, e, desse modo, se afasta da prática, podendo lançar, inclusive, uma nova luz sobre elas. (NASCIMENTO; GUIMARÃES; EL-HANI, 2009, p. 2)

Tomando como proposta as sequências de ensino voltadas aos temas de energia solar fotovoltaica, consideramos que o professor em sala de aula quando toma conhecimento e decide trabalhar com uma sequência de ensino, pode engajar-se dela e, por conseguinte, colocá-la em prática junto aos seus alunos. Dessa forma, provavelmente, irá significá-la e ressignificá-la com o seu olhar. Buscamos identificar e levantar de que forma acontecem as relações de (re)significação e escolhas entre o que foi proposto pelo autor da SE e as formas com que o professor aplicador a faz.

Dos oito professores convidados, três aceitaram participar da pesquisa. Os três participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE, ver apêndice I), mostrando-se dispostos a participar da pesquisa. Após o convite aceito pelos docentes, organizamos dois momentos de entrevistas, a primeira com o intuito de compreender o que eles pretendiam ensinar, tais como as definições de objetivos, conteúdos, atividades, recursos, organização temporal e formas de avaliação. O segundo momento de entrevista, foi um relato das experiências de ensino e seus resultados, considerando os contextos e constrangimentos encontrados para tal. Portanto, podemos dizer que o intuito era compreender não apenas como eles ensinaram o conteúdo, mas sobretudo como refletiram sobre o ensino e como avaliaram os resultados

Os professores que participaram da pesquisa tiveram seus nomes alterados para Henrique, Sofia e Bruno, eles serão designados desta forma durante todo este trabalho.

Todos os professores são formados em Física pela UFMG, tendo um deles (Bruno) concluído a graduação recentemente e os outros, com mais de dez anos de graduados. Os três professores são docentes em três diferentes escolas públicas da Rede Estadual de Minas Gerais. Ressaltamos também, que o professor Henrique fez parte da primeira rodada de aplicação da SE, feita por Lima (2018) e participou do processo de produção da SE utilizada naquela pesquisa.

### **3.3 Desenho da pesquisa e percursos metodológicos**

Esta pesquisa de mestrado foi dividida em duas partes. A primeira, executada no segundo semestre de 2019, envolveu o convite aos professores, a leitura prévia do material, a realização das entrevistas com os três professores que aceitaram participar da pesquisa, a adaptação da sequência de ensino conforme as escolhas dos professores e a aplicação da SE em suas salas de aula.

Após a entrevista de adaptação e adequação das SE, o pesquisador estruturou um caderno, em estilo livreto, contendo as atividades que os professores haviam mencionado durante as entrevistas. Os livretos foram entregues aos professores que, por sua vez, realizaram leituras para aprovar a impressão dos cadernos para cada um de seus estudantes. O professor Bruno solicitou a inclusão de uma atividade, potência, energia e eficiência que, segundo ele, tende a ser cobrada no ENEM. Em conversas com o professor Henrique, explicitando as questões referentes aos exames externos, ele também optou por incluir a atividade potência, energia e eficiência em sua SE.

Após os professores autorizarem a impressão dos livretos para todos os seus estudantes, iniciaram-se as aplicações da SE. Posteriormente às aplicações, realizamos entrevistas de validação com os professores, de maneira síncrona e online.

Analisamos conforme os referenciais indicados neste trabalho, quais dilemas estão presentes durante os processos de escolha desses professores para viabilizar as adequações necessárias para a aplicação da SE, assim como dilemas presentes no desenvolvimento da SE em salas de aula, tais como tempo para aplicação, conteúdos e conceitos científicos, avaliação e proposta de abordagem.

#### **3.3.1 Entrevistas**



De acordo com Duarte (2004, p. 215), as entrevistas “são fundamentais quando se precisa/deseja mapear práticas, crenças, valores e sistemas classificatórios de universos sociais específicos. Os protocolos dessas entrevistas podem ser encontrados no Apêndice D.

Foram feitas duas entrevistas com cada professor. A primeira antes da aplicação da SE, nos meses de setembro e outubro de 2020, e a segunda pós a aplicação da SE, nos meses de fevereiro de março de 2020.

Previamente às primeiras entrevistas, pedimos aos professores que fizessem a leitura do capítulo “Energia solar fotovoltaica: relato reflexivo de uma sequência de ensino com abordagem CTSA”, de Lima, Aguiar e Silva, presente no livro “Sequências de Ensino de Física Orientadas pela Pesquisa: Experiências do PIBID e ProMestre/UFMG”, organizado por Aguiar (2018). Esse capítulo apresenta, em síntese, a sequência de ensino produzida por Lima (2018), as intenções de ensino pensadas originalmente para essa proposta, e algumas análises sobre as possibilidades de aplicação dessa SE.

A primeira entrevista foi fundamentada no capítulo mencionado, abordando principalmente as atividades desenvolvidas na sequência de ensino e a relação dessas atividades com os aspectos CTSA, cujo detalhamento reproduzimos no Apêndice L – Atividades desenvolvidas na sequência de ensino (Quadro 3) e no Apêndice M – As atividades da sequência de ensino e os aspectos CTSA (Quadro 1).

As entrevistas com os docentes foram realizadas em suas respectivas escolas, com a utilização de um gravador e de um caderno de campo para fazer anotações pertinentes, como observações faciais. Posteriormente as entrevistas foram ouvidas e transcritas em sua íntegra.

Com base nas pretensões e sugestões para o ensino do tema apresentadas pelos entrevistados foi ajustada uma SE diferente para cada um deles. A escolha das atividades que compuseram a SE dos respectivos professores, foi feita com o auxílio dos mesmos. Durante as entrevistas foram realizadas perguntas que orientavam suas escolhas, tais como: das atividades propostas pelos autores (LIMA, AGUIAR E SILVA, 2018, p. 148-149), quais você considera mais adequadas para uso em sala de aula? O que modificaria nelas? Quais considera mais viáveis e relevantes? Quais outras considera que fogem do contexto com os quais pretende trabalhar? Também, durante a entrevista, o pesquisador apresentou outras atividades encontradas na pesquisa bibliográfica, além das atividades propostas por LIMA (2018).

Após a entrevista, o pesquisador e o orientador de mestrado fizeram uma pré-seleção das atividades, tendo em vista os objetivos de ensino e aprendizagem de cada professor, as expectativas e preocupações relativas ao tempo que o docente reservava para aplicação da SE. Feito isso, marcou-se uma conversa presencial entre o pesquisador e cada um dos professores, separadamente, para definir quais atividades iriam compor, de fato, a SE que o docente iria utilizar em suas aulas. As atividades que compuseram a sequência de ensino foram oriundas da primeira versão da sequência de ensino (Lima, 2017; Lima, Aguiar e Silva, 2018), com algumas adequações, conforme a demanda e propósitos levantados pelos professores.

Tendo feito as escolhas das atividades, textos e imagens que estariam nas respectivas SE, o pesquisador diagramou três livretos diferentes, que podem ser encontrados nos anexos I, J, K, destinados a cada um dos professores. Uma cópia foi entregue aos mesmos para que eles fizessem a aprovação final, do conteúdo, texto, imagens e diagramação. Depois da aprovação, pelos professores, dos seus respectivos livretos, foram feitas cópias para cada um de seus alunos, entregues aos estudantes durante a primeira aula da SE.

Designaremos por “trilhas” a cada um desses caminhos de apropriação e ajustes da sequência de ensino original, pelos professores, para seus contextos de trabalho. As “trilhas” revelam, assim, preferências e escolhas, e reverberam preocupações docentes que se relacionam com dilemas profissionais vividos por cada um destes professores frente às definições do currículo (o que ensinar, como ensinar, para que e para quem ensinar).

Ao analisar cada uma dessas trilhas e compará-las entre si, percebemos algumas convergências (escolhas e preocupações comuns) e diferenças (foco em aspectos distintos do tema “energia solar fotovoltaica”).

Durante aplicação da sequência de ensino, quatro aulas foram gravadas e constam nos dados da pesquisa. As aulas foram acompanhadas por bolsistas do PIBID e da Residência Pedagógica. O pesquisador participou da aplicação da sequência de ensino em algumas aulas.

Foram realizadas entrevistas após a aplicação da sequência de ensino, também de forma semiestruturada, com o objetivo de compreender quais foram as impressões dos professores, identificar os pontos positivos e negativos durante a execução. Procuramos, ainda, entender quais obstáculos fizeram parte do desenvolvimento da sequência com cada um dos professores.

As entrevistas realizadas pós-aplicação foram realizadas por meio de plataformas

virtuais, o pesquisador e docente conectados de maneira síncrona, em função do contexto de pandemia. Com o consentimento dos entrevistados elas foram gravadas, de forma a permitir uma análise futura. Os áudios foram transcritos integralmente pelos pesquisadores. O protocolo da entrevista realizada pós-aplicação pode ser encontrado no Apêndice E.

### **3.3.2 Coleta e análises de dados**

As sequências de ensino foram aplicadas pelos professores que participaram das entrevistas, os quais contaram com o apoio dos licenciandos do PIBID e da RP, auxiliando na montagem dos aparatos tecnológicos, tirando dúvidas dos estudantes e atendendo a algumas demandas dos professores.

Cada professor teve autonomia para escolher a ordem de execução das atividades que compunham a sequência. Os docentes também escolheram a forma como gostariam que a atividade fosse executada, se em grupo, em dupla ou individual, por exemplo. Foram planejadas de 5 a 8 aulas para a aplicação completa das atividades.

Para coletar os dados, procuramos diversificar as fontes de obtenção, para mais tarde termos diferentes formas de cruzar as informações. Para permitir uma descrição da sala de aula e dos contextos educacionais, valemo-nos das fontes de obtenção de dados normalmente utilizadas em pesquisas de cunho qualitativo. Não foi possível ao pesquisador acompanhar todas as aulas de todos os professores, portanto, não foi utilizado caderno de campo, mas as aulas tiveram acompanhamento dos bolsistas PIBID e RP que fizeram relatos ao pesquisador por meio de conversas informais.

Os dados desta pesquisa baseiam-se, majoritariamente, nas entrevistas pré aplicação da SE e nas entrevista pós aplicação da SE, gravadas e transcritas que foram realizadas com os três professorxs que participaram da pesquisa.

Os estudantes que participaram das atividades foram convidados a assinar o TCLE e também o TALE – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido, que se encontram nos Apêndices J e K respectivamente.

## **4. Resultados/ Dados**

Nesta abertura do capítulo 4, temos a apresentação prévia das entrevistas com os professores Bruno, Henrique e Sofia, respectivamente. As entrevistas aconteceram em dois momentos, um pré aplicação da SE e um momento pós aplicação da SE. Apresentaremos as entrevistas modo mais descritivo, seguida por uma análise que será feita no capítulo seguinte.

Temos quatro aulas gravadas parcialmente, ou seja, não são gravações de uma aula completa. São duas gravações feitas pela professora Sofia durante uma aula da sequência de ensino, uma aula gravada pelo professor Bruno e uma atividade experimental gravada pelo professor Henrique.

Temos também um total de 70 atividades realizadas pelos estudantes no decorrer da SE que irão servir também de dados para as análises posteriores.

### **4.1 Entrevistas pré aplicação da SE**

Apresentaremos a seguir as perguntas realizadas aos professores, acompanhadas de alguns comentários que nos parecem pertinentes.

A primeira pergunta – “Você fez a leitura de todo caderno do aluno? O que mais te atrai nessa proposta de ensino?” – teve como objetivo, não deixar o professor constrangido, caso a primeira resposta fosse negativa, mas apurar se o professor tinha lido todo o caderno, o que era importante para a condução das outras perguntas, pois somente com a leitura as questões seguintes fariam sentido.

Dando continuidade à entrevista perguntamos aos docentes: “Das atividades propostas, sintetizadas no Quadro 3 (Apêndice L) quais você considera mais adequadas para uso em sala de aula? O que modificaria nelas?” Essas perguntas eram de extrema importância para compreender os critérios que os professores utilizam para selecionar uma atividade, e quais as modificações fazem para inseri-las em suas aulas.

O terceiro bloco de perguntas buscava compreender quais seriam as intenções de ensino do professor ao utilizar/adaptar a SE para suas aulas: “Quais atividades você considera mais viáveis e relevantes? Quais outras considera que fogem do contexto com o qual pretende trabalhar?”

Uma vez que SE inicial necessitava de computadores e *Datashow* para algumas aulas e materiais experimentais para outras, foi preciso compreender se as escolas possuíam tais ferramentas e se os professores acreditam que elas eram válidas e eficazes. Além do conhecimento da realidade das escolas, buscávamos compreender como os professores avaliavam os recursos didáticos previstos na SE e a adequação dos mesmos aos propósitos de ensino identificados por eles como os mais relevantes. Assim, a quarta pergunta no protocolo da entrevista era: “Os recursos usados (textos, experimentos, vídeos, diagramas e simulações) foram adequados e suficientes para os propósitos da sequência de ensino? Que modificações faria?”.

Perguntamos, ainda, aos docentes, o que, na visão deles, estaria faltando e o que estaria “sobrando” na sequência de ensino, novamente no intuito de compreender quais eram as intenções de ensino do professor, levando em consideração o seu contexto e sua experiência pretérita.

A quinta pergunta estava relacionada com a ordem dos textos: “O que você acha da ordem dos textos e atividades que compõe a sequência de ensino?” Pretendíamos com essa pergunta compreender como os docentes organizariam a SE que eles iriam aplicar em sala de aula, saber quais seriam as atividades e textos que lhes pareciam mais indicados para iniciar a SE e quais seriam as atividades que comporiam a SE.

No bloco de perguntas seguinte abordamos os princípios substantivos que teriam orientado os autores na proposição dessa sequência de ensino, citados no texto (LIMA, AGUIAR, SILVA, 2018). Solicitamos aos professores que comentassem e apontassem a relevância que atribuíam a cada um desses princípios e se eles haviam sido adequadamente contemplados na proposta da SE. No intuito de compreender como o professor organizaria a sua SE sobre o mesmo tema, perguntamos a eles quais seriam os seus “princípios substantivos” para organização de uma proposta de ensino sobre o tema.

Nas próximas perguntas, alteramos o foco, para compreender como os professores se relacionavam com as abordagens CTSA e com o caráter investigativo de algumas atividades. Pedimos aos professores que comentassem a respeito das vantagens/contribuições e dos problemas/dificuldades em desenvolver temas de Física tanto em relação à abordagem CTSA quanto em relação à abordagem investigativa. Perguntamos também que experiências docentes eles tinham com esses tipos de abordagem no ensino de Física.

O penúltimo bloco de perguntas, que abordou a organização da sequência didática (previsão de 20 aulas, incluindo-se as avaliações, divididas em blocos de conteúdo e

intencionalidade), contemplou perguntas acerca de quais desses blocos lhe pareciam mais relevantes ou interessantes para o seu contexto de trabalho e quais descartaria e por quais razões. Essas perguntas nos serviram para a reelaboração da SE.

A última pergunta foi realizada considerando a possibilidade de uma organização alternativa do material da sequência, diferente da que apresentamos no Quadro 2, envolvendo atividades com foco em três blocos: 1. Questões sociocientíficas (matriz energética e políticas públicas em geração distribuída de energia elétrica); 2. Usos e compreensão do artefato tecnológico em contextos; 3. Princípios e modelos científicos sobre conversões de energia em uma célula fotovoltaica. Em relação a essa alternativa, foi perguntado aos professores: Para organizar o trabalho em sua escola, quais blocos de conteúdo lhe parecem mais adequados ou relevantes? Optaria por um deles ou por uma alternância de dois ou mais deles? Quais? Com isso, pretendíamos levantar subsídios para reorganizar e reelaborar a SE de forma que chegássemos o mais próximo da realidade dos professores, de acordo com os seus propósitos de ensino, levando em consideração os seus diferentes contextos.

A seguir apresentaremos as entrevistas dos três professores. Os nomes dos docentes foram alterados para preservar a sua identidade e integridade. A transcrição da íntegra das entrevistas consta dos Apêndices A, B, C, F, G e H.

#### **4.1.2 Entrevista com o professor Henrique**

A seguir apresentaremos algumas das respostas dadas pelo professor Henrique durante a entrevista, observada a sequência das perguntas acima apresentada. A transcrição da entrevista na íntegra pode ser lida no Apêndice A. Lembramos o Professor Henrique havia participado da elaboração da SE original e utilizado em salas de aula, experiência relatada na pesquisa de Lima (2019). Em sua entrevista, ele faz recorrentes referências a esta experiência prévia para pensar em modificações possíveis para uma retomada da temática em suas aulas de 3º ano de Física.

Iniciamos a entrevista perguntando ao professor se tinha feito a leitura de todo caderno do aluno e o que mais lhe atraía nessa proposta de ensino. O professor respondeu que fez a releitura de todo o capítulo do livro. Segundo ele a Atividade 1 (Explorando o tema energia solar fotovoltaica) é a que gera o maior impacto nos estudantes, por ser diferente das que eles estão acostumados, já que nessa atividade os alunos podem tocar o aparato

tecnológico, observar o que acontece, elaborar hipóteses. Ainda conforme o professor, essa atividade introduz um certo nível de autonomia aos estudantes.

Dando continuidade à entrevista, perguntamos quais das atividades da SE, sintetizadas no Quadro 3 (Apêndice L), ele considerava mais relevantes e que gostaria de dar maior ênfase. O professor disse então que se interessa mais na parte que envolve Física Moderna como, por exemplo, a Atividade 9 (LEDS: uma opção para a geração fotovoltaica?), relacionada à dopagem dos semicondutores, de modo a “compreender o que é que é um semicondutor, como fazer a dopagem, o que é que é a junção PN, saber que um led pode se comportar. essa atividade eu acho fundamental para compreender o processo.”

Sobre o que modificaria na SE, o professor Henrique sugeriu fundir as atividades 2 (Autogeração de energia elétrica e energia distribuída) e 3 (Seminários/Projetos de energia solar) e, ainda, trazer para o início da SE, antes destas atividades, a discussão sobre a matriz energética brasileira (na SE original, esta discussão está posta ao final). Isso permitiria, segundo ele, trazer uma discussão sobre energias renováveis primeiro e sobre energia solar num segundo momento. Ele considera, ainda, possível suprimir as atividades relacionadas à potência e eficiência energética, que podem ser consideradas repetitivas pelos estudantes, uma vez que esse conteúdo já foi visto por eles.

Perguntamos ao professor quais atividades ele considerava mais viáveis e relevantes e quais outras considerava que fugiam do contexto com os quais pretendia trabalhar. O professor respondeu buscando identificar o que poderia ser suprimido, por questão de tempo. Segundo ele, a Atividade 6 (O Sol como fonte de energia e os processos naturais) deveria ser pensada para uma aula informativa. Além disso, disse ter gostado muito das atividades 7 (Seguindo o Sol: como posicionar placas fotovoltaicas?) e 8 (Dimensionando um projeto de energia solar para a escola) mas consider que poderiam ser unificadas e até mesmo realizadas em casa, para ganhar tempo.

Questionamos o professor se os recursos usados (textos, experimentos, vídeos, diagramas e simulações) tinham sido adequados e suficientes para os propósitos da sequência de ensino e que modificações ele faria. Sobre os recursos, o professor disse que seria interessante colocar mais atividades mais investigativa, comprando mais painéis para trabalhar com seis grupos. E que também seria interessante procurar vídeos mais atuais.

Em seguida, perguntamos ao professor sobre o que estaria faltando e o que estaria sobrando na SE. Para o docente, falta explorar um pouco melhor a dimensão de ciência como, por exemplo, na aula cujos temas foram LED, conceitos de Física Moderna e Física

Quântica. Outra sugestão foi a de fazer algumas atividades investigativas usando pequenos painéis de led, em atividades com grupos.

Em relação à ordem das atividades o professor disse que seria interessante começar pela matriz energética brasileira, mas sem descartar a Atividade 1 (Explorando o tema energia solar fotovoltaica), já que, segundo ele, é muito importante explicar os sistemas *off grid* e *on grid*. O docente sugeriu também que a última atividade da sequência de ensino com um seminário sobre eletricidade, política e sociedade.

Na última parte da entrevista, perguntamos sobre como o professor avaliava a pertinência dos princípios substantivos que orientaram escolhas na produção da SE<sup>4</sup>. O professor comentou que o Princípio 1 perpassa pela oportunidade de levar esse assunto à reflexão dos alunos, buscando despertar a curiosidade dos estudantes e sugerindo posicionamentos sobre política energética e compreendendo como tais decisões afetam a sociedade. No que se refere ao Princípio 2, para o Professor Henrique ele orienta para atividades que fazem articulação entre a ciência, a tecnologia e o cotidiano dos estudantes. O importante é que façam os alunos pensarem sobre estas questões, “se verem como alguém que produz e faz ciência”. Já em relação ao princípio três, o professor confessou que o seu grande sonho como educador é dar autonomia aos estudantes, mas é preciso lembrar que este é um processo de longo prazo, para a vida toda, o que impõe dificuldades em como avaliar seus resultados. Com referência ao uso desses princípios em uma sequência de ensino, o professor mencionou que existem inúmeras vantagens, principalmente no tocante à oportunidade de um diálogo e de interação maior do professor e aluno. Segundo ele, a ideia de dar autonomia aos estudantes é muito interessante para o professor, pois evidencia que ciência não envolve apenas questões técnicas, mas também sociais e políticas, trazendo informações e debates que podem orientar os estudantes em tomadas de decisão mais qualificadas.

Quando perguntado sobre o fato de a proposta de ensino ser inspirada na abordagem CTSA e que algumas atividades pretendiam ter um caráter investigativo, o professor comentou que enquanto a abordagem tradicional corre o risco de virar uma receita de bolo, a abordagem CTS pode despertar nos alunos um certo engajamento, pois não se trata de um conhecimento imposto aos estudantes, pois, conforme o professor, essa abordagem explicita

---

<sup>4</sup> . Quanto aos princípios substantivos, lembramos que o primeiro relaciona-se a uma possível articulação entre os contextos locais e o tema, o segundo está relacionado a articulação entre as dimensões CTSA e a problematização, o terceiro está relacionado com o desenvolvimento da autonomia dos estudantes.



a ciência presente na sociedade, como parte, como estrutura. Uma das dificuldades apontadas pelo docente está relacionada ao perfil conservador de alguns alunos, que preferem o ensino tradicional: livro didático, explicação de conteúdo, uso de fórmulas e correção de exercícios. Outro obstáculo apontado por ele se refere à dificuldade dos alunos frente às atividades investigativas e de interpretação, as quais não se apresentam como uma receita de bolo, o que faz com que eles não saibam por onde começar.

A vantagem da proposta inspirada em CTSA e em algumas atividades investigativas segundo o professor é uma oportunidade de o aluno desenvolver sua autonomia, propor a elaboração de hipóteses, buscar por interpretações, desafios, conhecimentos transversais, entre outros. O principal desafio segundo o professor é saber quando a atividade é realmente investigativa.

No que se refere aos conteúdos que lhe pareciam mais relevantes ou interessantes para o contexto em que ele trabalhava e os que ele descartaria, enfaticamente o professor respondeu que o Bloco 3 seria mantido, por ser essencial, e o Bloco 2 poderia ser minimizado ou excluído. Ele sugeriu ainda que a SE deveria começar pelo Bloco 1 simultaneamente ao Bloco 4.

Por fim, perguntamos ao professor quais blocos de conteúdo lhe pareceram mais adequados ou relevantes para organizar o trabalho em sua escola. Ele respondeu que os princípios e modelos científicos sobre conversões de energia em uma célula fotovoltaica são muito relevantes e sugeriu aproveitar os LEDs e as simulações o máximo possível.

#### **4.1.3 Entrevista com o professor Bruno**

A seguir apresentaremos algumas das respostas dadas pelo professor Bruno durante a entrevista. A transcrição da entrevista na íntegra pode ser lida no Apêndice B. Seguiremos a ordem das perguntas apresentadas anteriormente.

Perguntamos ao professor se tinha feito a leitura de todo caderno do aluno e o que mais lhe atraía nessa proposta de ensino. O professor disse que fez a leitura do material todo e que acreditava que durante o Ensino Médio o conteúdo proposto é pouco explorado. O docente disse acreditar que abordar esse tema em sala amplia os horizontes dos estudantes.

Em relação às atividades propostas, sintetizadas no Quadro 3 (Apêndice ), indagamos quais ele considerava mais adequadas para uso em sala de aula e o que modificaria nelas. Para o professor a Atividade 1 (Explorando o tema energia solar fotovoltaica) é

essencial e a pergunta “O que é energia solar fotovoltaica?” é muito importante de ser feita. Após ter feito duas leituras o professor disse acreditar que não faria grandes modificações.

Quando perguntamos a ele quais atividades ele considerava mais viáveis e relevantes e quais outras ele considerava que fugiam do contexto com os quais pretendia trabalhar, ele responde que a maioria das atividades estava adequada aos contextos que ele gostaria de trabalhar em sala. Disse ainda que para ele todos os tópicos e conteúdos são importantes, e que os seminários são bons, pois possibilitam um momento de discussão e apresentação por parte dos estudantes. O professor também citou que o uso de vídeos pode gerar empolgação por parte dos alunos. Para ele a Atividade 4 (Energia, potência e eficiência energética) fugia um pouco do contexto.

Perguntado se os recursos usados (textos, experimentos, vídeos, diagramas e simulações) foram adequados e suficientes para os propósitos da sequência de ensino e se faria modificações, o professor respondeu que os recursos foram satisfatórios. Ele ressaltou que as simulações do *PhET* deveriam ser usadas para elucidar as atividades com os estudantes. Também deu ênfase à Atividade 7 (Seguindo o Sol: como posicionar placas fotovoltaicas?), que disse ser crucial para os alunos entenderem o projeto em torno das suas dimensões e custos.

No que se refere ao que estaria faltando ou sobrando na SE, o professor disse não estar faltando nada. De acordo com ele a sequência de ensino proposta Lima (2018) está completa e muito bem elaborada. Contudo, considerou que, levando em conta uma proposta de ensino composta por cinco aulas, algumas coisas precisariam ser sintetizadas, reduzidas ou suprimidas. Ressaltamos que o limite de cinco aulas foi sugerido pelo professor, uma vez que ele havia planejado aplicar a SE em cinco a seis aulas.

Em relação à ordem das atividades, o professor considerou ser importante começar a sequência pelas Atividades 11 (Conhecendo a nossa matriz elétrica) e 12 (Os usos e os caminhos da nossa eletricidade), em uma única aula, e que também seria adequado propor um modelo mais sucinto para a Atividade 6 (O Sol como fonte de energia e os processos naturais).

Em relação aos princípios substantivos, o professor defendeu ser muito importante compreender o contexto local, uma vez que, segundo ele, poucos alunos têm conhecimento das ideias que envolvem a energia solar fotovoltaica, assim como poucos estudantes compreendem questões relacionadas ao consumo, gasto e eficiência. O professor acredita que os princípios da sequência propiciam aos estudantes uma conscientização sobre os

aspectos sociais e ambientais de ciência e tecnologia. O docente, durante a leitura das atividades da SE, considerou que os princípios substantivos foram atendidos. O professor afirmou que um princípio muito importante em sua sequência é dar autonomia aos estudantes, de forma que eles consigam colocar em prática as teorias estudadas, o que possibilitaria ter conhecimento de como “algumas coisas” funcionam. Para isso ele sugeriu uma redução na quantidade de textos e vídeos e um aumento do número de atividades experimentais.

Perguntado sobre o fato de que a proposta de ensino era inspirada na abordagem CTSA e de que algumas atividades pretendiam ter um caráter investigativo, o professor respondeu que ele vê vantagem no uso dessa abordagem em sala, pois o mundo é tecnológico e, portanto, devemos situar os alunos na tecnologia, colocando os conceitos e pautando as aulas nesses pontos. De acordo com ele, existe uma dificuldade, que é mensurar e compreender o quanto aos alunos estão aprendendo. O professor relatou que teve, durante a sua graduação, disciplinas que envolviam essas dimensões, e também que, ao acompanhar os alunos da residência pedagógica, ele trabalha com essas abordagens frequentemente.

Ao responder à pergunta relacionada aos conteúdos que lhe pareciam mais relevantes ou interessantes para o contexto em que trabalhava e quais ele descartaria, ele disse que descartaria as ideias de constante solar e as atividades do Bloco 3. Ele também ponderou que, caso fosse aplicar a sequência de ensino para o segundo ano do Ensino Médio, seria necessário conceituar previamente o que é condutor e semicondutor.

Por fim, em relação à adequação ou relevância dos blocos de conteúdo à organização o trabalho em sua escola, o professor considerou que deveríamos fazer uma intercessão entre os conteúdos científicos e o artefato tecnológico que perpassam essa transformação.

#### **4.1.4 Entrevista com a professora Sofia**

A seguir apresentaremos algumas das respostas dadas pela professora durante a entrevista. A transcrição da entrevista na íntegra pode ser lida no Apêndice C. Seguiremos a ordem das perguntas apresentadas anteriormente.

Iniciamos a entrevista perguntando à professora se tinha feito a leitura de todo caderno do aluno e o que mais lhe atraía nessa proposta de ensino. A professora respondeu que tinha feito toda a leitura das atividades e que o que mais a atraía nessa proposta era a possibilidade de os alunos vivenciarem a transformação de energia e verem “a coisa”

acontecendo.

Em seguida, perguntamos quais das atividades propostas, sintetizadas no Quadro 3 (Apêndice L), ela considerava mais adequadas para uso em sala de aula e o que modificaria nelas. A professora respondeu que, para ela, as atividades mais adequadas eram as Atividades 1 (Explorando o tema energia solar fotovoltaica), 2 (Autogeração de energia elétrica e energia distribuída) e 3 (Seminários/Projetos de energia solar), por serem principalmente conceituais. Disse também que a Atividade 6 (O Sol como fonte de energia e os processos naturais) também é muito importante, por abordar as formas de energia e os processos de transformação.

No que diz respeito às atividades ela considerava mais viáveis e relevantes e as que considerava fugir do contexto com o qual pretendia trabalhar, ela disse que as Atividades 4 e 9, que ela gostaria de aplicar para turmas do primeiro ano do Ensino Médio, fogem um pouco do contexto.

Perguntamos a professora se os recursos usados (textos, experimentos, vídeos, diagramas e simulações) tinham sido adequados e suficientes para os propósitos da sequência de ensino e que modificações ele faria. A professora disse que os recursos utilizados na sequência de ensino foram bons, sim, mas fez uma ressalva quanto aos textos, que para elas eles são longos e dificultam o trabalho em sala de aula, pois grande parte dos alunos não sabe “trabalhar” com textos longos. A docente disse ter achado muito interessante o uso de simulações, experimentos e vídeos durante a sequência.

No que diz respeito ao que estaria sobrando ou faltando na SE, a professora esclareceu que, pelo fato de ela pretender aplicá-la em turmas do primeiro ano do Ensino Médio, as atividades referentes aos semicondutores e as junções tipo P e tipo N estariam sobrando, já que não fazem parte do currículo dessa série.

A pergunta seguinte era referente à ordem das atividades apresentadas na sequência de ensino, à qual a professora respondeu rapidamente: “Ele fez o inverso, né?”. A professora relatou que, por utilizar a matriz de referência CBC – Currículo Básico Comum do estado de Minas Gerais, normalmente esse conteúdo é iniciado pela matriz energética. Contudo, a docente deixou claro que esse é um novo ponto de vista e que não vê restrições em usá-lo.

Questionada em relação aos princípios substantivos apresentados na sequência de ensino, a docente disse que todos os três princípios estão muito bem colocados, articulando as dimensões. Para ela, o terceiro princípio é muito importante, uma vez que acredita que é parte da essência do ensino dar autonomia aos alunos. Considerou também que o primeiro

princípio é muito interessante. Segundo ela o conteúdo e a forma como foi pensado são suficientes para o que se propôs na SE.

Quando perguntada sobre o fato de a proposta de ensino ser inspirada na abordagem CTSA e de que algumas atividades pretendiam ter um caráter investigativo, a professora apontou que a principal dificuldade é a carga horária restrita, o que torna necessário dosar entre conteúdo, aplicação e contextualização. Para a docente, contextualizar e problematizar despertam nos alunos um interesse em observar mais a vida e como as coisas funcionam.

Para a professora, essa abordagem permite aos alunos desbravarem o horizonte, despertando o interesse, abrindo leques de possibilidades. A grande dificuldade, segundo ela, está relacionada às limitações com o conteúdo. Ela também considerou que a Matemática pode ser complexa para que os alunos resolvam os problemas. Apesar dessas dificuldades, ela considera possível tratar as temáticas de modo mais conceitual e experimental, citando o exemplo de que, recentemente, na escola, os alunos do primeiro ano do Ensino Médio, ao serem desafiados a realizar um experimento que comprovasse as transformações de energia, fizeram um motor elétrico, sozinhos, sem grandes intervenções da docente e dos pibidianos.

No que se refere aos conteúdos que lhe pareciam mais relevantes ou interessantes para o contexto em que ela trabalhava e os que ela descartaria, a professora afirmou que, pensando no contexto em que as aulas serão aplicadas, seria pertinente descartar os Blocos 2 e 3 de atividades e pensar no Bloco 4 como uma pesquisa que pode ser feita em sala. Segundo ela o essencial é o Bloco 1.

Perguntamos à docente quais princípios organizadores da SE lhe pareceram mais adequados ou relevantes para organizar o trabalho em sua escola, ao que ela respondeu informando que, para o seu contexto de trabalho (tema energia em aulas introdutórias de 1º ano do Ensino médio) a sequência de ensino devia ser pautada no Princípio 2 – Usos e compreensão do artefato tecnológico em contextos, e no Princípio 3 – Princípios e modelos científicos sobre conversões de energia em uma célula fotovoltaica.

## **4.2 Entrevistas após a aplicação da Sequência de Ensino**

A seguir apresentaremos algumas considerações sobre as entrevistas realizadas com os professores em um momento posterior à aplicação da sequência de ensino. As entrevistas

tiveram como objetivo identificar quais as impressões dos professores em termos gerais e, particularmente, sobre como tinham sido as aulas, como foram desenvolvidas as atividades, quais as escolhas feitas, o que foi preciso deixar de lado e, por fim, quais as considerações que o docente gostaria de fazer sobre a proposta.

#### **4.2.1 Entrevista com o professor Henrique**

Começaremos por apresentar e analisar a entrevista do professor Henrique, cuja transcrição completa pode ser encontrada no Apêndice F.

O professor comentou que o ano de 2019 foi muito conturbado, com inúmeras interrupções, paralisações, atividades extras propostas pelo Estado, competições esportivas etc. O docente relatou que tinha afinidade com o tema, pois já havia participado do projeto em sua primeira versão, mas ressaltou que a sequência de ensino lhe era nova, em vista das modificações.

Para ele, o tema energia solar fotovoltaica possibilitou debates que diversificaram o ensino de Física, saindo um pouco do modelo tradicional. O professor precisou suprimir algumas atividades que envolviam potência, energia, eficiência, pois os alunos já haviam estudado esses conteúdos e ele precisava administrar o tempo por conta das interferências externas. Para o Professor Henrique, a supressão dessas atividades foi correta, pois ele pôde dar continuidade à aplicação da SE, sem delongar tempo em atividades e conceitos que os estudantes já dominavam.

O professor comentou que para usar os recursos didáticos presentes na SE era importante que a escola tivesse estrutura, e que sua escola possuía os recursos necessários. Segundo ele, esses recursos viabilizam que as atividades não sejam apenas conceituais.

Ele destacou uma atividade experimental na qual fora usado o LED para produzir energia elétrica que gerou um engajamento nos estudantes, pois eles puderam fazer coisas práticas como, por exemplo, soldar. Para ele, esse tipo de atividade traz o aluno para o centro do processo de ensino e aprendizagem. O professor disse acreditar que o fato dos estudantes já terem tido contato com esse tipo de trabalho, ocupando o centro do processo, possibilitou que eles lidassem com as atividades de maneira mais tranquila.

A participação dos estudantes, segundo o professor, foi boa. Contudo, ressaltou que alguns alunos são mais tradicionais, pois acreditam que uma SE é apenas quadro e giz. Para ele a grande maioria dos estudantes engajou-se de maneira positiva, o que refletiu em

trabalhos que foram apresentados na feira de ciências. Ele lembrou ainda que aplicou as atividades no quarto bimestre para uma turma de terceiro ano e que muitos alunos já haviam feito o ENEM. Para ele, o fato de uma grande maioria ter participado, ainda que muitos já tivessem se desligado da escola à época da feira de ciências, evidenciou o engajamento dos estudantes com a proposta.

O professor disse que modificaria a SE colocando um número maior de atividades experimentais a serem realizadas pelos alunos, de forma a enfatizar a relação entre a CTS e o fazer dos estudantes. O docente acredita que uma atividade muito importante foi a dos seminários, na qual os estudantes falaram sobre energia solar fotovoltaica em diferentes contextos.

O docente afirmou que indicaria a SE a outros professores, uma vez que ela se apresenta como uma atividade robusta com materiais experimentais já construídos, e que ele se colocava à disposição para emprestar os materiais aos interessados.

#### **4.2.2 Entrevista com o professor Bruno**

Vamos apresentar e discutir a entrevista do professor Bruno, cuja transcrição completa pode ser encontrada no Apêndice G.

O professor relatou que não conseguiu aplicar toda a sequência de ensino. Para ele o principal motivo foi o fato de aplicá-la no final do ano letivo, época em que a escola possui muitos eventos, tais como feiras, palestras, provas, entre outros. A aplicação da SE por esse professor se deu nos meses de outubro e novembro. O docente apontou também o fato de que as turmas de terceiro ano do Ensino Médio, para as quais avaliações externas costumam ser aplicadas em meados de novembro, tendem a terminar o ano letivo um pouco antes das outras séries.

O professor precisou escolher algumas atividades, que para ele estavam dentro do contexto dos estudantes, baseando suas escolhas e justificativas na intenção dos alunos fazerem o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). O professor afirmou, também, que fez algumas escolhas baseadas na sua “intuição” sobre os assuntos e conteúdos que poderiam despertar mais interesse nos estudantes, os que causariam nos discentes um maior engajamento, dando ênfase assim, ao conteúdo relacionado com o cotidiano. Uma dificuldade apresentada pelo professor estava relacionada com o fato de alguns alunos não desejaram fazer parte da atividade, sob a alegação de que já haviam sido aprovados em

Física.

O docente disse não se recordar ao certo o nome das atividades que desenvolveu com os alunos, mas enfatizou que usou atividades que previam o uso dos equipamentos multimídias, tais como o *Datashow*. Para o docente, os estudantes precisam muito desses estímulos visuais, que, segundo ele, proporcionam uma curiosidade nos estudantes que as aulas tradicionais, com livro e caderno, não possibilitam. Ainda em relação aos recursos visuais, o professor apontou que trabalhar com vídeo foi mais interessante para os estudantes pois, após os discentes verem os vídeos, eles foram trabalhar com as atividades relacionadas, dando continuidade ao processo de aprendizagem. O docente ressalta que na SE os vídeos foram apresentados e continuados durante a resolução dos exercícios e das atividades propostas.

Ele disse que a sequência está ótima, pois consegue envolver os alunos, e que a presença de multimídia e de atividades que dão continuidade aos vídeos apresentados, para ele, é muito importante para os alunos. O professor acredita que quando se propõe aos estudantes uma possibilidade de interação e também de mediação entre o professor e os alunos, o desejo de aprender flui espontaneamente. O docente atribuiu grande parte dos engajamentos dos estudantes às atividades que foram realizadas em grupo, uma vez que, segundo ele, a proposição dessas atividades dá oportunidade de os estudantes terem voz, possibilitando um diálogo.

Ele disse que recomendaria a SE, por considerá-la muito boa. O professor afirmou também que faria modificações, de forma a tornar a sequência mais dinâmica e interativa, por meio da inserção de mais vídeos e de mais atividades em grupo.

O docente disse que conseguiu usar a maioria dos textos e dos vídeos recomendados. Ele ressaltou que algumas tabelas colocadas nas próprias questões foram importantes para os alunos, pois facilitaram o entendimento durante a resolução e interpretação de algumas questões.

O professor enfatizou que como a escola tem multimídia e *internet* de boa qualidade foi, sim, possível fazer uso desse recurso didático. Segundo o docente a presença da câmera na sala (usada para a gravação da aula, focada no professor, visando a obtenção de dados para a pesquisa) possibilitou que alguns alunos se destacassem e mesmo se engajassem para fazer as atividades. De acordo com ele, os estudantes entenderam que tal atividade era séria mesmo, pois estava sendo gravada.

No que se refere às modificações que poderiam ser feitas na SE o professor ressaltou



que os textos poderiam ser mais curtos, lembrando que a questão não era recortar, resumir o texto, mas tornar os textos em mais compactos, mais objetivos.

O professor considerou que a reação dos alunos foi normal, uma vez que eles estão acostumados a ver os vídeos, pois o professor passa e outros professores passam. Contudo, eles não estavam acostumados a desenvolver atividades relacionadas com os vídeos, já que, segundo o professor, o vídeo funcionou como uma problematização inicial para o tema.

Em relação ao conteúdo abordado, o professor acredita que pode ter existido uma dificuldade por parte de alguns estudantes, uma vez que alguns alunos diziam que a matéria não havia sido passada no quadro, que não se lembravam de alguns conceitos, ou que o professor ainda não tinha abordado tal assunto. O professor disse ter observado que seus alunos, ao realizarem as atividades propostas pela SE, buscavam dar as respostas, mas sempre perguntando se elas estavam certas ou erradas. O próprio professor compreendeu que essa proposta de ensino tem como principal intenção a abertura ao diálogo, de forma que os estudantes possam chegar a uma melhor resposta. Em suma, o professor relatou ter havido uma certa barreira em relação ao conteúdo, pois os estudantes esperavam respostas imediatas, em vez de construí-las.

Foi possível perceber que para o professor seria necessária uma retomada do conteúdo, para ver o que poderia ser feito sobre e com energia solar fotovoltaica, resgatando os questionamentos iniciais relacionados ao custo do processo e a uma possível antecipação do futuro. Segundo o professor a SE foi, sim, efetiva, uma vez que o contexto de energia é muito falado e ensinado aos alunos em diversas disciplinas. O docente apontou que ficou mais claro para os estudantes o que é energia solar fotovoltaica e quais são suas possibilidades e oportunidades.

#### **4.2.3 Entrevista com a professora Sofia**

A seguir, iremos apresentar e analisar a entrevista da professora Sofia, cuja transcrição completa pode ser encontrada no Apêndice F.

A professora ressaltou que conseguiu aplicar apenas seis das aulas previstas para a SE, uma vez que a aplicação, que se deu no final do ano, foi impactada pelas demais atividades da escola, a exemplo das provas mensais e bimestrais, das provas externas e do fechamento das notas finais, situação que não permitiu a aplicação da sequência na íntegra.

Para a professora a principal razão do engajamento dos estudantes em participarem

das aulas estava relacionada com o produto final da sequência de ensino, o que fez com que eles conseguissem ver um propósito de estudo. Nessa SE os estudantes tinham que, ao final das aulas, construir um carregador de celular com um minipainel solar fotovoltaico, para apresentar na feira de ciências que acontece todos os anos na escola. Para a docente, ter um produto foi muito importante, pois se constituiu como um fator motivador para os estudantes.

Os estudantes não conseguiram construir um carregador de celular com um minipainel solar fotovoltaico devido a sua eficiência energética, o que levou à mudança do produto final: eles fizeram um LED acender, como se fosse a lâmpada de uma casa. A professora aproveitou esse não êxito para conversar um pouco com os estudantes acerca do fato de que em ciência e tecnologia, experimentos e projetos precisam frequentemente ser revistos e redimensionados, o que permitiu tratar de alguns aspectos da natureza da ciência.

A professora apontou que os textos fazem parte dos pontos a serem melhorados para uma próxima aplicação. Embora os textos tivessem sido modificados para ficarem mais próximos ao que ela havia sugerido, a Professora Sofia argumentou que eles poderiam ser mais curtos, proporcionando, assim, uma leitura mais fluente por parte dos estudantes.

A professora relatou que para fazer uso dos recursos previstos na SE foi necessário ir à biblioteca. Em sua avaliação, este foi um fator que despertou o interesse dos estudantes, pois eles se mostraram mais engajados em função de se mudar o lugar onde a aula era dada.

Quando perguntada sobre suas escolhas, ela enfatizou que se pautou em atividades mais diretas e teóricas, que, segundo ela, eram importantes para que os estudantes conseguissem aplicar na feira de ciências. A professora relatou que os licenciandos do PIBID foram importantes nas escolhas das aulas e atividades, pois, juntos, eles conseguiram escolher as atividades de forma mais objetiva.

A principal mudança que a professora faria seria dispor de mais tempo para a execução da sequência, ou seja, seria necessário um número maior de aulas para que se pudesse cumprir todas as atividades que estavam programadas.

A docente recomendaria a SE para outros professores indicando modificações no tamanho dos textos, os quais deveriam ser mais enxutos. De acordo com ela os alunos não estão acostumados à leitura, principalmente a de textos longos.

## **5. Algumas análises**

A seguir apresentaremos algumas análises realizadas após a aplicação da sequência

de ensino. Estas análises pautam-se nos referenciais teóricos e nos objetivos da pesquisa.

### **5.1 Análises referentes à sequência de ensino como um todo**

A leitura prévia feita por todos se mostrou muito importante, pois os professores puderam ter clareza do tema e dos assuntos que propusemos, possibilitando fluidez à entrevista. Os três professores destacaram a importância da temática energia solar fotovoltaica para o ensino de Física. Segundo o professor Henrique, esse assunto passa sem ênfase durante o Ensino Médio. A professora Sofia lamentou que, muitas vezes, o estudo de transformações de energia se restringe a tópicos envolvendo energia mecânica, e que o conceito de energia não é retomado no currículo de Física em outros contextos. Eles citaram a importância de abordar esse tema em sala como forma de ampliar os horizontes dos estudantes. Todas essas manifestações indicam um grau de reflexão dos professores sobre o conteúdo que lecionam e uma resposta a dilemas conceituais na seleção e articulação entre tais conteúdos.

Além disso, de acordo com a professora Sofia, com essa sequência de ensino os discentes “poderiam observar, de forma prática, por meio de experimentos, a transformação de energia acontecendo, por exemplo, a transformação de energia luminosa em energia elétrica”. A linguagem, aqui, é claramente empiricista, uma vez que sugere energia como algo que pode ser visto ou sentido (AGUIAR; SEVIAN; EL-HANI, 2018).

Percebemos um grande interesse dos professores em introduzir temas atuais que podem despertar o interesse dos alunos, aspecto ligado aos dilemas pedagógicos. Notamos uma preocupação recorrente dos professores com abordagens de ensino que motivassem os estudantes. O professor Bruno ressaltou que essa tecnologia não é ainda acessível às pessoas de baixa renda, por ter custos altos, o que poderia limitar o interesse de seus alunos. Bruno talvez não tenha percebido que algumas atividades da sequência poderiam ser utilizadas para examinar, criticamente, as políticas públicas para o setor. Nesse caso, identificamos dilemas culturais relativos à importância atribuída à abordagem dos temas na formação dos estudantes.

Algumas restrições ao uso da sequência apontavam para dificuldades em lidar com uma abordagem temática de conteúdos de ciência & tecnologia, pois alguns temas possuem poucas relações com a organização usual dos currículos, uma vez que, o currículo costuma ser estritamente conceitual (AULER; DALMOLIN; FENALTI, 2009). Segundo Maldaner

(2006) a organização de conteúdos por situações de estudo deve considerar aspectos tais como o contexto em que estão inseridos, a riqueza conceitual do tema e as vivências preliminares, dos estudantes, com a situação de estudo. As reflexões dos professores sobre as situações de estudo envolvem dilemas pedagógicos e sinalizam dificuldades em articular temas, conteúdos conceituais e conteúdos CTSA no ensino da Física.

Nas entrevistas, constatamos que os professores se sentiram mais à vontade para discutir as atividades didáticas propostas, por estarem mais ligadas aos saberes e práticas docentes. Quando perguntados sobre a atividade que poderia gerar o maior impacto nos estudantes, o professor Bruno apontou para a atividade composta por um painel solar fotovoltaico ligado a um controlador de carga e uma saída para carregar o celular. Para ele, isso se deve ao fato de não ser uma atividade costumeira, além de introduzir problemas que poderiam ser testados e examinados com a manipulação do artefato.

Sofia destacou a mesma atividade e baseou sua justificativa no fato de que os alunos podem tocar o artefato tecnológico, observar o que acontece e como se dá a transformação de luz em energia elétrica. Nesse caso, pareceu-nos que a professora sugeriu um engajamento a partir do interesse dos estudantes pelo fenômeno. Entretanto, como vimos no restante da entrevista com a professora, o “como acontece” pareceu restrito ao aspecto observável do fenômeno e não aos modelos explicativos de como se dá a conversão de energia no equipamento.

Observamos que os docentes compartilham a ideia de que artefatos tecnológicos podem auxiliar no engajamento dos estudantes durante as aulas, uma vez que eles permitem a experimentação e a problematização do fenômeno.

Por outro lado, a professora Sofia sugeriu que a leitura exige uma abstração que muitos alunos não conseguem atingir. Além de abstratos, os textos usados na SE seriam muito longos, dificultando seu uso. Já o professor Bruno destacou a importância de vídeos, que ilustram e cativam os estudantes na abordagem de temas de estudo.

Nesse contexto, podemos perceber que os professores comentam sobre a insatisfação dos alunos com leitura de textos, indicando uma preferência dos discentes por atividades práticas ou audiovisuais. No texto dos autores da sequência didática (LIMA, AGUIAR e SILVA, 2018), a utilização de leitura mediada foi proposta para condução das atividades que envolvessem leituras mais densas. A mediação, nesse caso, se dá pela leitura conduzida pelo professor junto aos alunos, com pequenas pausas e algumas perguntas que facilitam o entendimento. Há que se observar o interesse e curiosidade dos estudantes em torno do texto

a ser lido, o tempo que se dispõe para tal e a habilidade do professor na condução desse tipo de atividade.

Em relação à atividade que deveria ter maior prioridade na sequência, o professor Henrique sugeriu focar em atividades que enfatizam a Física Moderna, destacando a importância da atividade denominada “Led: uma opção para a geração fotovoltaica”. Para ele é muito importante enfatizar a pergunta “O que é energia solar fotovoltaica?” e é imprescindível explicitar o objetivo da sequência de ensino bem no início do trabalho. Destacamos que essa atividade é iniciada por um modelo explicativo de dopagem de semicondutores e do comportamento desses materiais quando percorridos por corrente elétrica ou quando expostos à luz solar, e acompanhada por uma atividade prática. Nesse caso, a fala do professor Henrique é respaldada por pesquisas que indicam a necessidade de introduzir tópicos de Física moderna no currículo de Física.

No que se refere aos recursos usados na sequência de ensino, o professor Bruno afirmou que seria interessante adicionar recursos para tornar algumas atividades mais investigativas, a exemplo de painéis fotovoltaicos, de forma que os estudantes pudessem trabalhar em grupos. Para o professor Henrique, seria interessante procurar vídeos mais atuais. Ressaltou, também, que as simulações do *PhET*<sup>5</sup> deveriam ser usadas para elucidar as atividades com os estudantes e dar ênfase na atividade em que eles são levados a estimar dimensões e custos de um projeto de energia fotovoltaica para sua casa ou escola.

Em referência ao que poderia estar faltando ou sobrando nessa sequência de ensino, os comentários dos professores partiram dos seus respectivos contextos de trabalho e do que acreditam que deve ser ensinado aos estudantes. Para o professor Bruno, falta explorar um pouco melhor a dimensão de ciência, como, por exemplo, na aula de LED, explorar conceitos de Física Moderna e de Física Quântica. Para o professor Henrique, não falta nada. Segundo ele, a sequência de ensino proposta está completa e muito bem elaborada, contudo, entende que é preciso pensar em uma sequência de ensino composta por um número menor de aulas, cinco, por exemplo, pois algumas coisas estão além do conteúdo pragmático de Física e precisam ser sintetizadas, reduzidas ou escolhidas. Já para a professora Sofia, levando em consideração o contexto que ela pretende trabalhar, turmas de primeiro ano do Ensino Médio, sobra conteúdo, principalmente, em relação aos semicondutores. Para ela, seria suficiente exemplificar as transformações de energia (luminosa em elétrica, como nos

---

<sup>5</sup> Projeto da Universidade do Colorado, EUA, disponível na *internet* e de largo uso didático no Brasil.

geradores fotovoltaicos, ou elétrica em luminosa, como no funcionamento de um LED).

Enquanto o professor Henrique se manifestou favorável a abordar mais conteúdos de Física Moderna, os professores Bruno e Sofia propuseram redução do mesmo conteúdo, indicando a necessidade de que as sequências de ensino sejam estruturas adaptáveis e não estruturas fechadas. Percebemos que é importante assegurar a coesão das atividades, sem que elas sejam interdependentes, de forma que os professores possam adaptá-las conforme os contextos e propósitos de ensino. No caso do Bruno, não apenas em relação ao contexto de ensino, mas também a uma adesão aos objetos “clássicos” de ensino de física. Aquilo que extrapola esses conteúdos tradicionais deve ser apresentado de modo mais breve.

Em relação às perspectivas de ensino, ressaltamos que a sequência de ensino formulada pelos autores foi pautada em atividades com caráter investigativo e abordagem CTSA. Na entrevista com os docentes, foram feitas perguntas sobre as vantagens e desvantagens, os problemas e as dificuldades em desenvolver atividades com tais abordagens e quais experiências os docentes possuíam com cada uma delas no ensino de Física.

O professor Henrique fez uma relação entre a abordagem tradicional e a concepção CTS. Para ele, a abordagem tradicional pode virar uma receita de bolo, e a abordagem CTS, por sua vez, pode despertar um certo engajamento nos alunos, pois não se trata de um conhecimento imposto aos estudantes, e, sim, uma abordagem explícita da ciência presente na sociedade. Segundo ele, a dificuldade está nos alunos conservadores que acreditam que só aprendem com aulas tradicionais. A vantagem apontada pelo professor Bruno em relação às atividades investigativas no ensino de Física é a possibilidade de oportunizar aos estudantes o desenvolvimento da autonomia, propondo a elaboração de hipóteses, a busca por interpretações e os desafios.

O professor Henrique respondeu a essas perguntas de forma semelhante. Ele afirmou que existe uma vantagem no uso de abordagem CTSA em sala, pois o mundo é tecnológico e devemos situar os alunos na tecnologia, colocando os conceitos e pautando as aulas nesses pontos. No que tange às dificuldades, é muito difícil, segundo o professor, avaliar o que os alunos estão aprendendo quando se fala em autonomia e visões sobre ciência. O professor relatou que teve, durante a sua graduação, disciplinas que envolviam essas dimensões e que trabalha, frequentemente, com essas abordagens no acompanhamento dos alunos da residência pedagógica. Apesar disso, ele disse que continua com dificuldade na identificação da apropriação do conhecimento por parte dos estudantes. Entendemos que tal observação

reflete um dilema pedagógico: afinal, o que os alunos aprendem com as novas metodologias e abordagens de ensino?

A professora Sofia apontou como principal dificuldade a carga horária restrita, considerando que seria necessário buscar um equilíbrio entre o conteúdo de Física, a aplicação da sequência de ensino e as relações entre o conteúdo conceitual e os contextos. Para a docente, contextualizar e problematizar proporcionam aos alunos um interesse em observar mais a vida e em como as coisas funcionam. Para Sofia, essa abordagem permite que os alunos desbravem o horizonte, despertando o interesse, abrindo um leque de possibilidades. A professora relatou que sua experiência com essa abordagem é recente e se deu a partir de uma proposta de atividade na qual ela solicitou aos alunos que levassem para a sala de aula um experimento que comprovasse as transformações de energia. Os alunos do primeiro ano do Ensino Médio demonstraram grande interesse em realizar a tarefa e fizeram um motor elétrico, sozinhos, apenas com consultas à *internet* e sem grandes intervenções da docente. Mais uma vez, pareceu-nos que a professora dá grande importância a aspectos práticos e empíricos da Física, talvez descuidando de conceitos e modelos explicativos para tais fenômenos.

Considerando a possibilidade de reorganização do material, envolvendo atividades com foco em três blocos (1 – Questões sociocientíficas; 2 – Usos e compreensão do artefato tecnológico em contextos; 3 – Princípios e modelos científicos sobre conversões de energia em uma célula fotovoltaica) perguntamos aos professores quais desses blocos de conteúdo lhes pareciam mais adequados ou relevantes para organizar o trabalho em sua escola, por quais deles fariam opção e se haveria alternância nessa escolha. O professor Bruno, sugeriu trabalhar com princípios que abrangem modelos científicos sobre conversões de energia em uma célula fotovoltaica e aproveitar os LEDs e as simulações. O professor Henrique respondeu que deveríamos fazer ainda mais uma intercessão entre os conteúdos científicos e o artefato tecnológico que perpassam essa transformação entre energia luminosa e elétrica. Já a professora Sofia afirmou que a sequência de ensino para o seu contexto deve ser pautada pelo uso e compreensão do artefato tecnológico enfatizando conversões de energia em uma célula fotovoltaica.

## **5.2 Análises de uma questão da entrevista**

A entrevista teve um sentido mais geral, buscando identificar as intenções

pedagógicas, a adequação de contextos, materiais e atividades, e a adaptação da sequência para uso em sala de aula. Nesta seção, iremos nos ater a uma questão lançada aos professores acerca do ensino investigativo: “quais as vantagens/contribuições e problemas/dificuldades em desenvolver temas de Física com abordagem investigativa? Que experiências docentes você tem com esse tipo de abordagem no ensino de Física?”

Começaremos por apresentar as respostas dadas pelo professor Henrique, quando indagado sobre os problemas e dificuldades em desenvolver temas de Física com abordagem investigativa como aquelas apresentadas na sequência sobre Energia Solar Fotovoltaica. Para ele, a grande dificuldade estaria relacionada com a compreensão que os estudantes teriam da proposta, uma vez que, acostumados às respostas prontas do ensino tradicional, eles não sabem por onde iniciar as atividades inovadoras.

Compreendemos que algumas vezes as atividades com características investigativas fogem do escopo tradicional ao qual os estudantes estão acostumados (explicação da matéria, exercícios e correção de exercícios), uma vez que elas usam de caminhos que são “específicos” para chegar aos conhecimentos científicos (MUNFORD; LIMA, 2007). Por esse motivo, é possível que os estudantes tenham dificuldade em saber por onde começar, pois tentam se esquivar do modelo com o qual não estão acostumados.

O professor Henrique respondeu que a vantagem de usar as abordagens investigativas para desenvolver temas de Física estaria relacionada à oportunidade que se dá ao aluno para que desenvolva sua autonomia, por meio da elaboração de hipóteses, da busca por interpretações, desafios, conhecimentos transversais.

Essa afirmação do professor vai ao encontro de um dos principais objetivos dessas atividades, que, conforme defendem Sedano e Carvalho (2017), é oportunizar o desenvolvimento da autonomia por parte dos estudantes. Ainda nesse sentido, conforme Sasseron e Carvalho (2011), o levantamento de hipóteses constitui-se prática da atividade científica, sendo uma etapa muito importante para a investigação.

Segundo o professor Henrique, o principal desafio de aplicar AI é saber se, e quando, a atividade é mesmo investigativa. Ressaltamos que tal imprecisão está presente também na literatura e, a nosso ver, está relacionada a três aspectos. Em primeiro lugar, atividades investigativas podem ter diferentes níveis (ou graus) de responsabilização dos estudantes, seja na definição dos problemas a examinar, no planejamento do trabalho, na interpretação de dados, na construção de explicações ou ainda, nas conclusões. Uma segunda razão está na polissemia do termo “investigação científica” e dos aspectos considerados essenciais para



que uma atividade seja reconhecida como tal. Finalmente, embora na literatura haja um consenso sobre a “autenticidade” de investigações a serem propostas, existe uma diversidade de modos de conceber como atividades científicas podem ser recontextualizadas no âmbito escolar.

O professor Bruno, por sua vez, ao comentar sobre as vantagens e contribuições em desenvolver temas de Física com abordagem investigativa, disse que vê vantagem no uso dessa abordagem em sala, pois o mundo é tecnológico e devemos situar os alunos na tecnologia, colocando os conceitos e pautando as aulas nesses pontos.

Observa-se que o professor relaciona as atividades investigativas com a tecnologia, embora essa relação não se faz necessária em todas as AI e tampouco constitui o núcleo central destas. Munford e Lima (2007) sugerem que para ter aspectos que a aproximem de uma perspectiva investigativa uma atividade deve ser iniciada por um problema de natureza científica, pertinente aos estudantes, envolvendo, ou não, aspectos de tecnologia.

O professor Henrique nos alerta para uma dificuldade importante, que está relacionada a como avaliamos e monitoramos os progressos e dificuldades dos estudantes em atividades com propósitos investigativos. Podemos dizer que modelos de avaliação tradicional não são o meio mais eficiente e eficaz de verificar pontos de aquisição de conhecimento e aprendizagem por parte dos alunos. Em atividades investigativas devemos realizar avaliações formativas, que ocorrem durante o processo e criam novas oportunidades de aprendizagem, atividades avaliativas que, conforme Capecchi (2013), permitam aferir a construção de significados por parte dos estudantes, o desenvolvimento da linguagem e a habilidade de argumentar e comunicar resultados e conclusões.

Quando perguntamos sobre as experiências docentes com esse tipo de abordagem no ensino de Física, Bruno respondeu que, durante a sua graduação, teve disciplinas que envolviam essas dimensões. Afirmou ainda que, ao acompanhar os alunos do PIBID e da residência pedagógica, frequentemente, trabalha com essas abordagens.

A professora Sofia atribuiu às atividades investigativas a possibilidade de quebrar os paradigmas do ensino tradicional, pois, segundo ela, tais atividades poderiam despertar o interesse dos alunos, permitindo desbravarem o horizonte, despertando o interesse, abrindo leques de possibilidades. A professora, nesse relato, nos pareceu especialmente preocupada com a motivação e o engajamento dos estudantes em relação às atividades escolares. Essa preocupação faz eco com pesquisas que indicam que a transferência de responsabilidade para estudantes no processo de ensino e aprendizagem resulta, muitas vezes, em maior

engajamento e motivação. No entanto, vale lembrar que os resultados não são os mesmos para todos os estudantes e dependem de vários outros fatores, como autoestima, suporte para a tarefa, dimensionamento dos desafios a enfrentar, entre outros.

A grande dificuldade, segundo a professora, são as limitações da compreensão dos conteúdos científicos pelos estudantes, sobretudo quando os problemas demandam conhecimentos matemáticos. O impasse se daria, então, no fato de os estudantes terem maior engajamento nas atividades investigativas, mas poucos recursos para resolvê-las com sucesso. A docente relembrou uma experiência que aconteceu recentemente em sua escola, quando os alunos do primeiro ano do Ensino Médio fizeram um motor elétrico, em resposta ao desafio de que apresentassem um experimento que possibilitasse observar e exemplificar as transformações de energia.

De fato, para que os estudantes caminhem no sentido de realizar as AI eles precisam de ferramentas necessárias para sua solução. Destacamos que essas atividades demandam do professor um equilíbrio entre buscar a autonomia dos estudantes e introduzir ferramentas para que possam solucionar os problemas propostos. É possível escolher atividades nas quais o desenvolvimento matemático não seja crucial para dar andamento as propostas. Assim, ao propor uma atividade investigativa, o professor poderá escolher quais aspectos pretende abordar, levando em conta os conhecimentos prévios dos estudantes. Entretanto, essa tarefa implica em ter um olhar diferente para o currículo e a sua estrutura linear, o que poderá, em determinados momentos, tornar necessário saltar um conteúdo que estava previsto no livro didático e retomá-lo em outra oportunidade.

### **5.3 Análises sobre dilemas profissionais**

Devemos ter em mente que o professor, durante o exercício de sua profissão, vive em um movimento contínuo de fazer escolhas. Toda escolha envolve um dilema, seja ele consciente ou inconsciente. Quando o professor tem em mente as questões que demandam tomada de decisão, levando em consideração as consequências, implicações, objetivos e propósitos, pode-se dizer que é um dilema consciente. O dilema é inconsciente quando o professor faz uma escolha sem ponderar as questões mencionadas, anteriormente, ou mesmo, quando ele não escolhe. Quando um professor faz a opção de não escolher, seja um caminho de ensinar, uma forma de explicar um conceito ou executar atividade experimental, provavelmente, ele teve que lidar com um dilema inconsciente.

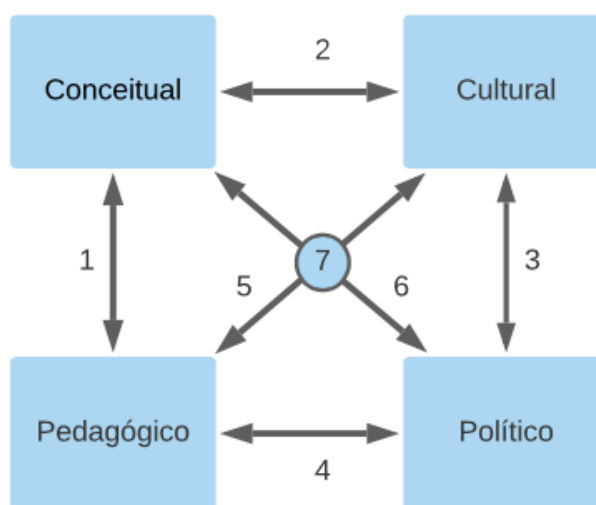
Neste momento, utilizaremos como referencial teórico os dilemas profissionais propostos por Windschitl (2002). Entretanto, gostaríamos de fazer uma ressalva acerca do contexto de produção inicial de tais conceitos e definições. Em seu texto, Windschitl (2002) propõem que os professores, durante o exercício da docência, estão cercados de alguns dilemas, os quais ele define como dilemas profissionais, separando-os em quatro categorias: dilemas conceituais, pedagógicos, culturais e políticos.

A definição destes dilemas foi pautada em aspectos do construtivismo, em um contexto estadunidense, cercado de questões intrinsecamente contextuais e temporais. Na obra de Windschitl (2002), é possível observar alguns aspectos do dilema político que não nos parece ser tão relevante ao contexto dos professores brasileiros, como a grande pressão para atender às demandas relativas aos documentos normativos e à aprovação nos exames. Por essas razões, optamos por fazer uma releitura dos dilemas apresentados por Windschitl (2002), a fim de contemplar, de maneira mais específica, o nosso contexto de produção e trabalho, enquanto professores brasileiros.

Sendo assim, durante os estudos, conversas com o orientador e análises das entrevistas feitas com os professores participantes desta pesquisa, percebemos que no contexto brasileiro os dilemas profissionais acabam tendo intersecções entre si, acarretando entre uma inter-relação, queremos dizer que, um dilema cultural, por exemplo, não nos parece ser, estritamente, cultural, ele pode abarcar, também, alguns aspectos dos dilemas pedagógicos, ou mesmo, contemplar aspectos de todas as quatro categorias de dilemas.

Neste momento, apresentamos uma figura para ilustrar a nossa unidade de análise, e a inter-relação e intra-relação entre os dilemas profissionais.

**Figura 2:** Quadro dos dilemas profissionais.



**Fonte:** Elaborado pelo autor, adaptado de Windschitl (2002)

Neste diagrama existem quatro níveis de relações, o primeiro nível acontece com o dilema, individual, ou seja, quando ele pode ser claramente definido e, dificilmente, contempla outra dimensão de dilema. O segundo nível, trata-se de uma relação entre pares, ou seja, os dilemas podem ser: 1.conceitual-pedagógico, 2.conceitual-cultural, 3.cultural-político, 4.pedagógico-político, 5.cultural-pedagógico, 6.conceitual-político. O terceiro nível de relações acontece por meio de uma interação em trios: 1,2,5.pedagógico-conceitual-cultural, 2,3,6.conceitual-cultural-político, 3,4,5.cultural-político-pedagógico, 4,1,6.político-pedagógico-conceitual. Em último nível os dilemas se dão de forma simultânea, sendo ao mesmo tempo, 7.conceitual-cultural-pedagógico-político.

Para nós uma situação pode envolver um ou mais dilemas profissionais, dependendo da forma como o professor expressa e comunica o seus pensamentos, tentaremos, na medida do possível, elencar o dilema majoritário presente em cada uma das nossas análises e pontuar, de alguma maneira, os outros dilemas que podem estar envolvidos na fala do docente, para isso faremos algumas análises das entrevistas dadas pelos professores e tentaremos identificar a presença dos dilemas profissionais nessas entrevistas.

Começaremos a análise por meio das respostas dadas pelos professores à pergunta: Das atividades propostas, sintetizadas no Quadro 3 (p. 148-149) quais você considera mais adequadas para uso em sala de aula? O que modificaria nelas?

Respostas apresentadas pelo professor Henrique:

*“Ah, eu gostei muito da atividade um, que é uma atividade que eu acho que ela é impactante. Porque quando a gente fez a primeira vez, a gente fez a atividade numa arena que tem lá nos Três Poderes, a céu aberto, de manhã. E essa atividade ela é engraçada que ela vai sofrendo variações ao longo do tempo, do dia, porque na medida em que o sol vai se posicionando, então vai sendo diferente. Mas assim, muito legal, porque os meninos assim, o impacto deles e o diálogo que essa atividade um ela produz de cara, eu acho que ela foi uma abertura muito produtiva para uma sequência que a gente com três atividades nem sabia onde é que ia parar. Ou seja, ela já começou bem”*

Ao realizarmos a análise dessa fala do professor percebemos a predominância de um dilema pedagógico, pois, ao docente dizer quais atividades são mais adequadas ele acaba relacionando-as com o desenvolvimento do conhecimento científico de seus alunos de um nível mais superficial para o mais profundo do assunto Deixando também em aberto o ponto final da SE, uma característica sobre este dilema, é que o professor tenta, de certa maneira, proporcionar que novos tipos de discurso e trabalho colaborativo em sala de aula aconteçam.

Respondendo a mesma pergunta, o professor Henrique diz que:

*“Essa parte e a parte que envolve física moderna, sabe? Então aqui, que é a atividade que a gente faz com os leds, atividade nove, tá? Então, assim, compreender o que é que é um semicondutor, como fazer a dopagem, o que é que é a junção PN, saber que um led pode se comportar... essa atividade eu acho ela fundamental para compreender o processo”.*

Claramente, o professor tange um dilema conceitual ao apontar que tem predileções por ensinar um tópico, conteúdo, presente no currículo do Ensino de Física, neste caso, física moderna, essa fala, também, após uma análise mais aprofundada, esbarra ao mesmo tempo em um dilema político, pois a escolha do conteúdo física moderna, inclui em um olhar diferenciado para o currículo de ensino, uma vez que, em grande parte dos currículos esse tema encontra-se suprimido ou mesmo inexistente. Portanto, quando o professor Henrique faz uma escolha ao dizer que é, segundo ele, fundamental, contemplar física moderna em sua SE, ele provavelmente, faz internamente, escolhas que envolvem aspectos ligados a estrutura do currículo de Ensino de Física. Dessa forma, entendemos que os dilemas profissionais envolvidos nesta escolha estão entre os dilemas 1,4, ou seja, conceitual e político.

O trecho as seguir, ainda do professor Henrique, corrobora a presença de dois dilemas profissionais.

*“Ou seja, você precisa dela... porque assim, uma coisa é você fazer essa atividade experimental, é bonita, é legal, chama a atenção. Mas e o que está por trás disso? Então ela é uma das atividades que ajudam a compreender o processo.”*

Observamos uma presença forte do dilema conceitual, pois o professor indaga as questões que estão por trás da transformação de energia luminosa em energia elétrica, notamos também, que para este professor essa atividade pode resultar na construção do conhecimento pelos alunos, pois segundo ela auxiliaria os estudantes a compreender o processo que está permeando essa transformação de energia. Pontuamos, também, a presença do dilema pedagógico pois o professor evidencia que o experimento, sendo utilizado como prática pedagógica pode engajar os estudantes em atividade de compreensão do fenômeno, nas palavras do professor, essa atividade, “é legal, chama a atenção”.

Apresentaremos agora as respostas dadas pelo professor Bruno à pergunta: Das atividades propostas, sintetizadas no Quadro 3 (p. 148-149) quais você considera mais adequadas para uso em sala de aula? O que modificaria nelas? Posteriormente, faremos as análises no que tange os dilemas profissionais.

*“Na verdade, é o projeto em si, não é? Sobre uma área que é pouco explorada, principalmente em escola. Se a gente faz isso numa escola, é um diferencial, tanto para os alunos como para os profissionais também, não é?”*

*“Fala-se muito em energia fotovoltaica, mas... talvez eu acho que a ideia de falar “pouco explorado” talvez seja por causa do custo também. Então o custo aí eu acho que talvez seja um fator que pode ser que dificulta um pouco a implantação, sei lá.”*

Nesses dois trechos identificamos a predominância de uma interação entre os dilemas, cultural e político. O dilema político é evidenciado quando o docente aponta que talvez o tema energia solar fotovoltaica seja pouco explorado nas escolas devido ao seu custo e, conseqüentemente, de difícil acesso aos estudantes, uma vez que, o custo compreende aspectos relativos as questões e situações de poder que envolvem várias partes interessadas, tais como as políticas públicas federais, estaduais e outras. O dilema cultural está, fortemente, marcado no trecho quando o professor relaciona e enfatiza, mostrando uma possível tomada de consciência sobre cultura de sua própria sala de aula e dos alunos que ali estão, propondo um questionamento e criando suposições sobre os tipos de atividades que devem ser valorizadas, exemplificando: quando o professor comenta que a área (energia solar fotovoltaica) é pouco explorada e pode tornar-se um diferencial para os seus alunos e até mesmo outros professores.

O professor Henrique, continuou respondendo à pergunta sobre as atividades propostas e destacamos esses outros dois trechos:

*“Olha, eu acho que a atividade um é essencial, explorando o termo energia, eles têm que saber exatamente, que às vezes o menino não sabe nem o que é que é isso.”*

*“O que é que é em si, quais benefícios que traz e se realmente tem uma economia grande de energia, não é? Será que vale a pena o custo-benefício da implantação? Porque isso é a longo prazo propriamente, não é? Então assim, será que realmente vale a pena e tal. Claro que vale, não é? Acredito que sim.”*

Notamos a presença do dilema conceitual e dilema cultural nesses dois trechos, é possível observar que o docente enfatiza as questões relacionadas com o conteúdo científico, conceitos que são considerados corretos pelos especialistas, deixando margem para refletirmos se o docente acredita que os alunos devem internalizar os conceitos científicos em vez de construí-los. O dilema cultural está relacionado, nesse trecho, com os aspectos da ciência como cultura, margeada nos saberes práticos, tal quando o professor levanta os seguintes questionamentos: quais são os benefícios da energia solar fotovoltaica? Instalar uma usina desse tipo possibilita uma grande economia? O custo benefício vale a pena? Em síntese, o dilema cultural apresentado pelo professor caminha no sentido de algumas perguntas, quais conhecimentos científicos é preciso ter para instalar, viabilizar, analisar a eficiência de uma usina solar fotovoltaica? Os estudantes são capazes de fazer as estimativas de potência, eficiência e produção para o cálculo de viabilidade da instalação de uma usina?

Os dilemas culturais de Windschitl (2002) estão relacionados com as tentativas dos professores em fazer os alunos pensarem por si próprios.

A professora Sofia respondeu as seguintes perguntas: Das atividades propostas, sintetizadas no Quadro 3 (p. 148-149) quais você considera mais adequadas para uso em sala de aula? O que modificaria nelas? Com suas respostas faremos as análises no que pautando-nos nos dilemas profissionais. Destacamos os seguintes trechos:

*“É, na verdade, todas as atividades são muito boas. Eu só não gostei de uma parte que fala para o primeiro ano, é como a gente vai trabalhar com o primeiro ano.”*

*“Esse negócio de constante solar também, eu não...”*

Observamos a presença marcante do dilema político, a professora Sofia pauta sua escolha nas questões mediadas pelo currículo, uma vez que, ela responde que algumas estavam estudando naquele momento, primeiro ano do Ensino Médio, tomando como parâmetro a rigidez do currículo. Assim, como a professora parece estruturar uma evolução linear do conhecimento científico pois acredita que a matéria pode ser aplicada pois ela já havia cumprido o pré-requisito para ensinar o próximo tópico.

Durante a mesma resposta, a professora Sofia faz um comentário, que nos permite refletir sobre a presença de dilemas culturais, veja o trecho a seguir:

*“Ah, é os meninos poderem vivenciar essa transformação de energia, não é? Ano passado eu tive um trabalho um pouco parecido na feira de ciências, que os meninos fizeram um café, tipo assim, em um fogão que eles construíram, não é? Um fogão usando a energia solar.”*

Notamos que a professora levanta algumas questões que envolvem o uso dos conhecimentos científicos na prática, quando ela relata que os estudantes fizeram café em um fogão construído por eles, gerando, assim, um novo acordo com os estudantes, levando em consideração que o conhecimento prático, ou seja, o de dar sentido e colocar em prática o conhecimento científico pode ser valorizado e recompensado.

Durante as análises dessa primeira pergunta percebemos que cada professor, ao dar a sua resposta contempla algum dilema profissional, eles não são, necessariamente, iguais para todos os professores, indicando o que Windschitl (2002) aponta quando ressalta que um dilema envolve o contexto do professor, as suas experiências passadas, seu conhecimento prévio, suas conjecturas políticas, culturais, pedagógicas e pessoais. Com tais análises, gostaríamos de enfatizar que o professor tem um papel ativo e interativo com diferentes dimensões do ensinar, desde a escolha do tema a ser ensinado, da escolha da forma como se ensina, até as implicações que tais escolhas produzem nas relações entre a comunidade

escolar, esferas administrativas, currículo, aprendizagem e possíveis aprovações dos seus estudantes em vestibulares, por exemplo.

## **5.4 Análises do ponto de vista da validação de uma SE**

### **5.5.1 Validação por meio dos documentos norteadores**

Neste capítulo utilizaremos os documentos curriculares norteadores e diretivos mencionados no capítulo 2, item 5 para fazer algumas análises sob a óptica das seguintes perguntas: as sequências de ensino propostas nesse trabalho estão de acordo com os documentos curriculares? Em quais aspectos elas se aproximam? Em quais aspectos elas se distanciam desses parâmetros?

Os Parâmetros Curriculares Nacionais estão divididos nas seguintes competências: representação e comunicação, investigação e compreensão e contextualização histórica e social, dentre essas competências elencamos algumas habilidades que se destacam e apresentam-se nas sequências de ensino produzidas nessa pesquisa.

Para tentar tornar a leitura mais fluida apresentaremos o título e uma síntese de algumas atividades, que estão presentes nas SE e disponíveis nos anexos I, J e K e apresentando as habilidades específicas que estão presentes em sua proposta. Nosso objetivo aqui, não é esgotar as análises, no que tange a quais competências e habilidades estão presentes nas SE, mas sim, apresentar que tais atividades estão elaboradas de forma a contemplar estas habilidades.

A aula 1 da SE com enfoque na ciência, anexo I, é designada por: pré-teste / Conhecendo a matriz energética / Energia solar fotovoltaica. Nessa aula temos um questionário composto por algumas perguntas que possibilitam ao professor compreender um pouco sobre o conhecimento prévio dos seus estudantes, seguidas por um texto sobre a matriz energética brasileira, com gráficos e três vídeos<sup>6</sup>. Entendemos que essa aula contempla as competências de representação e comunicação com as habilidades de leitura e interpretação de gráficos apresentados em textos, compreensão e emissão de juízos próprios sobre notícias com temas relativos à ciência e à tecnologia. A própria composição da

---

<sup>6</sup> O primeiro vídeo é sobre a construção da hidroelétrica de Belo Monte. O segundo vídeo apresenta a construção de uma usina solar fotovoltaica na cidade de Pirapora. O terceiro vídeo mostra que o Brasil terá mais de 100 usinas de energia solar em operação até o final de 2019.



atividade nos indica quais habilidades específicas estão envolvidas, uma vez que a leitura de gráficos, vídeos e a sua interpretação faz parte da habilidade mencionada.

A aula 5 da SE com enfoque no artefato tecnológico, anexo J, constitui-se por dimensionar um projeto com energia solar e utilizar um simulador para estudar a eficiência do projeto. Compreendemos que essa aula contempla, principalmente, as competências de investigação e compreensão, tendo como ênfase as seguintes habilidades: 1. frente a uma situação ou problema concreto, reconhecer a natureza dos fenômenos envolvidos, situando-os dentro do conjunto de fenômenos da Física e identificar as grandezas relevantes, em cada caso. 2. Reconhecer a relação entre diferentes grandezas, ou relações de causa-efeito, para ser capaz de estabelecer previsões. 3. Reconhecer a existência de invariantes que impõem condições sobre o que pode e o que não pode acontecer em processos naturais, para fazer uso desses invariantes na análise de situações cotidianas. 4. Identificar transformações de energia e a conservação que dá sentido a essas transformações, quantificando-as quando necessário. 5. Identificar também formas de dissipação de energia e as limitações quanto aos tipos de transformações possíveis impostas pela existência, na natureza, de processos irreversíveis. Entendemos que essas habilidades estão fortemente presentes nessa atividade pois os estudantes, ao projetarem, estão lidando com um problema real e devem levar em consideração a produção de energia necessária para a sua escola, o consumo, a incidência solar, entre outros fatores, desse modo eles precisam identificar grandezas e fatores que interferem na produção de energia solar fotovoltaica.

A aula 3 da SE com enfoque nas relações CTSA, anexo k, intitulada “os usos e caminhos da nossa eletricidade”, é composta por textos, mapas e diagramas, onde os alunos são levados a conhecer o processo envolvido entre a produção e a distribuição da energia em nosso país. Entendemos que essa aula contempla todas as competências específicas do PCN+, mas daremos ênfases a competência de contextualização histórica e social, com as seguintes habilidades: 1. compreender o desenvolvimento histórico da tecnologia, nos mais diversos campos, e suas consequências para o cotidiano e as relações sociais de cada época, identificando como seus avanços foram modificando as condições de vida e criando necessidades. 2. Perceber o papel desempenhado pelo conhecimento físico no desenvolvimento da tecnologia e a complexa relação entre ciência e tecnologia ao longo da história. Tais habilidades são contempladas pois a aula 3 apresenta gráficos dos anos 2015 e 2017 onde o aluno é convidado a pensar no contexto energético do país. Em um determinado texto comenta-se sobre o apagão de 2015, e os estudantes respondem a seguinte pergunta:

na geração, transmissão e distribuição de energia elétrica têm-se perdas significativas de energia elétrica. Como o uso de sistemas fotovoltaicos distribuídos pode reduzir o desperdício energético na geração, transmissão e distribuição da energia elétrica? Quais impactos sociais, econômicos e ambientais isso poderia trazer para o Brasil?

Como ressaltamos, o objetivo deste tópico não é esgotar as análises frente os documentos norteadores, mas sim, trazer à tona que tais análises podem ser feitas, assim como, tentar mostrar que a produção da SE está balizada em princípios estabelecidos em diálogo com pesquisas em ensino de física e educação em ciências. Os documentos curriculares fazem eco a estas tendências do pensamento educacional e pesquisas acadêmicas da área, daí esta aproximação.

### 5.5.2 Validação pelos professores

Do ponto de vista da validação da SE, conforme mencionado anteriormente, faremos algumas análises, voltadas a uma perspectiva de validação interna, com os professores, participantes da pesquisa, e as suas impressões e considerações sobre aplicabilidade, efetividade, atratividade e eficácia das SE utilizadas por eles.

Para essa análise nos ateremos as entrevistas realizadas pós aplicação da SE, o protocolo de entrevista pode ser encontrado no anexo E, as entrevistas com os professores Henrique, Bruno e Sofia, estão nos anexos F, G e H, respectivamente.

Perguntamos aos professores: na SE o que sugere modificar? O que faria diferente? O que recomendaria a um colega caso fosse adotar esse material? Consideramos que essas perguntas, indiretamente, nos fornecem alguns indicativos de validação da SE. O professor Henrique respondeu: *“isso com certeza. Eu acho que assim, você já tem um material robusto, pronto”*. O professor Bruno respondeu a mesma pergunta: *“Bom, olha, essa sequência ela é muito boa, dá para aplicar, porém ela tem que ser dinâmica e ela tem que ser trabalhada em grupo, porque quando o aluno trabalha em grupo ele sente um pouco mais motivado em relação ao que ele é acostumado a fazer individual”*. A professora Sofia respondeu: *“Se fosse um professor nas mesmas condições, eu recomendaria enxugando mais um pouquinho os textos. Não porque os textos são ruins, é porque é falta de cultura deles mesmo ler”*. Ao fazer a leitura das respostas dos professores entendemos que os três professores recomendariam a outros docentes a SE didática como material didático, um deles apontam questões relativas ao tamanho dos textos presentes nela e outro em relação a dinâmica da

SE. Entendemos que tais pontos são relativos ao contexto e predileções de cada professor, sem inviabilizar a aplicação da SE.

Perguntamos, também, aos professores sobre a efetividade da sequência de ensino para os fins propostos o que você poderia dizer?

O professor Bruno respondeu:

*“Olha, eu acho que retomada seria assim, fundamental eles... até mesmo chegar assim, uma revisão a respeito disso. Ver o que é que na verdade pode ser feito hoje. Será que realmente é muito caro? Será que existe algum patrocínio de alguma empresa? Mas eu acho que mais do que isso, é eles retomarem e realmente terem esse conceito e saberem que isso é importante. Essa questão da energia fotovoltaica ela pode ser cara agora, mas é para o futuro - e o futuro é agora - eu acho que vale a pena fazer, estudar, saber, para adquirir de uma certa forma”.*

O professor Henrique respondeu:

*Nós fizemos uma avaliação com eles, inclusive entrou como parte da avaliação deles de final de ano, não é? Mas assim, eu achei que foi muito produtivo. Então assim, vamos pensar quais as coisas que a gente pode... imaginar o seguinte, quando a gente está avaliando isso, não é? Avaliando o quê? Então, primeiro: o engajamento dos alunos, então acho que esse potencial, ser bem desenhada, não é? Tudo depende, você pode fazer uma aula que você acha que é maravilhosa e que é uma chatice danada. Não é porque tem atividade experimental que vai ser legal. Eu já fui para laboratório que pelo amor de Deus, não é? Mas esse tipo de atividade dentro dessa proposta CTS e alternando atividades investigativas, discussão entre os alunos de temas, leitura de texto com debate em grupo e com a turma... essas propostas que nós fizemos nessas atividades primeiro, elas produzem o engajamento dos alunos, muito bacana. Nós fizemos isso em seis dias, fizemos em dez. É lógico que a gente sempre fica pensando assim, “mas a partir de um certo tempo - isso nós não tivemos como avaliar, porque a sequência foi curta - se prolongasse, por exemplo um bimestre, se o resultado nessa parte do engajamento seria o mesmo”. Então de repente os alunos começam a acostumar e falar, “ah, isso está ficando muito chato” e tudo mais. Não sei. Mas assim, a gente sabe que dentro daquele período que a gente trabalhou, a gente conseguiu uma participação muito boa dos alunos. Então eu acho que isso é muito positivo, sinaliza de que é um bom caminho se trabalhar com esse modelo de sequência. Não é a única forma de trabalhar de maneira criativa, como eu te falei, mas foi uma atividade bastante inovadora, com muito engajamento dos alunos. Então nesse aspecto eu acho que foi muito positivo. No aspecto, por exemplo, em termos assim, de produção de conhecimento, de produção de saber, também aí a gente tem uma coisa que eu acho que é extremamente interessante, porque, por exemplo, o pessoal às vezes... o professor mais tradicional ele fica muito preocupado, “ah, nós estamos fazendo uma discussão e (perdendo) [00:38:00] conteúdo”. Mas o que você vai ver - e que a gente pôde avaliar nas atividades, o que a gente viu nas atividades avaliativas que nós fizemos com alunos - é que a gente não perdeu nada em termos de conteúdo, se é que a gente vai usar esse termo, esse termo... não perdemos nada também da... eu acho inclusive que a produtividade do aprendizado dos alunos foi muito melhor, que eles se apropriaram do tema que foi (inint) [00:38:29]. Não é alguém tentando enfiar, abrir a cabeça deles e enfiar um tanto de coisa, muito pelo contrário. Então eu acho que assim, nesse sentido, eu acho que a participação deles foi muito boa, muito... foram muito participativos, abraçaram o projeto. Então foi muito legal. E por último, em termos de produção de conteúdo, porque os alunos também produziram coisas, não é? Eles produziram. E outra coisa, eles perceberam, que eu acho que talvez aí uma coisa importante nesse processo de (inint) [00:39:16] ((ruído)), essa relação entre a física e o cotidiano. (inint) [00:39:22] ((ruído)) e que às vezes não fica muito explícito quando você está trabalhando lá só no caderno, (inint) [00:39:30] ((ruído)) trabalhando quadro, o giz e o tema sobre energia. É muito abstrato e distante do aluno e ele acha que não tem nada a ver com ele. Agora, ali não, pelo contrário, o aluno viu ali que aquilo está no meu a dia a dia. Essas coisas passam pela minha casa, passa pela conta de luz que a gente paga, não é? Aí o aluno vai lá e calcula quanto...*

A professora Sofia não respondeu essa pergunta, diretamente, encontramos o seguinte trecho em sua entrevista, que de certo modo, está relacionado com a efetividade da SE para com os alunos:

*“Eu percebi que os meninos estavam muito envolvidos, mas porque eles tinham um objetivo, que era o painel solar para a feira de ciências, que eles sabiam que tinha que funcionar. Então essa questão de ter um produto, que eu lembro que inicialmente eu acho que nem estava no seu projeto, foi muito importante e ajudou demais, porque era o foco dos meninos”.*

Da perspectiva e dos referenciais teóricos de validação interna de uma SE, os três professores apontam fortes indícios de que a proposta é efetiva, no que tange, os objetivos de ensino e aprendizagem de cada docente aos seus estudantes. Todos eles, notam aumento no engajamento dos alunos durante as aulas em que a SE foi aplicada, apontam, também, uma maior participação dos estudantes em atividades de argumentação.

Um ponto importante do aspecto de validação desta SE apontado pelos professores, parece estar relacionado com o aspecto prático da proposta de ensino, tal quando, o professor Bruno enfatiza sobre a relação entre a energia solar fotovoltaica, o futuro e os seus usos, ou seja, comentando que esse objeto de estudo tem utilidade prática na vida dos estudantes. A professora Sofia ressalta que os estudantes mantiveram interessados nas aulas, devido o propósito final da SE, pois, eles deveriam construir um carregador de celular com painéis fotovoltaicos, ou seja, enfatizando que estudar aquele conteúdo tem um objetivo, prático, tangível e usual na vida dos estudantes.

Fazendo uma análise da fala do professor Bruno, encontramos diversos apontamentos de validação da SE. Para ele, essa proposta não possibilita perdas de conteúdo em relação a uma proposta de ensino tradicional.

Consideramos que uma SE pautada em aspectos CTSA possui algumas diferenças em relação às atividades, majoritariamente, tradicionais que seguem estritamente o currículo. Compreendemos que algumas modificações precisam ser feitas no contexto da aula para que tal proposta seja efetiva. Entretanto, tais modificações podem deixar alunos e professores inseguros, pois diferem-se dos modelos usuais.

O professor Bruno também comenta que a SE proporciona aos estudantes um espaço de diálogo e compartilhamento de saberes entre professores e estudantes, assim como possibilita a produção de conhecimento. Entendemos que tais questões são imprescindíveis, como indícios de validação desta SE, pois, elas indicam que a proposta proporciona aos estudantes esses espaços de troca, que conforme os referenciais teóricos já apontados, são muito importantes para a construção de conhecimentos relacionados às situações de estudo.

## 6 À guisa de conclusão

Iniciamos a dissertação descrevendo algumas inquietações que me levaram a participar do processo seletivo para o Mestrado Profissional em Educação e Docência. As questões que envolvem o currículo, as dificuldades do exercício da docência são inquietações estiveram presentes durante as disciplinas e reuniões de orientação e foram, de certa forma, aumentando e se modificando com o percurso da pesquisa.

Investigamos como os professores se relacionavam com uma SE já estruturada, mas sem, ao certo, saber quais modificações seriam necessárias para torná-la aplicável a cada professor. Convidamos três professores de Física, licenciados em Física, docentes da rede de ensino do Estado de Minas Gerais, para participarem da pesquisa, constituída de entrevistas com o pesquisador, a fim de compreender quais escolhas cada docente participante pretendia fazer para aplicar a SE. Durante as entrevistas, buscamos compreender quais escolhas desses professores tangenciavam o currículo, o conteúdo e as propostas didáticas. Buscamos, ainda, identificar e compreender quais escolhas feitas pelos professores estavam relacionadas a fatores externos, a saber, o cronograma de cada escola, com a definição de determinadas datas de eventos no período letivo, como semanas de provas internas, feriados, recessos, além de datas de eventos externos, como provas de seleção para outras instituições de ensino ou provas de concursos, dentre outros.

Em uma das análises realizadas, buscamos compreender de que forma os docentes se relacionam com uma SE, elaborada em uma proposta de abordagem temática com uma perspectiva CTSA e com as suas características investigativas sobre energia solar fotovoltaica. Os referenciais assinalam algumas particularidades para que uma atividade de ensino seja considerada uma atividade investigativa, tais como, expor uma questão científica relacionada ao contexto do aluno, proporcionar que os estudantes vivenciem aspectos da natureza da ciência, além de usar a linguagem para argumentar e comunicar resultados e conclusões.

As entrevistas nos ajudaram a entender a forma pela qual os docentes engajados em mudanças se aproximam desta perspectiva de ensino, CTSA, e quais as dificuldades enfrentadas para sua utilização. Os discursos dos docentes participantes da pesquisa nos dão pistas para ações de formação inicial e de formação continuada de professores. Eis que surge uma questão, para pesquisas futuras: como os professores podem acompanhar, de maneira

efetiva, a aprendizagem dos alunos?

Ao realizar a análise das entrevistas, pudemos observar que os professores participantes entendem e acreditam ser importante ensinar sobre energia solar fotovoltaica no Ensino Médio. Tal afirmação é possível a partir da compreensão do discurso dos professores, no qual se observou o que os professores têm a dizer sobre o tema: Energia Solar Fotovoltaica. Alguns professores ressaltaram que este tópico costuma ser abordado superficialmente ou, simplesmente, ignorado no currículo. Contudo, atualmente, quando o mundo precisa de novas formas de energia, limpa e sustentável, os docentes ressaltam que é preciso estudar e pesquisar sobre outras fontes de energia.

As falas dos professores ecoam, por diversas vezes, nos documentos curriculares, PCN, PCN+, BNCC. A entrevista com o professor Henrique apresenta vários elementos que poderíamos analisar. O professor Bruno e a professora Sofia, dão uma maior ênfase nas questões relacionadas ao resgate do interesse dos estudantes por temas de ciências/física e engajamento nas atividades escolares.

Os professores consideram que um fator relevante para inclusão da Energia Solar Fotovoltáica no planejamento das aulas é o tempo, pois a carga horária da disciplina costuma ser reduzida, na maioria das escolas nas quais eles lecionam. Outro aspecto apontado foi o conteúdo conceitual, com a consideração, para alguns docentes, de não ser relevante abordar o conceito e o funcionamento de semicondutores, entretanto, para outro professor, tal conteúdo, nesta abordagem seria imprescindível.

Entendemos que a validação dessas sequências passa por sua adequação pelos professores, com fundamental importância para o autorreconhecimento dos docentes como autores de suas aulas e não meros aplicadores de propostas didáticas. Um material inovador é válido quando os professores o reconhecem como tal e conseguem implementá-lo nos contextos escolares. Um desafio, como aponta o professor Henrique, é identificar o que os estudantes aprendem com tais abordagens.

Durante as entrevistas, notamos que os professores passavam por diversos dilemas profissionais. Para verificar as tomadas de decisão, identificar os modos de ação de professores e para pautar as nossas análises com relação às inovações didáticas para uso em salas de aula, utilizamos os conceitos propostos por Windschitl (2002). Ressaltamos que fizemos algumas alterações de contexto para torná-los aplicáveis à nossa conjuntura. Observamos uma predominância dos dilemas pedagógicos e conceituais, bem como suas

interrelações. Destacamos que os dilemas políticos permearam as falas dos professores, mas não estavam, necessariamente, explícitos nelas. Parece existir um o predomínio dos dilemas pedagógicos e de conteúdo sobre os demais e uma ênfase maior no engajamento dos estudantes do que na aprendizagem.

Destacamos, aqui, que o ser docente está relacionado, intrinsecamente, com os dilemas profissionais. Ser docente envolve fazer escolhas. As escolhas dos professores estão pautadas em seus contextos de atuação, sua formação profissional e sua relação com o mundo. Em nosso trabalho, direcionamos o nosso olhar aos contextos de atuação dos docentes participantes da pesquisa, ou seja, a atuação dos professores em suas escolas. Em trabalhos futuros, podemos analisar a influência da formação do professor ou das demais relações do professor com os diversos ambientes do mundo, sejam eles sociais, políticos ou econômicos, nos dilemas profissionais vividos pelos docentes.

Como produto referente a esta dissertação de mestrado, reelaboramos a SE elaborada por LIMA (2018) e a desdobramos em três SE, pautadas nas escolhas dos professores. As sequências podem ser encontradas nos anexos e no repositório do mestrado profissional da Faculdade de Educação da UFMG. Ressaltamos que a SE pode ser aplicada por outros professores, em diferentes contextos e com diferente ordem de atividades. A ordem proposta reflete as escolhas do docente que a aplicou e não estabelece uma ordem obrigatória para as próximas aplicações.

## **7 O produto**

O produto educacional elaborado nesta pesquisa de mestrado é destinado aos professores - leitores - e é composto por três sequências de ensino sobre o tema Energia Solar Fotovoltaica. São apresentados três caminhos, ou trilhas, possíveis para o desenvolvimento das sequências de ensino em sala de aula, por diversos professores, em diferentes contextos de ensino, com múltiplos objetivos de ensino. Esses três caminhos são possibilidades que apresentamos como convite para avaliação, adaptação, preparação e aplicação por outros professores na forma de uma nova trilha. Ou seja, esta dissertação vem como uma proposta para que outros professores se apropriem da sequência original, ou daquelas construídas com os Professores Henrique, Bruno e Sofia, dando a elas um formato que considerem mais adequado aos seus contextos e estilos de ensino.

Inicialmente, a SE elaborada por Carlos Eduardo Lima (2018), em sua pesquisa de

mestrado, foi composta para 20 aulas com atividades diversas, inúmeros recursos e possibilidades. De certo modo, a aplicação dessa SE, de forma integral, era vista por muitos como fator inibidor de seu uso em sala de aula. Por esses motivos, propomos, nesse trabalho de mestrado, como produto educacional, uma readequação do ponto de vista estrutural e didático, com recortes e objetivos mais definidos.

Enfatizamos, aos professores, que este trabalho parte de pressupostos de validação de uma sequência de ensino com auxílio de professores que aplicaram as SE em suas salas de aulas. Com o objetivo de tornar o produto educacional mais próximo dos contextos de ensino dos professores, demos ênfases nas seguintes perguntas: o tema a ser ensinado é pertinente ao contexto de ensino? Quais textos e atividades são aplicáveis e pertinentes para a proposta de ensino do professor que vai aplicar a SE? Quais alterações na SE escrita por LIMA (2018) são necessárias para utilizá-la no contexto de ensino do docente? Qual o número de aulas disponíveis para aplicar a SE? As intenções de ensino da SE são compatíveis com os objetivos de ensino e aprendizagem para o docente?

Convidamos alguns professores para participarem dessa rodada de validação da SE e obtivemos a resposta positiva de três professores, que aceitaram participar da pesquisa e da readequação da sequência de ensino. Realizamos entrevistas para compreender os propósitos de ensino e aprendizagem dos docentes, para saber quais são suas expectativas e intenções para a aplicação da “nova” SE, bem como para a reestruturação da SE escrita por LIMA (2018).

Após essa primeira entrevista, o pesquisador e o orientador de mestrado fizeram uma pré-seleção das atividades, tendo em vista os objetivos de ensino e aprendizagem de cada professor, as expectativas e preocupações relativas ao tempo que o docente reservava para aplicação da SE. Feito isso, marcou-se uma conversa presencial entre o pesquisador e cada um dos professores, separadamente, para definir quais atividades iriam compor, de fato, a SE que o docente irá utilizar em suas aulas. As atividades que compuseram a sequência de ensino foram oriundas da primeira versão da sequência de ensino (Lima, 2017; Lima, Aguiar e Silva, 2018), com algumas adequações, conforme a demanda e propósitos levantados pelos professores.

Tendo feito as escolhas das atividades, textos e imagens que estariam nas respectivas SE, o pesquisador diagramou três livretos diferentes, que podem ser encontrados nos anexos da dissertação I, J, K, ou mesmo, nos links disponibilizados no quadro 4. Uma cópia foi



entregue aos professores para que eles fizessem a aprovação final do conteúdo, texto, imagens e diagramação. Após os três professores aprovarem os seus respectivos livretos, foram feitas cópias para cada um de seus alunos e todos os livretos foram entregues aos estudantes durante a primeira aula da SE.

A proposta apresentada neste produto educacional consiste em três sequências de ensino cujo elo é a energia solar fotovoltaica e que podem ser aplicadas de forma isolada ou em conjunto. As sequências estão detalhadas no Apêndice N, com enfoque em ciências e conceito científico; no Apêndice O, com enfoque pelo artefato tecnológico; e no Apêndice P, enfoque em CTS - ciência, tecnologia e sociedade. Tais ênfases foram dadas pelos professores que participaram da readequação da SE, as diferenciações entre as SE, N, O e P foram construídas por meio de alguns textos e atividades que destacam o respectivo enfoque, respeitando sempre respectivos desejos, objetivos e propósitos de ensino e aprendizagem de cada professor.

No quadro 4, a seguir, indicamos os links de acesso direto às sequências de ensino, presentes nos apêndices N, O e P, com o intuito de facilitar o acesso ao caderno de atividade para os professores e alunos. Se você, professor, estiver acessando esse material por meio digital, você pode clicar, usando o mouse, diretamente, no link e será direcionado para o caderno de atividade. Se você, professor, estiver acessando esse material impresso, basta digitar, no navegador de sua preferência, os links a seguir:

**Quadro 4:** Link de acesso a Sequência de Ensino.

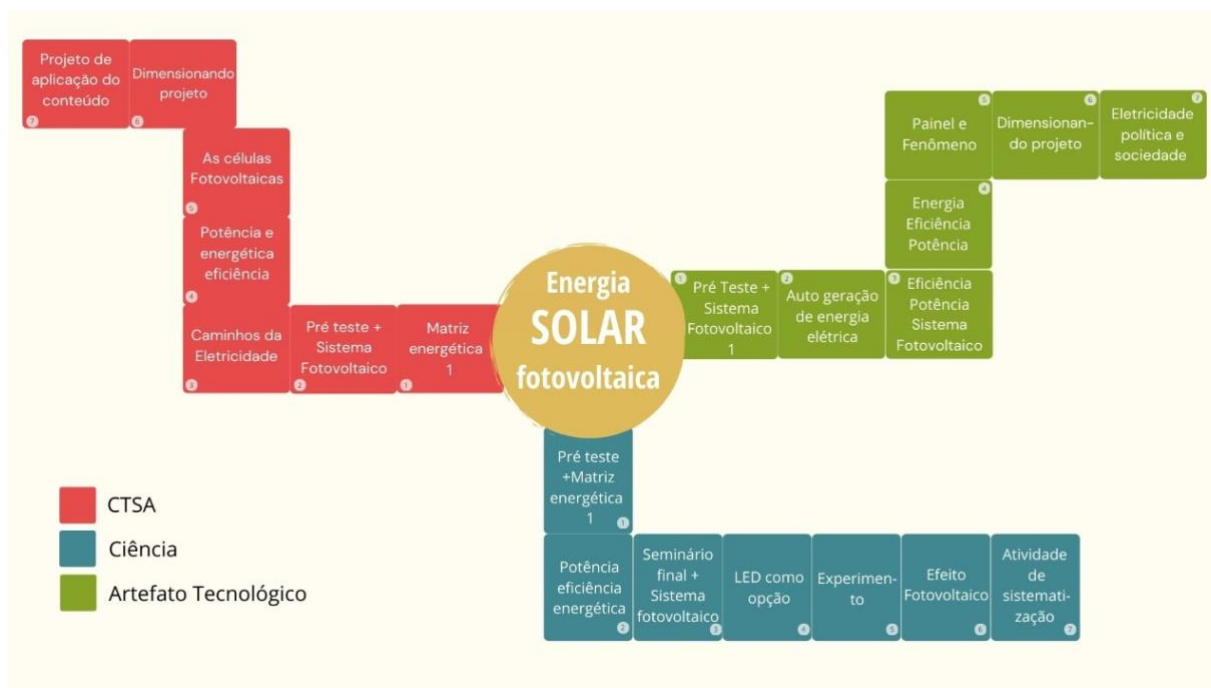
Enfoques	Links
Conceitos e conteúdo científico	<a href="https://encurtador.com.br/aejwK">https://encurtador.com.br/aejwK</a>
Artefato tecnológico	<a href="https://encurtador.com.br/mpqN6">https://encurtador.com.br/mpqN6</a>
CTSA	<a href="https://encurtador.com.br/rFGS9">https://encurtador.com.br/rFGS9</a>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Chamaremos de “trilhas” a cada um desses caminhos de apropriação e ajustes da sequência de ensino original, pelos professores para seus contextos de trabalho. As “trilhas” revelam, assim, preferências e escolhas, e reverberam preocupações docentes que se relacionam com dilemas profissionais vividos por cada um destes professores frente às

definições do currículo (o que ensinar, como ensinar, para que e para quem ensinar).

**Figura 3:** Trilhas de síntese das Sequências de Ensino.



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

A figura 3 representa, de maneira esquemática, as atividades que compõem três SE reelaboradas. Inicialmente, pensamos em apontar as inteseccões entre os caminhos escolhidos por cada professor, porém essa figura se mostrou visualmente confusa. Por isso, optamos por construir uma imagem com as trilhas seguindo caminhos únicos. Gostaríamos de ressaltar que algumas atividades são comuns, como por exemplo, a atividade de potência e eficiência energética. Todas as SE partem de um tema central, energia solar fotovoltaica, e desenvolvem o tema com algumas atividades, compostas por leituras de textos, vídeos, diagramas e trabalhos experimentais.

Apresentaremos no quadro 5, a seguir, uma síntese das aulas e atividades de cada uma das SE. Assim, pretendemos tornar mais ágil e eficaz a escolha por parte de um professor que deseja trabalhar com o material. Ressaltamos que a ordem de aulas, aula 1, aula 2 e seguintes, foram escolhas do professor que utilizou a SE, portanto, gostaríamos de enfatizar que essa ordem pode ser modificada, ficando a critério do professor que for utilizá-la, fazendo à sua maneira e suas respectivas intenções.

**Quadro 5:** Aula e atividades.

	CTSA	Ciência	Artefato Tecnológico
Aula 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perguntas sobre a matriz energética brasileira.</li> <li>• Texto sobre a matriz energética brasileira.</li> <li>• Três vídeos sobre a matriz energética brasileira.</li> <li>• Texto sobre o uso de energia no horário de pico.</li> <li>• Duas questões sobre o texto anterior.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Questionário pré-teste sobre o conteúdo.</li> <li>• Texto sobre a matriz energética brasileira.</li> <li>• Três vídeos sobre a matriz energética brasileira.</li> <li>• Pequeno texto sobre as vantagens do sistema de energia fotovoltaica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Questionário pré-teste sobre o conteúdo.</li> <li>• Texto sobre a matriz energética brasileira.</li> <li>• Perguntas sobre a matriz energética brasileira.</li> <li>• Três vídeos sobre a matriz energética brasileira.</li> <li>• Texto sobre o uso de energia no horário de pico.</li> <li>• Duas questões sobre o texto anterior.</li> <li>• Orientações para um trabalho final, em formato de seminário.</li> </ul>
Aula 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pré teste sobre energia, potência, corrente elétrica.</li> <li>• Texto sobre o sistema fotovoltaico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orientações para um trabalho final, em formato de seminário.</li> <li>• Leitura orientada, com perguntas, texto sobre o sistema fotovoltaico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Questionário sobre potência, tensão, eficiência.</li> <li>• Texto sobre o sistema fotovoltaico.</li> </ul>
Aula 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perguntas sobre a matriz energética e sobre o sistema fotovoltaico.</li> <li>• Texto sobre os caminhos da nossa eletricidade.</li> <li>• Duas perguntas sobre o texto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Texto sobre o LED como uma opção para a produção de energia elétrica.</li> <li>• Três perguntas relacionadas com o texto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Texto sobre eficiência, potência e energia.</li> <li>• Duas perguntas pré-texto.</li> <li>• Duas perguntas pós texto.</li> </ul>
Aula 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Duas questões pré-leitura do texto.</li> <li>• Texto sobre energia, potência e eficiência energética.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atividade experimental, construção de uma mini-usina solar fotovoltaica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Texto explicando as placas solares fotovoltaicas e o efeito fotovoltaico.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Duas perguntas pós leitura do texto.</li> </ul>		
Aula 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Texto sobre as células fotovoltaicas e efeito fotovoltaico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Texto explicando a transformação de luz em energia elétrica.</li> <li>• Questionário sobre o texto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atividade teórica experimental, dimensionar um projeto de energia solar.</li> </ul>
Aula 6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atividade teórica experimental, dimensionar um projeto de energia solar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atividade de sistematização, composta por seis perguntas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Texto sobre geração distribuída.</li> <li>• Dois vídeos sobre geração distribuída.</li> <li>• Quatro perguntas sobre os textos e vídeos.</li> </ul>
Aula 7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atividade experimental, construir um carregador de celular com uma placa solar fotovoltaica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Texto sobre energia, potência e eficiência.</li> <li>• Questões sobre o texto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Texto sobre energia como um bem social.</li> <li>• Perguntas sobre o texto, sugestão responder em grupo.</li> </ul>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Estimamos que o tempo para cada aula é de 50 minutos, porém a distribuição do tempo fica a critério professor. Com isso, pretendemos deixar a proposta de ensino flexível, ou seja, adequável aos diversos contextos dos docentes. O professor pode, por exemplo, alterar a ordem das atividades em uma aula, conforme suas escolhas, sem prejudicar a proposta de ensino.

Estamos disponibilizamos três cadernos de atividades, com as próprias sequências de ensino utilizadas pelos professores que participaram da pesquisa, descritas de maneira sucinta, na figura 3, por meio das trilhas e, no quadro 5, uma breve apresentação da composição das aulas. O professor tem autonomia para escolher trabalhar com a sequência de ensino completa, disponibilizadas no quadro 4 e nos apêndices N, O e P, assim como pode fazer a opção por mesclar algumas atividades entre si. Por exemplo, o professor pode escolher trabalhar, integralmente, com a sequência de ensino com o enfoque CTSA, presente no apêndice P mas pode de incluir a aula 4 da sequência de ensino com enfoque em ciências e no conceito científico, presente no apêndice N. Para isso, ele pode abrir o apêndice N,

encontrar a atividade, e incluí-la na SE escolhida por ele, sem nenhum prejuízo do conteúdo e da proposta de ensino.

Para a aplicação da sequência de ensino escolhida pelo professor, sugerimos a impressão do caderno de atividade e a entrega na primeira aula para os seus alunos. Compreendemos os diversos contextos que os docentes estão inseridos e, por isso, também sugerimos que ele disponibilize o caderno em formato digital, onde o estudante possa ter acesso por meio do telefone celular. Uma opção é fazer a cópia do caderno de atividades no *Google Drive*, por exemplo, e disponibilizar o link para os alunos. Dessa forma, eles podem fazer o download em casa e utilizar o caderno de atividades, no celular, durante as aulas, sem necessidade de internet.

Ressaltamos que, para dar início às atividades, o professor pode, para engajar os seus estudantes, apresentar, brevemente, o que será estudado durante as aulas da SE, expondo a importância de buscarmos fontes de energia alternativa para o nosso planeta. O docente pode, também, indagar sobre o efeito fotovoltaico, uma vez que a transformação de luz em energia elétrica é algo que pode despertar a curiosidade dos estudantes e engajá-los para o percurso de ensino e aprendizagem.

A nossa sugestão para a leitura dos textos é que o professor participe do processo, fazendo uma leitura mediada com os seus estudantes, perguntando se algum discente gostaria de ler um parágrafo em voz alta, fazendo pequenas pausas, oportunizando espaços para discussões entre os alunos, suscitando algumas perguntas referentes ao texto, durante a leitura. Um dos objetivos da leitura mediada é oportunizar uma leitura mais dinâmica para os estudantes, que por diversas vezes não possuem o hábito de ler textos em aulas de ciências da natureza.

Os links de acesso aos vídeos estão disponibilizados nos cadernos de atividade e o professor pode acessá-los no momento da aula, mas, para isso, é preciso acesso a internet. Caso o professor tenha dúvidas sobre a disponibilidade da internet em sua escola, recomendamos que ele faça o download do vídeo antes de dar início a aula, para que ele consiga apresentar aos estudantes. Os vídeos são ferramentas de ensino muito importantes pois auxiliam a leitura dos textos com um suporte visual, oportunizando uma visualização do processo, do fenômeno, ou mesmo do objeto que está sendo tratado.

Sugerimos que os professores solicitem aos seus estudantes que respondam às

atividades propostas de duas formas, escrita e oralmente. Assim, é possível desenvolver nos seus alunos habilidades de escrita e comunicação do pensamento científico. Para isso, quanto às respostas escritas, orientamos que o professor indique aos alunos que irá recolher as atividades, ou trocar as respostas entre os colegas, para engajá-los no processo de escrita. Para as respostas orais, sugerimos que o professor faça a leitura do questionamento e motive os alunos a responderem, auxiliando-os no desenvolvimento do raciocínio e convidando outros alunos a participarem da aula.

O material aqui proposto é fruto de pesquisas e análises realizadas por professores de física. Foi produzido com o propósito de auxiliar outros professores a inserirem o tema Energia Solar Fotovoltaica em suas aulas.

Com uma proposta baseada na literatura e em atividades contemporâneas que se mostraram atrativas para alguns estudantes, as Sequências de Ensino foram modificadas na tentativa de engajar alunos e professores no processo de ensino e aprendizagem, tanto de física como de ciências da natureza em geral,

Ressaltamos que o material foi produzido em um contexto, possibilitando, portanto, atualizações ao longo dos anos. Readequações nos textos podem ser realizados pelos docentes com a inclusão de novos dados, novas simulações e novas possibilidades que esses vislumbrarem.

## 8 Referências

AGUIAR, O.; SEVIAN, H.; EL-HANI, C. N. Teaching About Energy: Application of the Conceptual Profile Theory to Overcome the Encapsulation of School Science Knowledge. **Science & Education**, v, 27, p. 863-893, 2018.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. **Ciência-Tecnologia-Sociedade**: relações estabelecidas por professores de ciências. Revista electrónica de enseñanza de las ciencias, v. 5, n. 2, p. 337-355, 2006.

AULER, D. **Interações entre ciência-tecnologia-sociedade no contexto da formação de professores de ciências**. 2002. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Educação), Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

AULER, D. Movimento ciência-tecnologia-sociedade (CTS): modalidades, problemas e perspectivas em sua implementação no ensino de física. **Encontro de pesquisa em ensino de física**, v. 6, Resumos..., Florianópolis, 1998.

AULER, D.; DALMOLIN, A. M. T.; FENALTI, V. S. Abordagem temática: natureza dos temas em Freire e no enfoque CTS.

**andria: revista de educação em ciência e tecnologia**, Florianópolis, v. 2, n. 1, p. 67-84, 2009.

BATEMAN, K. M. **Assembling Policy Dilemmas**: Science Teacher Responses to Educational Policy.

- Orientador: Scott McDonald. 2019. Dissertation (Doctor of Philosophy) – The Pennsylvania State University, [S. l.], 2019.
- BOURSCHEID, J. L. W.; FARIAS, M. E. A convergência da educação ambiental, sustentabilidade, ciência, tecnologia e sociedade (CTS) e ambiente (CTSA) no ensino de ciências. **Revista Thema**, v. 11, n. 1, p. 24-36, 2014.
- BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologia**. Brasília: Ministério da Educação, Secretária de Educação Básica, 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília: Ministério da Educação, 1999.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2015.
- CAJAL, I. B. A interação da sala de aula: como o professor reage às falas iniciadas pelos alunos? In: COX, Maria Inês Pagliarini & ASSIS-PETERSON, Ana Antônia de (Orgs.). **Cenas de sala de aula. Campinas/SP: Mercado de Letras**, 2001.
- CAPECCHI, M. C. V. M. Problematização no Ensino de Ciências. In: CARVALHO, A. M. P. (orgs). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013, p. 21-40.
- CASCAIS, M. G. A.; TERÁN, A. F. Sequências didáticas nas aulas de Ciências do Ensino Fundamental: possibilidades para a alfabetização científica. **IX ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. Atas...Águas de Lindóia-SP: ABRAPEC**, p. 1-8, 2013.
- CAVALCANTI, M. H. S.; RIBEIRO, M. M.; BARRO, M. R. **Planejamento de uma sequência didática sobre energia elétrica na perspectiva CTS**. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-73132018000400859&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132018000400859&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 10 Apr. 2020.
- DELIZOICOV, D. La Educación em Ciências y La Perspectiva de Paulo Freire. In: **Alexandria Revista de Educação em Ciências e Tecnologia**, v. 1, n. 2, Florianópolis, 2008.
- DUARTE, R. Entrevistas em pesquisas qualitativas. **Educar em revista**, n. 24, p. 213-225, 2004.
- FERNANDES, A. C. S. **O projeto pedagógico como ferramenta do processo de ensino-aprendizagem**. 2013. 96 f. Dissertação, Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola. Universidade Federal Rural do Rio De Janeiro, Seropédica 2013.
- FERREIRA, A. B de H. **Dicionário Aurélio da língua portuguesa**. 5. Ed. Curitiba: Positivo, 2010.
- HALMENSCHLAGER, K. R. Abordagem Temática no Ensino de Ciências: Algumas Possibilidades. Vivências: **Revista Eletrônica de Extensão da URI**, Erechim (RS), v. 7, n. 13, p. 10-21, 2011.
- HOFFMANN, W. A. M. (Org.). **Ciência, Tecnologia e Sociedade: Desafios da construção do conhecimento**. São Carlos: EdU-FUSCar, 2011.
- HOFSTEIN, A., AIKENHEAD, G., RIQUARTS, K. Discussions over STS at the fourth IOSTE symposium. **International Journal of Science Education**, v. 10, n. 4, p. 357-366, 1988.
- HOUAISS, A.; VILLAR, M. de S. **Dicionário Houaiss da língua portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.
- KNEUBIL, F. B.; PIETROCOLA, M. A Pesquisa Baseada em Design: Visão Geral e Contribuições para o Ensino de Ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, [S. l.], v. 22, n. 2, p. 1-16, 28 ago. 2017
- LABURU, C. E.; ZOMPERO, A. F. Atividades investigativas no ensino de Ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, vol. 13, 67-80, 2011
- LIMA, C. E. **A energia fotovoltaica num contexto CTSA: uma sequência de ensino sobre as transformações de energia solar em elétrica**. (Dissertação, Programa de Mestrado Profissional Educação e Docência), Faculdade de Educação da UFMG, 2018.
- LIMA, C.E.; AGUIAR JR, O.; SILVA, J.C. Energia solar fotovoltaica: relato reflexivo de uma sequência de ensino com abordagem CTSA. In: Orlando Aguiar Jr (org.) **Sequências de Ensino de Física Orientadas pela Pesquisa: Experiências do PIBID e ProMestre/UFMG**, Capítulo 4, p. 135-209 (inclui sequência de ensino, material para estudantes, p. 166-209). Belo Horizonte: Fapemig, 2018.

- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M.E.D.A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo, EPU, 1986.
- MALDANER, O. A. A pesquisa como perspectiva de formação continuada do professor de química. In: **Revista Química Nova**, v.22, n.2 São Paulo mar./abr. 1999.
- MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de química: Professores/pesquisadores**. Editora Unijuí, 3ª edição, 2006.
- MALDANER, O. A.; ZANON, L. B. Situação de estudo: uma organização do ensino que extrapola a formação disciplinar em ciências. In: MORAES, R.; MANCUSO, R. (Org.). **Educação em ciências: produção de currículos e formação de professores**. Ijuí: Editora Unijuí, 2004, p. 43-64.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos da metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- MELLO, T. E. T. **Diferentes Abordagens no Desenvolvimento de uma Sequência de Ensino CTS/QSC sobre Aquecimento Global**. Orientador: Penha das Dores Souza. 2017. 109 p. Dissertação (Programa de Mestrado Profissional em Educação e Docência) - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação, Belo Horizonte, 2017.
- MÉHEUT, M.; PSILLOS, D. Two aspects of the relations between research and development. In: PSILLOS, D. (Ed.). **Proceedings of the third international conference on science education research in the knowledge based society**. Thessaloniki: Art of Text Publications, 2001. v. 2, p. 489-491.
- MENDONÇA, D. **Práticas de Metodologias Ativas no Ensino de Ciências: Uma abordagem no uso da energia solar fotovoltaica**. 2018. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Itajubá, [S. l.], 2018.
- MICHAELIS. **Moderno Dicionário da Língua Portuguesa**. São Paulo: Melhoramentos. Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/index.php>>
- MUENCHEN, C; DELIZOICOV, D. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro "Física". **Ciênc. educ. (Bauru)**, Bauru, 2014. v. 20, n. 3, p. 617-638.
- MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. L. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 9, n. 1, p. 89-111, 2007.
- NASCIMENTO, L. M. M.; GUIMARÃES, M. D. M.; EL-HANI, C. N. Construção e avaliação de sequências didáticas para o ensino de biologia: uma revisão crítica da literatura. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 7, p. 1-12, 2009.
- PAIS, L. C. **Didática da Matemática: uma análise da influência francesa**. Belo Horizonte: Autêntica, 2002
- PEREIRA, M. P. B. **Unidade de ensino potencialmente significativa no estudo problematizador dos efeitos fotoelétrico e fotovoltaico**. 2019. 132f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de Física - PPGPEF) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2019.
- PEREIRA, K. M. F. G. **Energia Solar como Temática Ambiental para as Aulas de Física**. 2013. Dissertação (Mestrado) - Centro Universitário Anhanguera de Niterói - UNIAN, [S. l.], 2013.
- PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 13, n. 1, p. 71-84, Apr. 2007.
- REIS, J. M. C.; OLIVEIRA, B. R. M.; CEDRAN, D. P.; KIOURANIS, N. M. M. Abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente (CTSA): uma discussão acerca do Equilíbrio Químico no ensino superior. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC** Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC – 3 a 6 de julho de 2017
- SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 17, n. 1, p. 97-114, 2011.
- SEDANO, L; CARVALHO, A. M. P. Ensino de ciências por investigação: oportunidades de interação social e sua importância para a construção da autonomia moral. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 10, n. 1, p. 199-220, 2017. ISSN 1982-5153.
- SOARES, D. A. **Micro Usina Solar e o Efeito Fotovoltaico para Alunos do Terceiro Ano do Ensino**



- Médio**. 2018. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, [S. l.], 2018.
- SOUZA, J. R. P. S. **Energia Solar Fotovoltaica: Conceitos e Aplicações para o Ensino Médio**. 2016. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, [S. l.], 2016.
- SOUZA, F.; PEDROSA, E. O enfoque CTS e a pesquisa colaborativa na formação de professores em ciências. **Revista Areté - Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 4, n. 7, 2011.
- STRIEDER, R.; KAWAMURA, M. R. Panorama das pesquisas pautadas por abordagens CTS. **VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Florianópolis, v. 8, 2009.
- TEMPLE, M. **Oxford Escolar para Estudantes**. 2 ed. rev. Oxford: Oxford University Press, 2013.
- TOMAZELLO, M. G. C. O Movimento Ciência, Tecnologia, Sociedade-Ambiente na Educação em Ciências. Cascavel – PR. **Anais do I Seminário Internacional de (CTS)** de 28 a 30 de abril de 2009. UNIOESTE, Cascavel- Paraná. Acesso: setembro 2012. Disponível: <http://cac-php.unioeste.br/eventos/ctsa>.
- VAZ, C. R.; FAGUNDES, A. B.; PINHEIRO, N. A. M. O Surgimento da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) na Educação: Uma Revisão In: **I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia**. Anais. p. 98-116, 2019
- VIEIRA, L. B. G.; FERNANDES, G. W. R.; MALDANER, O. A.; MASSENA, E. P. Situação de estudo: o que vem sendo publicado em eventos e periódicos da área de ensino de ciências? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 20, e2914, 2018.
- WINDSCHITL, M. Framing constructivism in practice as the negotiation of dilemmas: An analysis of the conceptual, pedagogical, cultural, and political challenges facing teachers. **Review of educational research**, v. 72, n. 2, p. 131-175, 2002.
- YIN, H. Dilemmas of teacher development in the context of curriculum reform. In: GU, Qing. **The work and lives of teachers in China**. United Kingdom: Routledge, 2014. p. 85-104.
- ZANON, D. A. V.; DE FREITAS, D. A aula de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental: ações que favorecem a sua aprendizagem. **Ciências & Cognição**, v. 10, 2007.

## Apêndice A Entrevista com o professor Henrique

A seguir apresentaremos a transcrição da entrevista com o professor Henrique, usaremos como legendas: ... para Alongamento vocálico, hesitação ou interrupção de fala, (inint) para trecho não compreendido com clareza, para (( - )) comentários do transcritor, (...) como fala considerada não relevante ou conversa aleatória e (hipótese) como hipótese de escuta. Os sujeitos serão identificados da seguinte forma: P para pesquisador e H1 para o professor entrevistado.

((início da transcrição)) [00:00:17]

**P: Henrique, deixa eu te perguntar, então você fez a leitura do caderno?**

H1: Fiz, fiz sim.

**P: O que é que você mais gosta nessa proposta?**

H1: Uau, uma coisa, não é? Assim, eu gosto muito...

(...)

H1: Você está falando da sequência em si se está (inint) [00:00:41] ((sobreposição de vozes))

**P: É, dessas atividades, o que é que você... (inint) ((sobreposição de vozes)).**

H1: Ah, eu gostei muito da atividade um, que é uma atividade que eu acho que ela é impactante. Porque quando a gente fez a primeira vez, a gente fez a atividade numa arena que tem lá nos Três Poderes, a céu aberto, de manhã. E essa atividade ela é engraçada que ela vai sofrendo variações ao longo do tempo, do dia, porque na medida em que o sol vai se posicionando, então vai sendo diferente. Mas assim, muito legal, porque os meninos assim, o impacto deles e o diálogo que essa atividade um ela produz de cara, eu acho que ela foi uma abertura muito produtiva para uma sequência que a gente com três atividades nem sabia onde é que ia parar. Ou seja, ela já começou bem.

**P: O fato de ela ser experimental.**

H1: Dela ser experimental, dela lidar com... os meninos ficam muito impactados, porque você pega, por exemplo, o painel... até aqui. ((voz distante)). Então você pega... então o que é que a gente fazia no caso com os meninos? Você pega o painel, eu discuto, a gente fala, “o que é que vocês acham (inint) [00:02:14]?”.

**P: Então o fato de ela ser experimental e o fato dela possibilitar o diálogo?**

H1: Dela possibilitar o diálogo.

**P: Então podia ser um experimento com só com (inint) [00:02:21].**

H1: É. E é um experimento que os meninos podem pôr a mão, que eles podem pegar. Eles vêm cá e pega (inint) [00:02:27], conecta o celular deles aqui e vê que está carregando o

celular. Esse é outro. Quer ver? Tem um aqui que é de USB, os conectores USB. Aqui olha, tá vendo?

**P: Entendi.**

H1: E aí os meninos põem o celular para carregar, “está carregando mesmo. Está carregando mesmo”, você precisa ver assim. Esse espanto, essa chamada de atenção ela é muito bacana. Os meninos podem manipular, então não é só observacional. Eles põem a mão, eu falei, “você que segura aqui?”, “vira para o sol”, “coloca na sombra”, “tampa com o caderno”. Então tudo isso... então essa foi assim, uma das coisas que eu mais gosto nessa atividade.

**P: Deixa eu te fazer uma outra pergunta agora. Dessas atividades, qual que você considera a mais adequada para a sala de aula? Ou quais?**

H1: Para dentro de sala de aula?

**P: É, para fazer com esses alunos, para a gente tentar ensinar esse tema.**

H1: Ah, sim. Olha, eu acho...

**P: Porque aí a gente perguntar assim também, qual que você tiraria, por exemplo?**

H1: Sim, sim.

**P: Talvez está sobrando.**

H1: Bem, assim, elas muito úteis, mas se você quiser, por exemplo, pegar, focar mais na parte de ensino de física, não é?

**P: Qual que você gostaria de focar?**

H1: Essa parte e a parte que envolve física moderna, sabe? Então aqui, que é a atividade que a gente faz com os leds, atividade nove, tá? Então, assim, compreender o que é que é um semicondutor, como fazer a dopagem, o que é que é a junção PN, saber que um led pode se comportar... essa atividade eu acho ela fundamental para compreender o processo.

**P: Ok.**

H1: Ou seja, você precisa dela... porque assim, uma coisa é você fazer essa atividade experimental, é bonita, é legal, chama a atenção. Mas e o que está por trás disso? Então ela é uma das atividades que ajudam a compreender o processo.

**P: E uma que você modificaria, por exemplo, dessas todas? A gente tem que olhar, porque são muitas, não é?**

H1: É, exatamente. Uma que eu modificaria? ((silêncio)) É... ((silêncio)) deixa eu ver aqui que... ((silêncio)) é, não necessariamente tiraria, mas juntaria, por exemplo, a atividade dois com a atividade três, que eu acho que elas estão num escopo muito parecido. Talvez colocasse elas um pouco mais adiante, não é? Ou colocaria adiante ou colocaria antes, falar um pouco dessa coisa do que é que é energia, (distribuição) [00:05:27] de energia. Uma coisa que eu acho que é interessante é talvez explorar justamente essa dimensão da matriz

energética já no início, para trazer uma discussão sobre energias renováveis e sobre energia solar num segundo momento.

**P: Como se suscitasse da matriz a necessidade de uma energia solar?**

H1: Isso, exato, exato.

**P: Entendi.**

H1: Assim, é uma opção? Vamos analisar se representa uma opção viável. E aí vamos fazer os experimentos, vamos fazer atividades com...

**P: Com a solar.**

H1: Com a solar. Uma coisa que na época acabou a gente (inint) [00:06:09] um pouco esses conceitos. Por exemplo, na atividade cinco, que envolve esse conceito de energia, potência, eficiência, isso acabou um pouco ficando repetitivo, porque nós já tínhamos trabalhado isso com eletromagnetismo...

**P: No circuito.**

H1: Nos circuitos, não é? Então é uma atividade que se você não tem muito tempo, você pode tirar porque ela já foi tratada.

**P: Beleza.**

H1: Então a gente na verdade, acabou refazendo algumas atividades lá de trás, um pouco para obedecer a sequência e... porque assim, a gente parte aí do pressuposto que a sequência ia ser inédita para qualquer um que aplicasse e não necessariamente a pessoa, o professor teria tratado esses temas anteriormente, não é?

**P: Mas na sua realidade lá isso já tinha sido tratado.**

H1: É, já tinha sido tratado, então...

**P: Agora, por exemplo, se a gente for voltar nisso, já foi tratado.**

H1: Já foi tratado. É lógico que nos entremeios vale a pena lembrar o aluno durante a atividade, “vocês lembram? Nós falamos de potência, de eficiência, vamos recordar isso”, não é?

**P: Porque quando vai dando meio dia fica melhor (inint) [00:07:17].**

H1: Exatamente, exatamente.

**P: Tá. Deixa eu te fazer mais uma pergunta, que são dez no total.**

H1: Não, fica à vontade. Você pode fazer quantas você quiser e eu gosto de falar, se você não se importar.

**P: Não, de jeito nenhum.**

H1: ((risos))

**P: Quais você considera mais viáveis e relevantes? E quais dessas você considera que fogem um pouco do contexto? Essa, por exemplo, eu entendi que...**

H1: É.

**P: ... se já foi dado esse conteúdo, não precisa gastar tanto tempo nisso. Mas uma, por exemplo, que é... que eu entendi aqui que é muito viável, por exemplo, é esse experimento, é definir essa matriz.**

H1: Exato, exatamente. Falar um pouco da matriz. Por exemplo, nós fizemos uma atividade sobre sol, que foi muito bacana...

**P: Da constante solar.**

H1: Não, é até... um pouco... a gente falou da constante solar até antes de falar disso. Na atividade seis, por exemplo, falou que o sol como fonte de energia. Então foi uma aula mais informativa sobre a natureza do sol e que, embora seja essencial, é um tema essencial e importante, não necessariamente ele é dispensável. Então você, por exemplo, é um tema... nós ficamos uma aula para falar do sol, mas assim, não necessariamente... falando do sol, da radiação, do que é que o sol produz, do sol como fonte da vida e tudo mais, etc., do sol no sistema solar. E isso não necessariamente é essencial para você trabalhar com energia solar.

**P: A gente podia suprimir essa atividade, por exemplo.**

H1: É uma atividade que você pode suprimir pela falta de tempo. Lá na frente se você tiver tempo para falar um pouco, mas essa aí é uma atividade que é fácil.

**P: Porque agora a gente está pensando uma coisa de cinco, seis aulas.**

H1: Isso, exatamente.

**P: Então a gente vai precisar fazer uns recortes.**

H1: Exato, vai ter que fazer um recorte. Esse é um dos que com certeza nós vamos ter que suprimir.

**P: E a sua justificativa que eu estou entendendo é que a gente está falando de energia solar, mas eles já têm ideia do que é que é o sol, de onde que ele se coloca.**

H1: Exato. Então não necessariamente a gente precisaria dessa atividade. Então uma atividade que eu gosto muito, que é uma atividade... as atividades sete e oito. Aqui a gente pode fazer uma seguinte opção, ou suprime as duas atividades, ou transforma as duas atividades em uma. Essa atividade foi uma atividade muito bonita que a gente fez, que eu acho que os meninos têm condição de manipular, é uma atividade que a gente fez com a SunCalc. Então essa atividade...

**P: Ah, eu sei qual é.**

H1: É. Essa atividade ela é bacana, porque o aluno, por exemplo, ele vai, manipula o mapa. Aqui então a gente fez a partir dos Três Poderes. Então você ia lá nos Três Poderes... deixa eu ver aqui se eu acho. Olha, como é que está o sol aqui nesse horário no dia tal? E inclusive a gente fez...

**P: Que hora que ele nasce?**

H1: É, quando nasce, quando se põe, como é que a gente aproveita isso aí como a energia... tem um nome, como que a gente chama? Que é a potência... que é o uso que você faz. A eficiência do painel de 6 horas por dia. Porque você tem lá, mas assim, é equivalente a seis horas por dia e tudo mais. Então isso aqui era bacana de fazer isso com os meninos, porque eles vinham e manipulavam. A gente pediu para fazer em casa também, eles fizeram. Então aqui eu acho, essa é uma atividade que ou você faz ela... pode dar como uma atividade para os alunos fazerem em casa, não é? Não necessariamente precisam fazer aqui, e depois trazer para uma discussão. Ou você pode suprimir essa atividade, tendo em vista que você vai ter outras coisas que você vai poder explorar melhor dentro do tema. Então assim, não é que essas coisas não sejam necessárias, elas são muito bacanas.

**P: Mas depende do objetivo.**

H1: Mas depende do tempo que você tem e do objetivo que você tem.

**P: Exatamente isso que a gente vai chegar, quer ver? Sobre os recursos, os textos, experimentos, vídeos, diagramas e simulação, você achou suficiente, adequado? Queria pôr mais? Queria tirar?**

H1: Eu queria pôr mais, é uma coisa que eu gostaria de ter feito. Até planejei fazer isso no ano seguinte, acabou que depois eu não tive uma...

**P: Por causa do dia a dia, não é? Da rotina.**

H1: Unhum. Por exemplo, essa atividade que a gente fez com os painéis eu planejei fazer ela como uma atividade... no lugar de eu ir lá fazer como uma atividade de demonstração, fazer como uma atividade investigativa. E a minha ideia era comprar, era baratinho, comprar... - ter isso aqui, a gente poderia continuar usando - mas comprar uns painezinhos solares, que são baratos e os meninos fazerem experimentos em grupo.

**P: De led?**

H1: De led com led, eles ligarem o led, ver. Então assim, eu acho que seria superbacana ver, e eu não sei te dizer se vai ser melhor ou não, mas assim, pressuponho que seja. É uma aposta de que a gente fizesse isso como uma atividade de investigação. Então com os painezinhos de led menorzinhos, mais baratos...

**P: Para grupos de quantos mais ou menos?**

H1: Para grupos de no máximo seis alunos, que a gente pudesse fazer isso. Eu acho que ia ser muito legal, e...

**P: Que ela tem um caráter mais investigativo...**

H1: Porque tem um caráter mais investigativo, exatamente.

**P: Fechou.**

H1: A ideia era justamente fazer isso, no lugar de fazer como demonstração, fazer...

**P: E dos vídeos, Henrique? O vídeo estava para mais? Estavam suficientes? Você queria trocar? Os meninos interagem bem com esses vídeos?**

H1: Eu acho assim, por exemplo, os vídeos que abordavam coisas cotidianas, eu acho que foram muito bacanas, foram muito bons, foram... para o material que a gente tinha na época, foram muito legais. Eu acho que hoje tem matérias mais atuais, com informação melhor qualificada que você pode aproveitar. Mas, tem um vídeo que ele é particularmente (inint) [00:13:48] que é uma experiência da escola de Uberlândia, e esse vídeo motivou...

**P: Está vídeo está pronto?**

H1: Já está pronto.

**P: É o que está aqui?**

H1: É o que está aqui, não é?

**P: Ah, sim.**

H1: Você sabe qual que é.

**P: Sei.**

H1: Então, na época a gente quis passar aquele vídeo porque a gente tinha a pretensão de implantar um projeto desse. E uma das atividades que está proposta é de justamente dimensionar isso.

**P: E sobre essa atividade, o que é que você pode me falar dela? Dessa dimensão do circuito. O que é que ela foi para...**

H1: O que é que a gente acabou fazendo, não é? Ela ficou mais como uma atividade teórica, porque na prática a gente fez a mensuração. Mas o projeto não foi implementado, porque a gente não tinha recurso e condição de fazer isso na escola.

**P: É muito caro, não é?**

H1: Muito caro, teria de construir uma parceria...

**P: Aquela escola inclusive ela é particular, não é?**

H1: Não, ela é municipal, ela é municipal.

**P: Que tem um caso de Uberaba que é uma escola particular.**

H1: É. Aquela foi municipal, que eles conseguiram doação, a prefeitura... foi mais fácil, porque justamente por ser municipal a prefeitura conseguiu...

**P: Tem mais verba.**

H1: Não, não é nem que teve recurso da prefeitura, mas a prefeitura fez um acordo que era o seguinte, o que a escola economizasse, ia reverter para a escola em termos de recurso. Então isso com o estado seria mais difícil. Na época nós tentamos até procurar algumas pessoas do estado, governo. Aí não conseguimos agenda, então aí não viabilizou pelo menos a possibilidade de a gente construir o projeto, né? É uma coisa que eu acho que talvez no futuro. Então essa etapa e no momento em que a gente vai... eu tiraria essa parte,

não é? Então não seria algo essencial para o aprendizado dos meninos. Eu acho que seria muito mais interessante eles entenderem a natureza dos painéis solares, saber que existe, que funciona e como e quais os princípios da física que está por trás. E que eles podem aplicar isso no cotidiano de várias formas, seja para uso de energia em larga escala, de média e pequena.

**P: Deixa eu te perguntar, então para você o que é que está faltando e o que é que está sobrando na sequência?**

H1: Eu acho que assim, por exemplo, uma coisa que faltou mais foi explorar a natureza, foi explorar essa dimensão dos aspectos mais físicos, mais quânticos, não é?

**P: A ciência que está por trás dessa coisa, não é?**

H1: A ciência que está por trás. Eu acho que precisava... na sequência eu acho que ela tratou muito bem de aspectos observacionais, tratou muito bem da fenomenologia, mas tratou muito da natureza física, das propriedades físicas. Então, por exemplo, a aula sobre leds, foi uma aula, não é? Então, ou seja, é uma parte que primeiro, não é simples entender. Então acho que foi um pouco superficial, não é simples de entender e poderia ser mais aprofundada. Então, por exemplo, teve alunos que tiveram dificuldades com (inint) [00:17:36] junção PN. Nós na física temos dificuldades às vezes de entender isso, não é? Imagina...

**P: A gente não tem isso aqui.**

H1: Não tem isso aqui. Imagina um aluno do ensino médio. Então para isso precisava... na verdade, se a gente quisesse explorar isso de maneira mais profunda, o ideal seria dar alguns conceitos de física quântica antes. Pelo menos aqueles mais fundamentais, espectro, aqueles fenômenos, efeito fotoelétrico, não é? Para comparar.

**P: Inclusive tem uma dissertação de mestrado que ele fala, ele quer falar de energia solar fotovoltaica, mas ele prepara um monte de aula antes de fotoelétrico.**

H1: Exato. Justamente para você entender. Embora seja fenômenos distintos, mas eles têm semelhanças, o efeito fotoelétrico ajuda a entender a quantização...

**P: Unhum, eles têm características próximas, não é?**

H1: Tem características próximas. Então eu acho que assim, faltou um pouco explorar mais a natureza quântica da matéria, para entender de fato, não é? Ou seja, se você entender o fenômeno elétrico... ou seja, para mim o que eu vi na sequência é o seguinte, os alunos saíram com uma boa compreensão. É o seguinte, “a energia gerada pelo painel é gerada como forma contínua, existe um conversor que transforma ela em alternada, porque nas nossas casas a gente usa... aparelhos que utilizam corrente alternada. E existe este e tais e tais formas de distribuição e de aproveitamento e de uso compartilhado com outras formas de energia”. Eu acho que os alunos entenderam isso muito bem, a grande maioria teve a



compreensão. Mas na ponta a interação da radiação com a matéria é algo que precisava ser explorado mais.

**P: Os conceitos científicos que estão ali...**

H1: Os conceitos científicos que estão ali no painel, eles precisavam ser explorados...

**P: Porque o de corrente estava claro, tá.**

H1: Porque o de corrente ficou muito claro, até porque...

**P: Ele foi visto antes também.**

H1:... e aí é isso que é o interessante, porque como foi visto antes, assim, isso ajudou muito eles a lidar com esse aspecto.

**P: Daqui para frente.**

H1: Ou seja, daqui para frente. Saiu do painel, a energia sai assim, corrente... e aí muito bacana, tem corrente contínua (inint) [00:19:50] tanto que eles fizeram trabalhos maravilhosos sobre isso. Fizeram trabalhos espetaculares. Então, isso foi muito bem aproveitado. Agora, faltou ainda aprofundar um pouco mais... e como o Carlos, o caso do Carlos nós tivemos uma coisa que a sequência atrasou muito. Então quando foi aplicar, por exemplo, já estava no segundo semestre, quando começou a aplicar e pegou uma parte do terceiro e o início lá do quarto bimestre. Então coisas que a gente gostaria depois de aprofundar mais para além das sequências, explorando, justamente acabou ficando muito superficial também.

**P: Entendi. Henrique, você já deu indícios aí para mim, mas a ordem que esses textos e atividades são colocados tem alguma coisa que você trocaria? Porque eu já peguei aqui, por exemplo, é para a gente começar pela matriz.**

H1: É, eu acho que assim, entender a matriz é uma coisa boa. Eu gosto muito de começar uma sequência que dê esse caráter investigativo. Por exemplo, uma forma natural de começar seria justamente explorando a natureza quântica da matéria. Mas se a gente começar por aí, quando a gente for tratar, mostrar o painel solar e tudo mais, vai ficar muito observacional e muito – como é que a gente diz? – demonstrativo, não é? Ou seja, “olha, vocês viram aqui? A consequência da natureza quântica, a matéria no painel solar está aqui”. Então eu preferiria começar com a ideia da matriz, aí apresentar o painel solar, como a gente já apresentou na atividade um. E aí na sequência vim discutindo... vim discutindo, rediscutindo alguns conceitos básicos de eletricidade, para não perder o foco. E aí entrar nessa coisa de natureza quântica...

**P: Na transformação dessa energia.**

H1: Na transformação.

**P: Como essa transformação se dá.**

H1: Como essa energia se dá. Então eu acho que tem que explorar os dois aspectos. A ordem pode ser tanto explorando a partir da natureza e eletricidade, lá como desenvolvidos mais bonitinhos, eletromagnetismo, motores e tudo na indução. Pode explorar a partir daí e depois chegar na parte mais moderna da física, ou pode até inverter. Aí eu acho que não se prejudica muito, aí a gente pensar qual que é a melhor opção nesse caso. Mas aí eu acho que a gente teria mais ou menos aquilo que você falou, cinco ou seis aulas, não é? Então pensando: matriz, uma atividade mais investigativa sobre o painel.

**P: Uma atividade mais investigativa sobre o painel.**

H1: Uma atividade para compreender (seletores) [00:22:37] de energia, de energia elétrica, de como funciona essa conversão, os processos, as partes do gerador fotovoltaico. O que é que off-grid, on-grid, essas coisas. Depois explorar mais essa natureza quântica da matéria, a física. E aí a gente pode arrematar com uma reflexão aí, que eu acho que sempre vale a pena entrar uma reflexão sobre a eletricidade, política e sociedade. Que eu acho que também não pode deixar de fora isso. E aí fazer uma discussão até mais abrangente sobre por que é que não estamos explorando mais, como é que isso entra... o que é que é preciso. Tem uma discussão que está aí que o subsídio vai acabar.

**P: Ou seja, vai ficar mais caro.**

H1: Vai ficar mais caro e vai talvez desestimular, o que é que está por trás dessa discussão. Então acho que assim, mais ou menos com esse panorama dá para a gente fazer um trabalho bacana.

**P: Nem que seja uma leitura em casa sobre essas questões políticas sociais...**

H1: Essas questões e aí traz para uma discussão.

**P: Agora eu vou para a próxima contigo, que é o seguinte: lá na página 137 do livrinho eles vão colocar os princípios substantivos da sequência, são três.**

H1: Unhum.

**P: Então tem um aí nesse segundo parágrafo dessa página, um no terceiro parágrafo e um no último parágrafo da 138.**

H1: Sim.

**P: Eu precisava que você comentasse comigo sobre esses princípios, não é? No sentido de entender quais são as relevâncias desses princípios. Pois é, se você quiser dar uma lida aí agora para lembrar.**

H1: Eu tinha lido esse material antes.

**P: Ah, mas a gente esquece.**

H1: É.

**P: Acabei de abrir de novo para...**

H1: É. Vamos começar aqui, olha, falando do primeiro princípio aqui, não é? Que é: o primeiro substantivo da sequência constitui na busca de uma articulação dos contextos local e geral sobre a temática. Então decidimos a partir de questão local, qual seja a viabilidade da instalação (inint) [00:25:15] fotovoltaica... que era justamente a proposta da... bem, uma sequência como essa, não é? Você quer pensar em como isso pode ser relevante, sair além de uma mera curiosidade.

**P: Unhum.**

H1: Ou seja, como isso pode se tornar uma reflexão sobre quais os usos que nós fazemos de energia, como nós utilizamos a energia. E para a gente aprender a olhar tanto para os usos que a gente faz, matriz energética brasileira, não é? Que é uma rede imensa e que envolve não só uma estrutura física de geração, de transmissão, mas também decisões políticas, decisões empresariais, ou seja, e como isso afeta o cidadão cotidianamente. Segunda, nesse aspecto... e um outro aspecto é o aspecto local, como é que isso afeta minha vida (inint) [00:26:22]? Na minha casa, por que é que a gente fala tanto de energia fotovoltaica, mas por que é que eu não estou usando painéis solares na minha casa ou fontes de energia renováveis? E o que é que significa se nós adotarmos fontes de energia renováveis? Tem uma discussão muito interessante que nós fizemos antes dessa - pelo menos uma das turmas participou, de ex-alunos que participaram disso -, num ano anterior nós tínhamos feito uma sequência com alunos que nessa época que eram meus alunos do segundo ano, sobre aquecimento global. Então, e para alguns grupos que já tinham trabalhado esse tema, e também em geografia eles estavam trabalhando essa discussão, essa questão veio à tona. Então quer dizer, quando a gente fala de energia renovável ou de formas de energia sustentáveis, a gente está pensando num tipo de política global que afeta não só a minha vida como indivíduo, mas afeta a sociedade como um todo. Então, ou seja, nós queremos que nossos alunos pensem... se pensem, se vejam como parte de uma sociedade, não é? Tanto num panorama local quanto num panorama (geral) [00:27:36]. E não como células isoladas nesse processo e que cada um tem um papel importante nisso. Então a discussão que esse tema traz ele propicia isso, então eu acho que esse é um aspecto relevante nesse tema. No segundo aspecto, articular as várias dimensões de ciência e de tecnologia e seus impactos sociais, econômicos e ambientais a partir da problematização de um artefato tecnológico - que é o caso do painel fotovoltaico. A outra coisa que a gente traz aqui é o seguinte, quais os papéis da ciência (inint) [00:28:20]. Então assim, primeiro, nós fizemos... e isso é uma coisa boa, que nós fizemos uma discussão muito ampla nesse sentido com os meninos sobre a natureza da ciência, sobre o que é que ciência.

**P: Durante?**

H1: Isso eu estou falando agora, do que nós fizemos com os alunos. Então assim, ao longo dos três bimestres até agora, essa discussão sempre voltou...

**P: Então a gente deve ter resultados diferentes se a gente resolver adotar esse princípio.**

H1: Exatamente, a gente deve ter resultados diferentes. De como é que a ciência se traduz hoje no nosso mundo contemporâneo e de como eu também faço ciência, não é? Não só em sala de aula, mas no meu cotidiano. E outra coisa, quando a gente pensa em educação científica, o que é que significa pensar cientificamente? Ou seja, o que é que significa pensar a partir de evidências. Então essas atividades (por ensino) [00:29:21] de investigação, sobretudo atividades que envolvem temas tecnológicos como... e temas tecnológicos que são temas de fronteira, não é? Quando você pensa em energia solar fotovoltaica, você está pensando em coisas muito sofisticadas. Então, como é que nós traduzimos isso na prática pedagógica? Ou seja, fazer o aluno pensar também, ver como alguém que produz e faz ciência. E como essa ciência, tecnologia que é produzida por nós ela afeta o nosso cotidiano, ela interage com coisas. Por exemplo, uma atividade legal que era justamente os meninos fazerem a medida dos seus gastos de conta de luz, era muito bacana porque, por exemplo, “se nós tivéssemos energia solar, quanto de gasto a gente precisaria? Ou redimensionar, não é? Qual a o painel, qual a área que eu precisa ter, seja na minha casa, seja na escola, se eu quiser manter esses gastos. Se eu for trabalhar com isso...”. Então, quer dizer, essa articulação entre a ciência, a tecnologia e o meu cotidiano, ela fica nessas atividades mais visíveis. Porque em geral... a gente faz essa discussão, agora mais recente nós estávamos fazendo justamente essa discussão sobre magnetismo. E hoje uma aula de magnetismo os meninos estavam refletindo justamente isso com isso com os alunos. Qual que é a importância do magnetismo no cotidiano nosso. E a gente percebe muito pouco que fenômenos magnéticos influenciam nossa vida todo dia, no celular que a gente usa, no HD, em vários tipos de aparelhos, nos motores que nós utilizamos. Quer dizer, essa ciência, a prática científica, a experiência científica ela fica invisível, passa despercebido pela maioria dos nossos jovens. Eles olham para as coisas ao redor e veem essas coisas mais ou menos como natural, porque elas estão aqui no cotidiano, todo dia eu faço isso e etc., eu não penso muito sobre ela. Mas essas atividades elas produzem uma reflexão extremamente importante sobre como... elas evidenciam como a ciência e a tecnologia se articulam no cotidiano das pessoas. Eu acho que essa é uma das coisas importantes que a gente consegue trabalhar.

**P: Que a gente tem que deixar ela em evidência.**

H1: A gente tem que deixar em evidência. E eu acho que essa é uma evidência extremamente importante.

((interrupção)) [00:31:50] a [00:32:48]

**P: O princípio três, Henrique...**

((interrupção)) [00:32:51] a [00:33:22]

H1: O princípio três...

**P: Eu acho que é muito isso que você está me falando, não é?**

((interrupção)) [00:33:27]

H1: O princípio três ele traz uma coisa interessante que assim, que é o grande sonho nosso em sala de aula, que o aluno desenvolva sua própria autonomia. Dessa coisa da autonomia intelectual, da autonomia do aluno na investigação científica. E eu acho que as atividades a gente tentou refletir. Por exemplo, você veio aqui na sequência, da forma como ela foi montada ela tem uma série de atividades que os alunos têm que lidar com ela e eles mesmos avaliam as suas próprias atividades. Uma das atividades inclusive que assim, que eu gostei muito, que foi a última, a treze, era justamente... eles ficaram muito surpresos, porque pela primeira vez em física eles tiveram que fazer uma redação, coisa que eles nunca tinham feito. Eles acharam muito curioso ter que fazer. Depois a gente acabou até no mesmo ano fazendo uma segunda redação, que foi como prova. Porque eles acharam muito interessante, porque eles tinham que refletir sobre tudo que eles tinham produzido antes. Então isso foi muito legal, porque a partir das coisas que eles fizeram... uma coisa que foi interessante foi ter o caderno. O caderno passou a ser uma coisa importante para eles, acompanharam a sequência, saberem em que pé que eles estavam na sequência.

**P: Caderno impresso para cada um deles?**

H1: Nós imprimimos um caderno para cada um, que é essa parte que é o anexo que está aqui. Nós imprimimos para cada um, todas as atividades foram impressas e nós trabalhamos em cima de todas essas atividades. E ao longo das atividades eles tinham atividades, coisas para fazer, atividades, experimentos, que iam reforçando esse papel do caráter investigativo, do que é fazer ciência e insights que a gente possibilitava construir essa autonomia intelectual a partir da prática.

**P: Você está me falando que meio que esse princípio une todos, não é?**

H1: Eu acho que esse princípio une todos, e não só isso, eu acho que ele é aprofunda a importância de você ter os ensinamentos da física em sala de aula, não é? Como é que você faz essa... o que é que realmente fazer ciência, o papel, o propósito da ciência em sala de aula.

**P: Você acha que esses princípios foram atendidos durante a sequência?**

H1: Eu acho que sim. Você sabe que assim, é muito difícil a gente... a gente é muito entusiasmado quando você trabalha com coisas novas, mas assim, uma das coisas que a gente tentou ser foi muito rigoroso. Uma coisa que foi boa nessa tarefa é que durante o processo como um todo a gente tinha... e outras atividades que a gente fez antes de caráter investigativo ao longo do ano, que iam além dessa sequência, a gente conseguia ter uma

dimensão das limitações dos alunos e onde você precisava reforçar determinados pontos. Então às vezes a compreensão, por exemplo, sobre diferenças de potencial não estava muito desenvolvida. Às vezes a ideia de energia, de potência era uma confundia com a outra, então era um tema com um tópico a ser trabalhado. Então essa sequência ela ajudou muito nisso. É lógico que quando você fala assim, “ah, os três pontos foram atendidos”, você tenta da melhor maneira possível atingir aspectos desses pontos, de maneira que você tem uma visão abrangente do processo e tudo mais.

**P: Alguma coisa de todos os pontos.**

H1: É, alguma coisa de todos os pontos ali presentes. É lógico que, por exemplo, construir autonomia é um grande desafio, é um processo para a vida toda. Nós estamos sempre... agora, uma coisa que é interessante, é que eles pelo menos se em outros momentos não foi possível fazer isso, que naquele momento que seja um ponto de partida para que o aluno possa perceber que uma outra educação é possível, que outra forma de aprendizado...

**P: Alguma autonomia vem dali.**

H1: Alguma autonomia vem dali. Algum conhecimento foi produzido por mim enquanto estudante, e não o professor abrir a minha cabeça e foi lá enfiando coisas que eu não compreendo.

**P: Alguma dimensão de ciência.**

H1: Alguma dimensão de ciência, alguma dimensão das conexões entre sociedade, ciência e tecnologia ficaram bem perceptíveis. E isso produziu muito diálogo, e produziu muita intervenção dos alunos. Uma coisa boa dessa sequência é que ela teve um grau de intervenção média, de participação média dos alunos muito maior do que outras atividades que a gente desenvolveu ao longo do ano. Ou seja, ela realmente mobilizou os alunos. Isso foi muito importante.

**P: Entendi. Se você tivesse que escolher os seus princípios nesses três ou mais algum, escolheria os três? Tiraria um? Colocaria alguma coisa? Alguma intervenção?**

H1: Não, eu fiquei muito satisfeito. Agora para mim assim, igual eu falo para você, a ideia de autonomia intelectual para mim sempre foi uma coisa muito preciosa. Que isso também faz parte do meu percurso, fez parte do meu percurso como estudante no ensino médio, no ensino fundamental. Eu sempre gostei e quis aprender ciência. Então eu realmente acredito nisso, não é? E a questão da... e o segundo ponto que a ciência ela tem um papel não só técnico, não só social, mas também político, é uma coisa que eu acho que é fundamental. E a gente ter trazido temas, questões que estão sendo discutidas ali... tem um aspecto eu acho que é importante a gente ressaltar, que é o seguinte, melhores informações. Um conhecimento melhor torna as pessoas capazes de tomarem decisões mais qualificadas. Talvez nem sejam as melhores, mas elas permitem que as pessoas tomem boas decisões,

elas tomem decisões baseadas em evidências, baseadas em conhecimento qualificado e não em achismos. E eu acho que isso é essencial hoje, você pega por exemplo, vamos fazer uma discussão, vamos abrir um parêntese político, né? Um presidente ou um líder político que assume tomadas de posições com base em achismos, é uma desgraça, não é? Quer dizer, um dos fundamentos das democracias modernas, por que é que a ciência ela é importante na democracia moderna? Porque justamente ela permite que os cidadãos exerçam um direito fundamental, que é o direito de conhecer, que é o direito de saber.

**P: Então um princípio interessante que você está me colocando, que eu acho que daria para escrever de outro jeito aqui, é pensar em um quarto princípio de formar esse cidadão autônomo, capaz de tomar as decisões.**

H1: Exatamente.

**P: Não só investigativas, que ele consiga...**

H1: Não só investigavas, mas que ele seja capaz de a partir de boas informações, de coleta qualificada de informação, que ele seja capaz de tomar boas decisões. Eu acho isso é fundamental.

**P: Você vai falando, eu vou pensando aqui, “então dá para fazer isso, dá para fazer aquilo”.**

H1: É, dá para fazer ((riso)). Depois tem que separar o joio do trigo aí.

**P: Não, só tem trigo.**

((risos))

**P: Trigo é bom, não é?**

H1: Trigo é bom.

((risos))

**P: Só tem trigo. Henrique, lá na 140, 141 tem as atividades, e aí ele vai separar essas atividades em CTSA, então é: ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.**

H1: E ambiente, exato.

**P: E aí a minha pergunta é assim, você vê vantagem e contribuição nisso? Você vê dificuldade e problema na escolha dessa abordagem? Porque ele poderia ter escolhido uma abordagem do livro didático, por exemplo. Mas ele escolheu trabalhar com CTSA. E aí você vê vantagem? Você vê? O que é que você me diz disso?**

H1: É, primeiro a gente tem... eu sou professor há muitos ano em sala de aula, já trabalhei com métodos (inint) [00:42:02]... trabalho com métodos mais investigativos, trabalhei com atividades de laboratório, já trabalhei com atividades lúdicas. A gente sempre busca inovar. É, é muito evidente, não desprezando de todo uma forma tradicional de ensinar, mas é muito evidente que pelo menos para a grande maioria dos alunos acaba que o conhecimento científico vira receita de bolo. Vira uma série de formas que boa parte dos alunos não compreendem, que não entendem, que não gostam, não interagem. Ou seja,

porque ele não se vê naquele processo, ele não se vê como parte do processo. O que eu acho vantajoso, bem-feito, bem desenhado, é bem projetada uma atividade, um conjunto de atividades CTSA que ela desperta no aluno um engajamento, que é uma palavra que eu gosto muito. Essa coisa... a ideia de se engajar em algo que eu sinta que a partir dali eu posso não só aprender como gerar conhecimento. Então onde tiver uma abordagem CTSA o aluno se vê inserido dentro dela, não é? Ou seja, como nós estamos falando de ciência, tecnologia e sociedade, quer dizer, é ciência... uma coisa interessante dessas abordagens é que elas têm o poder, o papel de explicitar que a ciência está presente no nosso cotidiano, que a ciência faz parte da nossa vida, não é? Ou seja, que ciência não é algo estranho a mim. É muito curioso, se você olhar, por exemplo, vamos comparar com uma coisa que para os alunos em geral, para os jovens em geral é uma coisa que está presente do cotidiano deles. A religião, por exemplo, o sistema de crenças que eles têm. Eles não precisam de muito esforço para identificar uma série de ações da vida dele com o sistema de crenças, com os aspectos éticos, com os aspectos morais, etc., alguns equivocados, outros não. Mas isso está presente no cotidiano dele. E faz parte inclusive do processo de tomada de decisão, algumas até extremamente preconceituosas.

**P: De fala...**

H1: De fala, de referências. Então a ciência não é isso para os nossos jovens. Ela não faz parte do sistema de referências do cotidiano dele. Ele vê a ciência como uma coisa estranha, como uma coisa distante ou como uma coisa que só serve para passar no vestibular. Então em uma abordagem dessa a gente torna a ciência como parte do referencial cotidiano do jovem. Isso tem que ser praticado, quer dizer, essas atividades, essas abordagens como CTSA e outras próximas com esse caráter, elas têm que fazer parte do cotidiano desses jovens de maneira a fazer parte do referencial deles. E também parte da estrutura mental desses jovens, não é?

**P: E dificuldade, problema, tem alguma?**

H1: Você qual abordagem?

**P: É, CTS.**

H1: Ah, eu acho que, por exemplo, uma coisa que eu percebi muito, é que às vezes nós temos alunos que às vezes são mais conservadores que os professores.

**P: Aham.**

H1: Então, por exemplo, alunos muito habituados com o sistema tradicional, quando eles pegam uma sequência dessa no início eles têm dificuldade de perceber que eles estão aprendendo. Muitos acham e falam assim, “não tem uma fórmula, não tem... eu vou... isso aqui eu estou perdendo tempo. Por que é que eu estou fazendo redação na sala de aula? Por que é que eu estou fazendo... ”.



**P: O professor não quer dar aula hoje.**

H1: “O professor não quer dar aula hoje, me manda eu fazer as atividades. Quer dizer, fica aqui”. Então quer dizer, na verdade, isso é muito comum às vezes com o jovem. Você está... é um processo de transição, não é? Então muitas vezes os jovens estão acostumados com atividades extremamente tradicionais. Eu vejo isso, por exemplo, os meus bolsistas dando aula agora e desenvolvendo uma série de atividade de caráter investigativo, não é? Muitas vezes os alunos... primeiro, a coisa importante disso aí.

**P: Vou te perguntar das investigativas.**

H1: Tá, mas só assim, às vezes quando você vai fazer esse tipo de atividade com eles, ele mesmo não sabe por onde começar, “ah, eu não estou entendendo. O que é que para fazer mesmo professor?”. Porque assim, é tão... você pega... você vira um referencial do aluno, ele está acostumado com o professor chegar lá, ensinar para ele o que fazer e dizer, “isso aqui, isso aqui, aqui”. E exercício ele está acostumado com aquela coisa tutorial, “responde pergunta, resposta, pergunta e resposta”. E tudo é muito...

**P: Como que responde, onde que põe o número.**

H1: Como que responde, onde que responde. Quando não é de marcar... ou então faz a continha que ele já sabe que tem que fazer mesmo, tudo mais e etc.. Neste tipo de atividade não, ela exige um grau de autonomia maior e exige um olhar diferente. Então ele traz questões que às vezes o aluno fala assim, “mas essas são questões de física? Discutir a matriz energética são questões da física? Isso não é da geografia não? Ou não é da história?”. E aí ele começa a perceber que também tem aí uma história da física por trás, tem uma abordagem, uma interpretação física sobre a natureza social dos fenômenos. Então são coisas novas. Então para o aluno às vezes o fato de ser uma atividade que busca um engajamento maior do aluno, não significa dizer que vai ser mais fácil. Às vezes a abordagem... porque uma abordagem complexa, que traz múltiplos temas para serem tratados ao mesmo tempo.

**P: Várias possibilidades, não é?**

H1: Várias possibilidades. E dependendo da forma como (inint) [00:48:04] se ela é mais aberta, se ela é mais fechada, se ela é uma atividade livre. Por exemplo, uma atividade muito aberta o aluno se perde, porque ele não está acostumado com esse... por isso que construir autonomia é um processo difícil.

**P: Quase que é um processo que tinha que começar lá no primeiro passo da escolarização.**

H1: É um processo desde... exatamente. Porque a nossa escola ela foi montada para ser uma espécie... e os nossos alunos já vêm com isso, não é? Quer dizer, ela é uma coisa chata, mas é o que o aluno conhece, é o porto-seguro. Então ele faz assim. Ela já foi montada para ser aquela sequência de coisas bem definidas, bem ideal, “o professor ensina,

eu aprendo. O professor fala, eu acato. O que o professor fala é sempre verdade”. E assim, eu fico brincando com os alunos...

**P: A ciência sempre certa.**

H1: É, ué. Eu falei, “e se eu estiver falando mentira para vocês?”, “ah, mas você é o professor”, eles respondem isso. Quer dizer, “você é o professor (inint) [00:49:01]...”.

**P: (inint) [00:49:02] ((sobreposição de vozes)) está certo sempre, não é?**

H1: É o conceito de autoridade, ideia de...

**P: Henrique, das abordagens investigativas, vantagem e contribuição que você vê?**

**Dificuldade eu anotei aqui enquanto você disse.**

H1: Unhum.

**P: E vantagem?**

H1: Atividade assim por investigação a primeira coisa que a gente tem que pensar é o seguinte, é um conceito polissêmico, ou seja, não existe uma definição. Tem até um texto muito bacana da...

**P: Da Anna?**

H1: Da Anna, que é Atividade por Ensino de Investigação, no que estamos de acordo, não é? Cara, justamente faz essa discussão. Eu acho que... e outros, não é? O próprio Orlando também tem algumas (discussões sobre isso) [00:49:51].

((interrupção)) [00:49:52] a [00:50:04]

H1: Mas o termo atividade por ensino de investigação ele é bem abrangente, quase que a gente não tem um consenso de como definir isso. Mas a gente tem uns elementos comuns de uma atividade que a gente considera atividade por ensino de investigação. E um dos aspectos dela está justamente essa possibilidade de dar mais autonomia para o aluno. Então eu acho que uma das vantagens da abordagem... por exemplo, nós temos feito algumas atividades agora por ensino de investigação. Uma das características mais interessantes é quando a gente leva os alunos a formular hipóteses. Isso é muito legal, porque ele tem que primeiro... ele parte... nós estamos fazendo uma atividade em que a matéria, o conteúdo como ele espera não foi dado previamente. Ou seja, ele é colocado diante de um fenômeno e ele tem que buscar uma interpretação do fenômeno. É lógico que ele vai buscar isso a partir de arcações de elementos que ele tem. Uma coisa que é interessante nisso daí, é que isso gera dentro do grupo um ganho de discussão, de debate, de diálogo, na tentativa de formular a melhor hipótese possível e aí, “professor, vem cá, nós estamos discutindo isso aqui. Será que é por aí?”, “e aí, filho? Mas o que é que você acha?”, não é? Então assim, porque eles estão muito acostumados de você chegar lá e dar ele a resposta. “Vê se eu estou respondendo certo”. É um negócio muito curioso. E quando você que eles... “olha, eu

não vou responder para você”, não é? Então assim, “eu quero que você... o que é você pensa?”. Então isso já coloca o aluno diante de um desafio novo.

**P: Entendi.**

H1: Que é o de pensar, de refletir sobre o que ele está fazendo. A atividade de ensino tradicional não te dá isso, porque os alunos eles já estão ali esperando a resposta.

**P: Certa.**

H1: Então quando você faz a pergunta, a maioria da sala não participa, não responde. E todo mundo tem medo de dar a resposta errada, ninguém quer passar por bobo na sala. Tem menino que... ((riso)) “mas não é atividade (inint) [00:52:06]”, “não, você está diante de algo novo, então você tem que ir ali formular algum argumento, a hipótese”.

**P: Pelo que você está me falando, Henrique, tem uma dimensão aí e que isso valoriza o conhecimento prévio dele.**

H1: Valoriza o conhecimento prévio do aluno.

**P: E isso parece interessante.**

H1: E não só valoriza o conhecimento prévio como valoriza o conhecimento transversal. Às vezes, por exemplo, nós fizemos uma atividade com pilhas, e esses alunos trouxeram muita contribuição daquilo que eles tinham aprendido em química.

**P: Ou seja, eles aprenderam alguma coisa, não é?**

H1: Eles aprenderam alguma coisa. Não, e eles começam a perceber, por exemplo, essa semana eles... semana passada eles fizeram uma série de experiências de magnetismo no laboratório. E eles tinham que fazer registro, caderno de bordo, anotação das atividades. Na segunda-feira eles tinham que fazer um relatório estruturado, e aí eles tinham um roteiro. Eles tinham que fazer um relatório das atividades que eles desenvolveram no laboratório. E hoje eles tinham que fazer a apresentação das conclusões deles. Cada grupo nós dividimos... foi muito engraçado, cada grupo ficou... era um país, era grupo de cientistas de um país. Uma atividade... esse aspecto lúdico o Eduardo que introduziu. Então tinha o grupo da Etiópia, da Grécia, da Inglaterra, do Brasil e tudo mais. Aí cada um representando lá o seu país, seu suposto país e apresentar o seu trabalho de investigação. Você precisa ver que coisa bacana, quanto conhecimento novo foi produzido a partir deles, e que gerou discussão com os outros grupos e os outros grupos intervindo. Então esse é o papel, eu acho que é a grande que eu vejo nas atividades por ensino de investigação. É lógico assim, o grande desafio... um dos grandes desafios na atividade por ensino de investigação é o seguinte, quando é que eu... eu sempre penso nisso, quando é que nós realmente estamos fazendo uma atividade por ensino de investigação? Ou seja, para você fazer, até um desafio, uma dificuldade é que isso tem que ser bem desenhado, tem que ser bem

planejado. Não pode ser feito de qualquer jeito, não pode tocado. Então você tem um trabalho prévio...

**P: Que ele é muito maior, não é?**

H1: Que é muito maior, que exige muito mais do professor. Toda vez que a gente vai fazer atividades por ensino de investigação, nós temos que produzir um material para... amanhã mesmo, eu tenho... depois que a gente terminar aqui eu vou produzir um material que a minha bolsista, vou imprimir o material que ela já fez, montar uma série de pequenos experimentos que os alunos vão fazer em sala de aula. Ou seja, exige que você tenha... ou às vezes a gente pede para os alunos, “olha, vocês têm que trazer isso, isso e isso para a próxima aula”. E você precisa ver, foi muito legal. Por exemplo, essa atividade de magnetismo os alunos foram, eles trouxeram ímãs. Teve um que trouxe um ímã de geladeira, nós estamos estudando como é que era o ímã de geladeira. Aí quando você mede o campo lá, ele tem... aí os meninos descobriram que eles faziam umas faixas assim. Aí um lá foi abrir e descobriu que o ímã de geladeira na verdade são várias faixas de ímã e no meio de uma borracha e por isso que é flexível. E ele descobriu isso observando a linha de campo.

**P: Legal.**

H1: Não é uma coisa bacana?

**P: Aham.**

H1: Super legal. Quer dizer, então é esse o outro lado do aspecto do processo que é o seguinte, que o aluno aprende observar o oculto, porque a natureza ela não se mostra para a gente de cara, não é? Então, por exemplo, ninguém viu átomos, as pessoas criaram a hipótese atômica, criaram interpretações desses fenômenos que são baseadas na teoria atômica, não é? Ou seja, uma das coisas boas de fazer esse tipo de atividade é isso. Outra coisa é que isso traduz para os alunos pelo menos alguns aspectos, se não todos, pelo menos alguns aspectos - do que é fazer ciência. Que a ciência que os cientistas fazem ela não nasce pronta, ela é uma produção, uma construção humana. E é laboriosa, ela exige uma série... tem pistas falsas, às vezes interpretações erradas. E essa é uma coisa boa da atividade por ensino de investigação, mesmo quando um resultado ali dá errado, ainda assim o aluno aprende com aquilo ali.

**P: Sim. Olha, está acabando, faltam duas. No quadro dois lá página 143, ele vai falar para a gente do conteúdo das intenções de ensino. Ele é um quadro pequenininho.**

H1: Unhum. É, aí ele dividiu bloco um em as atividades um e dois, não é? O bloco dois com as atividades quatro, cinco, seis, sete e oito. E o bloco três, atividades nove e dez. Bloco quatro, atividades onze, doze e treze. E o bloco cinco, as atividades de avaliação.

**P: Isso. Aí eu queria te perguntar o seguinte, quais blocos desses você acha que é essencial para o contexto que você gostaria de trabalhar? E quais que você descartaria e por quê? Eu já tenho uma pista. O bloco três com certeza vai ficar.**

H1: O bloco três com certeza vai ficar, não é? O bloco três. O bloco dois por aquelas razões que já abordei... é exatamente, exatamente o bloco dois eu acho que a gente daria conta de tirá-los, e é um bloco grande, sem necessariamente perder o sentido, não é?

**P: Da sequência.**

H1: Da sequência.

**P: Ok.**

H1: Certo? O bloco um...

**P: Eu entendi que o bloco um você gostaria de começar ele como matriz.**

H1: Exato, exato.

**P: Mas também falar do painel.**

H1: É, exatamente.

**P: Mostrar o painel.**

H1: Na verdade, você teria que ter... na verdade, a gente teria uma modificação do bloco um, porque na verdade, a gente faria uma junção do bloco um com o bloco quatro, suprimindo um tanto de coisa do bloco quatro, que aqui, não é? E fazendo assim, uma introdução mais sintética pelo bloco quatro - falando de matriz - para depois pegar a atividade um do bloco um. Tá? Então eu acho que seria por aí, não é?

**P: E aí pensar no bloco três.**

H1: É, o bloco três dá uma substância maior para ele, talvez no lugar de ser uma aula, dá duas aulas, duas ou três atividades com ele talvez.

**P: Sim.**

H1: Eu acho que assim, esse é um bloco essencial.

**P: Unhum. Aí eu queria te falar sobre as atividades. Essas atividades, Henrique, a gente está pensando em modificá-las de certa forma e não usar as atividades que estão aí.**

H1: Sim.

**P: Porque o meu objeto de pesquisa não é necessariamente o do Carlos. Então talvez esse bloco cinco a gente faça uma modificação nele antes. Mas a ideia é fazer um durante, vendo como a coisa está acontecendo, para pensar nessa avaliação.**

H1: Uma coisa justamente já pensando (inint) [00:59:46] atividades que eu já te sugeri, justamente fazer aquelas atividades com pequenos painéis.

**P: Unhum.**

H1: Podia providenciar a compra disso daí, dependendo da... é um negócio assim, a gente compra no Mercado Livre ou vai ali no Shopping Oi. Eu acho que talvez aí você pode introduzir uma atividade, por exemplo, pega um carrinho solar.

**P: Aham.**

H1: Isso a gente quis usar, não usou na outra sequência. Então pôr os meninos para brincar com isso.

**P: Uma calculadora, por exemplo.**

H1: Uma calculadora. Então acho que isso é legal.

**P: Eu vou te mandar uma foto de uma discussão, que o cara ele faz exatamente isso. Ele não mostra esse, não sei se ele não tinha, mas ele mostra os carrinhos e a calculadora.**

H1: E aí pôr os meninos para poder brincarem com isso como atividade por ensino de investigação, produzir a discussão sobre isso, produzir o material. Acho que é um pouco por aí.

**P: Alguma coisa aí nesse caminho.**

H1: Essa é uma primeira modificação. As outras eu não vou... não tem o que pensar, eu acho que você pode pensar e eu estou... seria bom...

**P: E aí a gente vai conversando nesse caminho.**

H1: E a gente vai dialogando sobre isso daí. Que eu acho que é um pouco por aí mesmo. Deixa eu te falar, essa sequência sua é uma sequência piloto ou já é sequência definitiva? Você defende quando?

**P: O ano que vem.**

H1: Então, tá. Porque uma possibilidade é justamente a gente fazer isso. Com o Carlos nós fizemos isso, nós fizemos uma sequência piloto, que na verdade teve menos...

**P: Aulas.**

H1:... teve menos aulas. E depois foi no ano seguinte, quase no final do mestrado dele é que a gente aplicou a sequência mesmo. Então assim, e inclusive foi um processo de elaboração difícil. Orlando, no primeiro desenho o Orlando estava muito insatisfeito e eu também via que a coisa estava muito formal. E aí a gente foi fazendo reuniões aqui mesmo, quase toda quarta-feira a gente reunia aqui.

**P: Para desenvolver essa coisa.**

H1: Primeiro para desenvolver até o projeto do Carlos, não é? O projeto dele que passou para o mestrado estava ainda... tinha muitos furos no desenho. Como é natural, não é? Porque depois você faz um projeto... eu mesmo fiz... meu doutorado hoje lendo ele...

**P: Mudaria todo.**

H1:... mudaria ele todo ((acha graça)). Eu falei isso para o meu orientador. E olha que foi mais ou menos uma coisa escrita a quatro mãos. Depois eu... quanto mais leitura você vai

ter, quanto mais artigos você lê, você fala, “puxa vida, que bobagem foi aquela que eu escrevi?”.

**P: Mais você quer mudar a coisa.**

H1: Não é que estava errado, nada, mas eu falei assim, “poderia ter brilhado muito mais os negócios lá” ((acha graça)). Mas eu fale para ele, “olha, nós vamos modificar esse projeto”, ele falou, “não preocupa não, que eu faço isso o tempo todo” ((risos)).

**P: Ah, que bom. Mas assim, a gente vai fazendo... a nossa pretensão é começar ali no início do quarto bimestre. Eu sei que ele já em cima, mas eu gostei muito da sua sugestão. Que a gente comece nem que seja com o piloto, e ver como que anda essa situação. A última pergunta. Pois é, tem algumas outras formas de organizar esse material aqui, quando ele está falando de, por exemplo, CTSA. Ele poderia, por exemplo, pensar nas questões sociocientíficas. Que ele não está limitando o CTSA.**

H1: É, exato.

**P: Ele só está ampliando ele um pouco mais.**

H1: Exato.

**P: Ou, por exemplo, a gente podia separar em um bloco de entender o artefato tecnológico e como ele funciona.**

H1: Sim.

**P: Do que a gente está pensando para a pesquisa, essa parte os meninos compreenderam quando o Carlos fez. Porque o artefato tecnológico a gente está pensando em ligar esse sistema na rede. Ligar o sistema na rede e fazer essas coisas. Tá. E tem mais uma outra dimensão, que a gente tinha pensado em trabalhar na dimensão de um modelo...**

((interrupção)) [01:03:38] a [01:06:13]

**P: Então, olha, então a gente está pensando para o nosso trabalho três blocos, que são as questões sociocientíficas que está baseado no CTS.**

H1: Sim.

**P: No artefato tecnológico que é na placa.**

H1: Sim.

**P: E nas questões da ciência. Que eu acho que você deixou claro para mim já que essa dimensão da ciência, de como ela se constitui nessas transformações é um fato que você gostaria de levantar, de estudar.**

H1: É, é importante.

**P: Então, se eu tiver que preparar um material, é dar uma certa prioridade para essa dimensão da ciência, dos termos.**

H1: Sem deixar de lado eu acho que as (inint) [01:06:49] sociais, essas coisas, não é?

**P: A ideia é, manter os três blocos...**

H1: Não ficar uma coisa tradicionalista que vai pegar...

**P: Não é o (inint) [01:06:56].**

H1: que não é (inint), exatamente.

**P: Entendi.**

H1: Mas é a gente aproveitar inclusive que, por exemplo, uma coisa que eu acho que é interessante, se apoiar na parte na parte ciência, por exemplo, a gente pode pegar os leds e pode pegar algumas simulações do FET ou outras. Por exemplo, a gente pode trabalhar com led, fazer alguns experimentos com led, mostrar porque é que o led (inint) [01:07:22] direcional, essas coisas. Fazer algumas atividades que evidenciem esse caráter dos semicondutores, dos leds, de como usar isso. Ou outros, pensar em outros experimentos assim, que tenham o caráter investigativo que a gente posso trabalhar com eles, não é?

**P: Eu vi um assim, muito legal, que ele faz uma placa solar, mas de led.**

H1: De led, exatamente. Esse, eu queria ter feito isso e nunca fiz, então é boa coisa que a gente pode pensar.

**P: E aí ele mexe com essa ideia controversa, não é? Porque ele gera luz, mas ele também faz as duas coisas.**

H1: Ele faz as duas coisas, exatamente.

**P: Então esse é um que eu poderia colocar na nossa atividade lá da sua sequência, por exemplo.**

H1: É. Uma coisa que a gente pode pensar também, por exemplo, tem aqueles (inint) [01:08:12] do Arduino, que são muito comuns também, que dá para fazer algumas atividades com eles também.

**P: Unhum.**

H1: Então você vai pensando, vai elaborando e vamos trocando sugestões.

((corte)) [01:08:26]

((fim da transcrição)) [01:08:34]

---

## Apêndice B Entrevista com o professor Bruno

A seguir apresentaremos a transcrição da entrevista com o professor Bruno, usaremos como legendas: ... para Alongamento vocálico, hesitação ou interrupção de fala, (inint) para trecho não compreendido com clareza, para (( - )) comentários do transcritor, (...) como fala considerada não relevante ou conversa aleatória e (hipótese) como hipótese de escuta. Os sujeitos serão identificados da seguinte forma: P para pesquisador e B1 para o professor entrevistado.



((início da transcrição))

**P: Vou gravar a nossa entrevista. É o seguinte, são 10. Você fez a leitura do caderno?**

B1: Sim, ok. Fiz.

**P: O que é que você gosta? O que é que mais te atrai dessa coisa toda?**

B1: Na verdade, é o projeto em si, não é? Sobre uma área que é pouco explorada, principalmente em escola. Se a gente faz isso numa escola, é um diferencial, tanto para os alunos como para os profissionais também, não é?

**P: E por que é que é pouco explorado? Por que é que você acha que é pouco explorado?**

B1: Falasse muito em energia fotovoltaica, mas... talvez eu acho que a ideia de falar “pouco explorado” talvez seja por causa do custo também. Então o custo aí eu acho que talvez seja um fator que pode ser que dificulta um pouco a implantação, sei lá.

**P: Das atividades lá da página 148, vou abrir. Esse aqui que é o seu.**

B1: Esse é o meu, não é?

**P: Vou abrir ele aqui. Dessas atividades da página 148 a gente tem três atividades. O que é que você considera mais adequado para o uso em sala? E se modificaria alguma coisa, o que é que você modificaria?**

B1: Olha, eu acho que a atividade um é essencial, explorando o termo energia, eles têm que saber exatamente, que às vezes o menino não sabe nem o que é que é isso.

**P: Explorando no sentido de energia solar fotovoltaica, de a gente falar que usa a energia.**

B1: O que é que é em si, quais benefícios que traz e se realmente tem uma economia grande de energia, não é? Será que vale a pena o custo-benefício da implantação? Porque isso é a longo prazo propriamente, não é? Então assim, será que realmente vale a pena e tal. Claro que vale, não é? Acredito que sim.

**P: Alguma coisa que você modificaria?**

B1: Ah, eu acho que está ok. Eu acho que as atividades aqui na ordem aqui, essa sequência de ensino está tranquila, entendeu?

((interrupção)) [00:02:19] a [00:03:12]

**P: Dessas atividades, qual que você acha que é mais relevante e qual que você acha que foge assim, que você fala assim, “não dá para trabalhar agora, com quem eu estou pensando em trabalhar, não dá para fazer”? O que é que é relevante para você? O que é que você acha, “não, essa tem ter”? O que é que você acha que foge um pouco?**

B1: Eu acredito aqui que fugir, não foge não. Que tudo aqui é importante para a aplicação, sabe? Você vem aqui, auto geração de energia, esses seminários são importantes também, sabe? Esse Datashow.

**P: Por quê?**

B1: É porque uma coisa é você falar disso na sala, assim, de forma expositiva. E outra coisa é você mostrar com multimídia, vídeos, PowerPoint e o menino ver uma coisa mais animada, não é? E dando exemplo também, porque quando você está lá no Datashow você vai exemplos, até mesmo por meio de vídeo e essas coisas, não é?

**P: Aí é exatamente o que eu ia te perguntar agora. Dos recursos: textos, experimentos, vídeos, diagramas e simulação, eles foram adequados, suficientes? Alguma coisa você mudaria?**

B1: Eu acho que a simulação talvez seria interessante ter. Inclusive tem uma sugestão, é o (FET) [00:04:34], não é?

**P: Qual do (FET)? Você conhece alguma que...**

B1: Ah, vai ter algum tema lá que vai falar de energia, então é bem relacionado... é uma aplicação bem simples mesmo, mas eu acho que é importante para o aluno entender também, não é?

**P: Aqui, olha, a gente tem uma simulação. Quer ver? Lá na atividade sete.**

B1: Unhum, (inint) [00:04:58] ((voz baixa)).

**P: Isso, ele usa um simulador que chama (SunCalc) [00:05:02]. O que é que ele faz? Ele pega a sua localização e verifica quanto que você consegue aproveitar do sol naquela época do ano. Então essa é uma simulação que te interessa também.**

B1: Legal, essa atividade sete então seria interessantíssima, não é?

**P: Tá.**

B1: E essa atividade oito também ela é muito importante: mencionando um projeto de energia solar. Só que isso aí é clara que deve ser... é mais para a frente, não é?

**P: Porque a gente está pensando numa sequência de 5-6 aulas.**

B1: Ah, entendi.

**P: Essa aqui a gente fez com 20, a gente o Carlos Eduardo. E aí, qual que é que a nossa pretensão aqui? Entender o que é que você está pensando como essencial para gente fazer algumas modificações.**

B1: Entendi. É.

**P: Então, por exemplo, eu estou entendendo que você gostou das ideias dos recursos, então dos vídeos, das simulações, dos textos, seminários. Mas alguma coisa a gente vai cortar.**

B1: Tudo bem.

**P: Tem mais perguntas aqui que você vai...**

B1: Tranquilo.

**P: O que é que você acha que falta? E o que é que você acha que sobra?**

B1: Ah, não falta não. Aqui eu acho que o trabalho está muito bem elaborado, não é? Até mesmo porque foi em 20 aulas, então acho que está bem explorado, não é? Muito bem detalhado inclusive.

**P: E o que é que está faltando?**

B1: Ah, no meu ponto de vista, hum... nada. Sinceramente.

**P: E sobrando?**

B1: Ah, não. Sobrando não. Assim, como foi aplicado, esse trabalho foi aplicado com 20 aulas, não é? Talvez vai ser até um pouco difícil de enxugar isso com cinco aulas, entendeu? Talvez a... não sei se eu vou chamar isso de dificuldade, mas talvez... tomara que nem seja dificuldade. A questão é só essa mesmo, é tentar colocar todas essas atividades envolvidas aqui - foi com 20 aulas - e colocar em cinco. Mas dá. Acredito que tem coisas que já está mais além também. Sei lá, pode dar uma resumida sim.

**P: Ok. A gente vai chegar nessas coisas mais além daqui a pouco. Olha só, o que é que você acha da ordem dos textos e atividades que compõem essa sequência de ensino? Por que o é que ele começa a fazer? Lá nessa primeira atividade ele mostra uma miniusina solar e um multímetro para os alunos, porque a sequência foi feita com o terceiro ano do ensino médio. A nossa proposta aqui não é necessariamente terceiro ano do ensino médio. As turmas que você achar que vale fazer, a gente faz. Então, ele vai lá mostrar numa usina como é que ela funciona, e ele passa um pedaço da manhã com isso. E fica claro para os meninos que à medida que o sol vai chegando perto de meio dia, a eficiência da placa melhora.**

B1: Sim.

**P: Ele começa de um contexto micro, para mostrar o que é que essa energia solar ali naquele momento da escola, e ele vai aumentando para um contexto macro. Porque ele só vai falar de usos e caminhos da nossa eletricidade lá na 12. E ele vai falar da matriz energética lá na atividade 11. Então ele começa de um contexto muito próximo dos meninos para um contexto maior. E aí, o que é que você acha dessa ordem? Você acha que a ordem é essa? Você queria que trocasse?**

B1: ((silêncio)) ((fazendo leitura)) Uso, os caminhos da nossa eletricidade... na verdade, isso está no final? Está usando assim, mais no final?

**P: Unhum.**

B1: De repente isso pode... você entrar junto com esse... lá na atividade um aí, não é? O uso e caminho da nossa eletricidade.

((interrupção)) [00:09:05] a [00:10:43]

**P: Então, você acha que começar ali pelo conhecendo a matriz, o caminho?**

B1: É, eu acho que tem muito... faz muito sentido com a atividade um aí, o início na verdade, a introdução.

**P: Olha só, na atividade seis ele vai falar do sol como fonte de energia e vai falar dos processos que acontecem ali no sol. E aí ele passa um texto científico para mostrar para os**

**meninos o que é que acontece no sol para ele emitir luz. Então tem essa atividade aí também no meio do caminho.**

B1: É, eu acho que essa atividade ela é mais sucinta, não é? Eu acho que pode resumir mesmo.

**P: Que ela pode ser...**

B1: Mais tranquila assim. Porque eu acho que a questão do sol é bem prática, sei lá.

**P: É, a gente lá na física a gente quase não vê isso do sol, não é?**

B1: Sim.

**P: Olha, então tá. Agora a gente vai para a página 137. Lá na 137, aqui, nesse parágrafo aí – você já até marcou – ele vai falar dos princípios substantivos que orientaram essa sequência de ensino. Então tem aí o primeiro, o segundo e o terceiro na última página. Se você quiser dar uma lida neles, porque eu queria que você comentasse para mim qual que... o que é que você entende que é importante desses princípios que ele coloca aí, não é?**

B1: Unhum. ((silêncio)) Olha, o princípio aí, o primeiro é: princípio (substantivo) [00:12:31] de sequência, articulação entre os contextos local e geral. Então assim, é importante saber essa ideia do contexto local sobre a temática, porque a maior parte do público-alvo mesmo, que são alunos, poucos alunos sabem sobre a ideia dessa energia fotovoltaica. Até mesmo porque às vezes o menino ele não tem muita ideia do que é a energia. Então eu acho que essa articulação aqui para buscar lá no bê-á-bá mesmo de energia, já é assim... acho importante.

**P: Eu não sei os seus, mas eles confundem muito por aquele aquecedor de água.**

B1: Sim.

**P: Não é?**

B1: Sim. E às vezes também pensa muito assim, ah, economia de energia mesmo, sabe? Quando fala assim, “energia”, eles vão pensar assim, “energia é a energia elétrica lá de casa”. Tipo, é o gato. Ou você fala assim, “gato”, “ah, isso é energia elétrica”, sabe? Tem muito isso também. E outros pensam também sobre até mesmo a economia, de saber que se ficarem coisas ligadas, lâmpadas acesas muito tempo, vai gastar energia elétrica e tal.

**P: Então essa atividade é interessante?**

B1: Ah, eu acredito que sim, viu, Ygor?

**P: Por que tem uma lá sobre energia, potência e eficiência energética.**

B1: Ah, então.

**P: Seria a atividade quatro, que aí eles fazem essas contas.**

B1: Sim, e eles viram isso. Se caso fosse aplicado para o terceiro ano, não é?

**P: Tá.**

B1: A matéria que eles acabaram de ver. Inclusive fechou o terceiro bimestre entrando no magnetismo, não é?

**P: Unhum.**

B1: Mas teve um pedaço aí também, sabe?

**P: Beleza. Segundo princípio lá ele vai articular as dimensões entre ciência, tecnologia e seus impactos sociais.**

B1: Ah, aí é (inint) [00:14:27] ((sobreposição de vozes))

**P: Lá naquela pegada CTS que o Orlando usa muito.**

B1: Sim, sim, sim.

**P: E aí, esse princípio para você ele vale? Ele pode ser princípio para a gente também?**

B1: Vale demais. Demais, para todo mundo, não é? E você começar a pegar firme nessa conscientização aí, olha. E como que é importante para a sociedade ter essa ideia. Se todo mundo pega essa ideia, você imagina.

**P: Terceiro princípio ele vai falar que ele está pensando num conjunto de atividades a serem desenvolvidas pelos estudantes com maior autonomia possível. E aí a gente está pensando em autonomia dos estudantes. Aí o que é que você acha desse princípio? Se ele é relevante.**

B1: Com maior autonomia seria?

**P: Deixar eles fazerem, quebrarem a cabeça.**

B1: Claro, com certeza. Claro, é deixar claro para eles o que é que é, deixar claro a temática por meio das aulas, das atividades, para eles saber o que é que ele está fazendo. Depois de ele ter, vamos dizer assim, essa aula, essa explicação do que é que é, aí deixar eles porem a mão na massa mesmo, que é fundamental. Aí para todos perceberem, não é? Não é só escutar e... a gente fazer e eles só verem, só assistirem, não é? Então é importante eles participarem demais, com certeza.

**P: E eles estão acostumados aqui? Como é que é isso?**

B1: Não, eles estão acostumados com projetos, inclusive a escola ela trabalha muito com projetos. Trabalha muito com projeto, muito ((ênfatisou)).

**P: E isso fará provavelmente uma diferença para a gente, não é?**

B1: Ah, sim. Um exemplo, (inint) [00:16:12] latinha mesmo, os meninos têm um dia de trazer, eles são... tem anúncio durante dois meses aí. Eles têm um dia, a (culminância) que é no sábado, sábado letivo. Foi dia 31 de agosto. Então assim, a quantidade de latinha. Aí vem uma empresa que vem aqui, recolhe e a escola vende, não é? Óleo, a quantidade de óleo. Eu não sei agora o número de cabeça, mas tem lá. Então assim, por exemplo, tem a classificação das turmas: primeiro lugar, segundo, terceiro. Então se você, rapaz, é muita coisa. Essa venda aí, arrecadou R\$ 2.900. Os quebradinhos que eu não lembro.

**P: Muito dinheiro.**

B1: R\$ 2.900. Então assim, é uma coisa que... eles empenham bastante, sabe? Falou que é projeto, eles empenham.

**P: Deixa eu te perguntar, você acha que esses princípios, esses três eles foram atendidos durante a proposta de ensino nas atividades?**

B1: Ah, eu acredito que sim, sim, sim. Foi sim.

**P: Quais seriam os princípios para a sua proposta, que você gostaria para ensinar esse tema? Seriam esses? Alguma modificação?**

B1: Olha, não sei se seria esse princípio que eu vou dizer agora, é a questão mesmo da... sei lá, é mais prática. Sei lá, talvez os meninos trabalhem em cima de uma maquete, construir uma usina, saber como que é que funciona, sabe? E explorar mesmo o tema mais na prática. Ao invés de ter só textos e vídeos, eles ficarem assim, “olha que legal”, “nossa, que bom”, “bacana, não é?”, eu acho que eles terem mais contato, vamos dizer assim.

**P: Pôr mais a mão.**

B1: É, eu acredito.

**P: E não necessariamente pôr a mão nos textos e verem os vídeos, não é?**

B1: É importante, mas não muito isso, sabe? Eu acho que se tiver um equilíbrio entre isso e a prática para eles fazerem, porque eles... se a gente orientá-los para fazer a questão da prática, eu acho que sai alguma coisa. Até mesmo para conscientizar, não é? Porque por mais que não consiga agora - isso é a longo prazo, instalar isso aqui -, mas é eles saberem que vale a pena. “Nossa, eu fiz isso”, “como que... vamos correr atrás”, e sabe? “Vamos procurar o diretor”, e o diretor vai procurar parcerias.

**P: E se eles estão acostumados com projeto, pode ser que...**

B1: É.

**P: Beleza.**

B1: É, isso.

**P: Lá na 140-141 – foi uma (inint) [00:18:45] ((ruído)) que eu não mandei, mas ela tem um quadrinho de atividades - que ela vai falar dos aspectos CTSA, Ciências, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. E aí ele separa as atividades com o que ele fala. Então, aquela primeira atividade lá, ele vai falar que ela tem uma característica tecnológica, científica e ambiental. Então ela abrange essa parte aí. Você vê vantagem nesse tipo de abordagem? Tem dificuldade? O que é que é?**

B1: Eu vejo vantagem sim, e principalmente quando fala tecnológico, não é? A gente vive em um mundo tecnológico. Então eu acho que explorar as coisas que envolve, que está ao nosso redor, principalmente ao redor do aluno em termos de tecnologia. Ele está sentando na tecnologia e às vezes ele não sabe o que é que é.

**P: Então a gente está falando dali, de ele compreender aquele painel, como que aquele painel funciona?**

B1: Sim, sim, sim.

**P: E dificuldade, tem?**

B1: Ah, eu acredito que não. Desde que seja bem colocado para eles, eu acho que... tá de boa.

**P: Aí ele também coloca que tem algumas atividades com características investigativas. Aí eu queria saber se você vê problemas, contribuições, dificuldade com esse tipo de abordagem.**

B1: Não, não tem dificuldade, é importante.

**P: É exatamente o que você pediu até, agora a pouco, não é?**

B1: É importante demais, tá doido.

**P: Por que é que você acha que é importante?**

B1: É, eu acho que até mesmo para investigar se realmente... o que é que você está tendo de respaldo, não é? Você está aplicando um projeto, falando de uma coisa que é muito importante, que está no mundo tecnológico. E eu acho que essa investigação ela é importante pelo fato de você saber o que é que você tem de retorno, se vai ter retorno. Será que o que eu estou falando está absorvendo alguma coisa? Entendeu?

**P: Unhum. Porque aí a gente vai ter uma dimensão de: isso sai do professor, passa pelo aluno e volta.**

B1: Sim. E atinge a sociedade também, não é? Eu acho que também os pais, o responsável daquele aluno também. Então eu acho que é muito importante ele ser atingido também.

**P: Agora ele fala para a gente voltar lá no quadro dois. Na verdade, quadro dois não é aquele, é o da 143. Está acabando.**

B1: Tranquilo, cara.

**P: Ele vem falar aqui das intenções de ensino e dos conteúdos. Aí eu queria te perguntar: quais desses conteúdos aí você acha que é relevante, interessante para o contexto que a gente tem? E quais que seriam descartados assim? Vou te dar um exemplo, lá na 144 ele vai falar da junção PN do efeito fotovoltaico. Isso é interessante? Isso é relevante?**

B1: Aí no caso já...

((interrupção)) [00:21:58] a [00:22:12]

B1: Olha, esse campo semicondutores PN já vai ficar muito técnico, não é?

**P: Ok.**

B1: Sei lá.

**P: É contigo, a escolha... o que é que você acha? Por exemplo, eu fui direto nele porque eu sei que ele é um ponto que chama a atenção.**

B1: Sim, que é semicondutor, não é?

**P: Que é semicondutor. Então, por exemplo, aí ele vai falar que a intenção é reconhecer um semicondutor...**

B1: Ah, não, mas ele é importantíssimo.

**P:... do tipo PN.**

B1: Claro, claro. Não, tranquilo demais. Aí tem uma parte que é texto, vídeo, caderno de atividades. Ah, não. É importante sim. Importante. Tranquilo, para mim é de boa. Só assim, por exemplo, os meninos de segundo ano eles não estudaram nada de eletricidade ainda, não é? Então quando falar semicondutor, não sei, aí vai ter que fazer uma... só para ele entender o que é que é semicondutor, aí vai ter que falar o que é que é condutor, não é?

**P: Ok. Então se fosse para o segundo ano tinha que pensar numa coisa explicando o que é condutor?**

B1: É, porque às vezes o semicondutor talvez para um terceiro ano é mais tranquilo, não é? Mas o menino do segundo que não chegou ainda lá na eletricidade, por exemplo, que não viu, talvez é explorar um pouquinho. Coisa muito rápida, não é? Só para ele entender a diferença, de o que é que o semicondutor e o que é que é o condutor.

**P: Lá no bloco dois ele vai falar de constante solar, da radiação solar média do sol. E aí eu queria te perguntar mais uma vez, se parece relevante, se não.**

B1: Sim, porque está falando de eficiência, radiação solar, que também é importante para célula fotovoltaica, não é? Aí esse movimento (inint) [00:24:01] do sol, (inint) a relação do sol com processos naturais... parece que remete um pouquinho de astronomia lá, não é? É claro que teria que ser uma coisa mais básica, para não ficar muito preso na lá astronomia ((riso)), que astronomia é...

**P: A gente não pode só contar com o conhecimento prévio dos meninos de que o sol está girando...**

B1: Ah, é difícil.

**P: O sol está girando é ótimo, não é? Que a terra está girando...**

B1: A Terra está girando em torno do sol, não é? Mas assim, sei lá. Tranquilo, isso aí... explorar isso é o básico, não é? Agora, sei lá, talvez se ficar explorando muito lá, o que é que é constante, solar, como que acontece. Aí pega todas as fases do movimento, (inint) [00:24:41] do sol no céu. Aí entra em astronomia...

**P: Que a gente não tem como obrigatório, por exemplo.**

B1: É, não... que agora no currículo novo é, não é?

**P: Agora é.**

B1: Agora, nosso Deus, tenho dó de quem entrar.

**P: Olha, então vamos para a última.**

B1: Tranquilo.



((interrupção)) [00:24:56] a [00:25:00]

**P: A gente está pensando em mudar quando ele fala aqui dos princípios, a gente está pensando em fazer três princípios.**

B1: Hum...

**P: Aqui são as questões (sociocientíficas) [00:25:15], que a gente pretende falar de quê? Da matriz, das questões políticas, por exemplo. Aqui a gente quer falar do artefato tecnológico, então a gente está pensando em falar da placa.**

B1: Boa.

**P: E aqui a gente quer falar de conteúdo científico.**

B1: Legal.

**P: Só que... então, por exemplo, se eu for falar aqui, eu vou falar lá da junção PN.**

B1: Sim.

**P: Um tanto de junção PN, vou falar de potência, vou falar de eficiência. Assim como se eu for falar da placa, eu vou falar de potência, de eficiência.**

B1: Sim, sim. Vai falar de novo.

**P: Aqui, por exemplo, eu não vou dar tanta ênfase na junção PN, por exemplo. Eu posso até falar dela, mas eu não preciso dar ênfase nela.**

B1: Só citar, não é? Unhum.

**P: Aí a minha pergunta é agora: com esses três princípios aqui, tem algum deles que você se identifica mais? Tem algum dele... alguma junção aqui que seria mais importante?**

B1: Olha, essa... é arte, não é?

**P: É artefato tecnológico.**

B1: E esses conteúdos aqui é fundamental. Para mim é fundamental.

**P: Então você considera que esse daqui...**

B1: Relevantes, super, mega.

**P: É muito importante para a gente?**

B1: Sim, sim.

**P: Porque aí, o que é que eu vou pensar agora? Eu vou pensar nas nossas aulas neste conjunto. É claro que a gente não vai deixar de abordar a matriz, por exemplo.**

B1: Não, claro.

**P: Alguma questão política.**

B1: Sim, sim.

**P: Igual, os incentivos estão sendo retirados. Mas eu vou dar uma ênfase maior nessa junção, entre o conteúdo e o artefato tecnológico.**

B1: Ótimo, para mim está ótimo.

**P: Que aí qual é a consciência que esse aluno vai ter? De que a luz é energia, que ela se transforma de tal forma na placa.**

B1: Exatamente. Perfeito, Ygor.

**P: Então fechou.**

B1: Tranquilo, cara.

**P: E aí agora eu sento... e...**

B1: Bom trabalho, meu camarada.

**P: E junto para a gente. Minha pergunta, seu bimestre começa dia primeiro?**

B1: É, dia primeiro.

**P: Eu não sei se dia primeiro a gente já tem... as cinco aulas fechadas.**

B1: Não, não tem problema não. É porque assim, tem os meninos também da residência, que cada um deles...

**P: Eles estão fazendo residência?**

B1: Estou com cinco aí de manhã, cada um deles vai começar agora no quarto bimestre.

**P: Ah...**

B1: Mas não tem problema, são dias diferentes.

**P: Uma coisa que eu queria te falar... eles não vêm?**

B1: Na terça-feira eu não tenho ninguém aqui.

**P: Tá.**

B1: E não é todo dia que eles vêm também não.

**P: Tá.**

B1: A gente pode articular isso tranquilo.

**P: Você tem uma turma terça e quinta?**

B1: De terceiro ano? Vamos lá, (inint) [00:27:44] é terrível.

**P: Você podia me mandar.**

B1: Eu te mando, eu te mando.

**P: É esse daí?**

B1: É.

**P: Eu posso tirar uma foto?**

B1: Pode.

(...) [00:27:50]

B1: Olha, terça e quinta eu tenho terceiro ano, tem 315.

**P: O mesmo?**

B1: Não, aí... olha, o que vai repetir aqui... olha, 311, segunda e quinta. A 315 é terça e sexta.

**P: Sexta também.**

B1: 313, sexta.

**P: Você tem alguém quinta? Você tem alguém sexta?**

B1: Sexta-feira? Tem o Vitor. Só que o Vitor vai trabalhar com a 111. Então aqui não tem... só tem o Vitor aqui, ele só 111.

**P: Mas ele pode vir aqui fazer algumas anotações para mim, por exemplo?**

B1: Sim, tranquilo.

**P: Eu converso com ele.**

B1: Tranquilo, ele é de boa. Você conhece ele.

**P: Aham. Eu consigo vir terça e não consigo vir sexta.**

B1: Ah, então...

**P: Porque mais uma coisa que eu queria te falar, a gente não precisa trabalhar com todas as turmas, com todos anos, é a sua escolha.**

B1: Não, o que você decidir, eu assino. Estou de boa.

**P: Então por isso aqui talvez seja interessante trabalhar com o terceiro ano.**

B1: Ah, maravilha então.

**P: E aí a gente pode sim trabalhar com todas as turmas, mas eu preciso acompanhar pelo menos uma.**

B1: Não, pode ser. Se você quiser, a 315.

**P: E eu estou pensando na 315.**

B1: Está ótimo.

**P: Então, olha, não te prometo para o dia primeiro, mas assim que eu sentar, estruturar e começar a montar, eu já te mando, você dá uma olhada.**

B1: Pode ficar de boa.

((corte)) [00:29:07]

## Apêndice C Entrevista com o professora Sofia

A seguir apresentaremos a transcrição da entrevista com a professora Sofia, usaremos como legendas: ... para Alongamento vocálico, hesitação ou interrupção de fala, (inint) para trecho não compreendido com clareza, para (( - )) comentários do transcritor, (...) como fala considerada não relevante ou conversa aleatória e (hipótese) como hipótese de escuta. Os sujeitos serão identificados da seguinte forma: P para pesquisador e S1 para a professora entrevistado.

((início da transcrição))

**P: Eu preciso entender mais ou menos o que é que você gostaria de dar como aula, para eu fazer o recorte de acordo com o que você me demanda. Entendeu? E ela... foi uma sequência de 20 aulas, a gente não tem isso.**

S1: Pois é, porque tem a feira do estado que a gente vai ter que fazer dia 23/11. A minha ideia é separar uma turma para montar esse projeto para apresentar dia 23/11. Só que eu só poderia começar a fazer isso depois da semana de recesso. Porque semana que vem é a semana de recuperação, na outra, antes do recesso vai ter um campeonato das escolas, a outra já é recesso. Então tipo assim, agora aula, aula mesmo, só depois do recesso.

**P: Beleza.**

S1: Ainda tem o conteúdo que eu tenho que dar de energia mecânica, eu não posso deixar de dar. Então isso a gente vai ter que trabalhar meio que paralelamente.

**P: Concomitante, não é?**

S1: É.

**P: Tá. Então isso aqui, o que é que eu estou contando aqui? Qual que é a ideia da pesquisa, como que ela acontece. Aqui falando que qualquer custo quem arca sou eu. Mais para baixo eu vou falar que os alunos não são obrigados a participar, que a única coisa que pode constranger ele, ele falar assim, “ah, eu não quero responder essa pergunta, não quero participar”. E é isso que a gente está falando aqui. Aí, eu preciso que você assine para mim, por favor, coloque a sua identidade. E eu mando uma cópia assim que o Orlando assinar.**

(...)

**P: E eu vou precisar também que você peça ao seu diretor. Ele está por aí?**

S1: Não, ela esteve o dia inteiro na escola.

**P: Aqui é uma diretora?**

S1: É.

**P: Pois é, porque tem este termo aqui, olha. Esse termo é da direção da escola. E aí, pedir ela para assinar para mim, por favor. O Orlando ainda não assinou. Aí você me entrega, eu peço ele para assinar e trago uma cópia.**

S1: Tá.

**P: Pode ser?**

S1: Pode ser.

**P: Tem quase a mesma coisa que está no seu termo, só que aí é para falar para a escola o que é que a gente vai fazer e dos custos e dos meninos do PIBID, que eles estão empenhados e tal. Então, podemos começar?**

S1: Podemos.

**P: Vamos lá. Você leu o caderno?**

S1: Li, semana passada ((riso)).

**P: Lá na 148, o que é que mais te atrai nessa proposta de ensino? O que é que mais te atrai nisso tudo que está aí?**

S1: Das atividades propostas?

**P: É, de tudo que você leu aí, o que é que mais te atrai?**

S1: Ah, é os meninos poderem vivenciar essa transformação de energia, não é? Ano passado eu tive um trabalho um pouco parecido na feira de ciências, que os meninos fizeram um café, tipo assim, em um fogão que eles construíram, não é? Um fogão usando a energia solar.

**P: Ah, então aqui teve um café?**

S1: Teve, eles fizeram o café, eles construíram o fogãozinho.

**P: Entendi. Então mais ou menos o que te atrai muito é a possibilidade de os alunos fazerem mesmo essas coisas?**

S1: Deles fazerem e de ver funcionando. Eu sempre trabalho pelo menos um projetinho desses por bimestre com eles. Só que em escala mais curta. Agora, para a feira que a gente faz uma coisa mais elaborada, não é?

**P: A feira você me falou que é no dia 23/11.**

S1: 23/11.

**P: Beleza. Aí agora dessas atividades que estão aí nesse quadro todo, qual que você acha que é mais adequado para a sala de aula? E o que é que você modificaria nelas, por exemplo? Das mais adequadas. Então, olha, são muitas atividades.**

((silêncio)) [00:03:45] a [00:04:02]

S1: É, na verdade, todas as atividades são muito boas. Eu só não gostei de uma parte que fala para o primeiro ano, é como a gente vai trabalhar com o primeiro ano.

**P: Então nosso objetivo está lá no primeiro ano, aham.**

S1: Teve uma que fala de...

**P: Eu não vou sugerir, porque senão eu vou te induzir, mas eu acho que sei o que é que é.**

S1: ((silêncio)) Esse negócio de constante solar também, eu não...

**P: Então a gente está falando lá da...**

S1: Que eu acho que não é interessante trabalhar isso agora com eles, não é?

**P:... atividade seis. Não é atividade seis que vai falar da constante solar?**

S1: Não, é a quatro que fala da constante solar. Ela que eu estava falando.

**P: Tá. Atividade quatro...**

S1: Que eu não acho interessante trabalhar com eles agora.

**P: Por causa desse momento, desse contexto.**

S1: Desse momento, desse contexto.

**P: Ok. E lá na atividade nove? Dá uma olhada nela.**

S1: A nove... é, tem outra... exatamente, eu estou procurando outra.

**P: Que aí ele vai falar aqui, olha.**

S1: Não, isso também a gente não trabalha com o primeiro ano.

**P: Ok. Mas uma boa assim, que você fala assim, “essa tem que ter e...”**

S1: A nove também do semicondutor, também não é... ah, nós já falamos, não é?

**P: Foi.**

S1: O semicondutor também não. Agora, a um é boa, a dois é boa.

**P: Ok.**

S1: A três é boa. Essas mais conceituais a níveis de primeiro ano são boas. A atividade seis eu já... tipo assim, a gente fala demais em sala de aula, acabei de ver isso com eles. Minha prova bimestral inclusive foi sobre isso, foi para essas formas de energia.

**P: Ah, que legal.**

S1: Vimos esses processos de geração de energia elétrica.

**P: Então eles já viram isso?**

S1: Já. Agora eu vou entrar em conservação de energia mecânica problematizando, não é?

**P: Ok, processo de transformação de energia. Então a gente já falou de quais que são boas.**

**Alguma coisa que dava para modificar, eu acho que se você souber agora, pode contar, porque aí eu já penso. A três, a pergunta três era assim: o que é que você acha que é mais viável e relevante e quais que fogem? As que fogem eu já anotei.**

S1: É, as mais relevantes, eu acho que todas as outras dá para trabalhar, não é?

**P: Essa aqui? A quatro você já mostrou para mim, tá. Beleza, beleza, beleza. Então, queria te perguntar o seguinte... então a gente já está indo para a quatro. Quais os recursos que você considera que são interessantes? Porque aí tem muito texto, tem experimento, tem vídeo, diagrama, simulação. Você acha que eles foram adequados e suficientes? O que é que você modificaria?**

S1: É, infelizmente essa moçada do ensino médio não está acostumada a trabalhar com texto, não é?

**P: Unhum.**

S1: Ficaria mais no experimento e simulação.

**P: Texto, porque os textos são longos.**

S1: E tipo assim, não é agora que eles vão aprender, eu acho que isso deveria ter sido um trabalho que eu deveria até ter começado com eles lá atrás. Não é agora na quarta etapa...

**P: Entendi, talvez texto para eles está lá no português e acabou, não é?**

S1: É.

**P: Na física isso está distante deles.**

S1: É, é uma falha, não é? Mas também, com duas aulas por semana a gente não faz milagre, não é?

**P: É muito pouco. Mas simulação e experimento é uma coisa...**

S1: Eles gostam.

**P: Então olha só, experimento.**

S1: Vídeo, essas coisas todas a gente já... como se diz, tem costume de trabalhar, não é?

**P: Então olha aqui para me ajudar a pensar. A atividade um ela é um miniexperimento.**

S1: Aham.

**P: Então ela é uma coisa tranquila. Lá na atividade dois eles vão compreender como que essa energia é propagada. Ela chegou no painel e como que esse painel distribui essa energia. Aí a gente pensa em um vídeo e em um texto. Então a sua ideia agora é a gente pensar em textos mais curtos, mais sucintos? É mais ou menos isso?**

S1: Isso.

**P: Porque senão o menino se perde ali. Beleza. Texto curto. Cinco: ao seu ver, o que é que falta e o que é que sobra nessa atividade? Pensando no contexto que você está aplicando mesmo.**

S1: Não, o que sobra são essas atividades que a gente não vai utilizar, não é?

**P: Me lembra porquê.**

S1: Porque são conteúdos que estão fugindo do primeiro ano, do conteúdo do primeiro ano. Que os meninos ainda não têm noção disso, não é?

**P: E você colocaria isso onde, por exemplo? Tipo, se você tivesse que encaixar isso em algum, onde?**

S1: Em algum?

**P: No segundo ano, no terceiro?**

S1: No terceiro.

**P: Ou na faculdade?**

S1: No terceiro e mesmo assim, sendo bem sincera com você, não dá tempo ((riso)). Com três aulas de física eu encaixaria no terceiro.

**P: Entendi. Porque eu acho que essa é uma coisa que eu gostaria de abordar na minha dissertação.**

S1: Com certeza.

**P: De que alguns conceitos que estão propostos talvez nem no ensino médio a gente consiga colocar.**

S1: Porque falta tempo mesmo.

**P: Unhum. E eu acho que isso é pertinente, sabe? A gente tem que pensar nessa dimensão também, que... pensar lá na junção PN talvez não dê para um terceiro ano. Talvez, não é?**

**Com duas aulas. E sobre a ordem, Jô? Porque a ordem ela fala uma coisa para a gente. Por que como é que ele começa isso? Ele começa falando de energia solar na plaquinha, e ele termina lá na atividade 11 e 12 falando da nossa matriz.**

S1: Pois é, e te contar que ele faz... eu faço inverso na sala de aula...

**P: E o inverso é interessante? Você gosta onde inverso?**

S1: Eu gosto, mas eu nunca tinha pensado em fazer desse jeito também ((riso)).

**P: Entendi. Isso eu quero anotar, porque isso é muito legal. Por que é que você acha que você sempre fez o caminho de começar pela matriz?**

S1: Eu acho que de comodismo mesmo, de pegar o CBC de física lá e está assim, você vê que dá certo e vai.

**P: Porque ele começa da matriz, não é?**

S1: É.

**P: Para ele ir trazendo para o micro.**

S1: Isso. E dá certo, não é?

**P: Sim.**

S1: Aí você não tenta fazer diferente.

**P: Então...**

S1: E eu até achei bacana essa daqui. Eu achei bacana.

**P: Você acha que usar essa ordem pode ser interessante?**

S1: Pode, mas agora não tem como, porque eu já fiz o inverso, não é?

**P: Ah, é. Você já falou um pouco de matriz?**

S1: É.

**P: Um pouco não, um tanto. Ah, então aqui, olha. Deixa eu pensar aqui. Matriz, pode ser uma coisa nessa atividade que a gente dê uma ênfase um pouco menor talvez. Porque de conhecimento prévio deles isso já está mais ou menos estabelecido. Tá. Pergunta sete, lá na página 137 ele vai falar dos princípios substantivos da sequência.**

S1: Eu li isso tudo, quase agora.

**P: A gente lê, e eu esqueço com facilidade.**

S1: ((riso)) É, a gente não sabe qual que é qual, não é?

**P: O princípio substantivo da sequência constitui-se na busca de uma articulação entre os contextos local e geral sobre a temática. E aí ele fala que ele parte de uma questão local, para depois ele ampliar para uma coisa de dimensão muito grande, que é o país, o planeta e alguma coisa do tipo. O segundo princípio ele vai falar que ele quer trabalhar as dimensões ciência, tecnologia e seus impactos sociais, econômicos e ambientais. Então o segundo princípio ele está pensando em alguma coisa tipo CTS. O primeiro ele só conta para a gente a ordem, que ele começa do micro para partir para o macro. O terceiro princípio, lá no último**



**parágrafo, ele vem falar que ele pensa que as atividades elas devem ser desenvolvidas pelos estudantes com maior autonomia possível. Sendo esses três princípios, eu queria que você comentasse sobre eles e o que é que você acha dessas escolhas que ele fez. Esse princípio é válido? Não é? O que você acha deles?**

S1: Dentro dessa sequência, não é?

**P: É, dentro disso que ele fez.**

S1: Não, eu achei que todos os três princípios estão muito bem encaixados aí, não é? Deixa os meninos trabalharem por conta própria. Articula as dimensões de ciência, tecnologia, social, economia.

**P: E isso é interessante?**

S1: Isso é interessante, não é?

**P: Por quê?**

S1: Porque eu acho que tipo assim, igual agora, por exemplo, eu trabalhei isso muito com os meninos na época do apagão. Eles viram diretamente que aquela transformação de energia que a gente faz lá no quadro, geração de energia por uma hidrelétrica, estava tendo uma repercussão toda. E eu trabalhei isso muito, principalmente com as turmas do EJA, que a gente vê. Trabalhei muito isso com eles. Eu acho que isso, tipo assim...

**P: Então esse princípio é válido sim?**

S1: A conta de luz está cara, sabe? A gente fala com eles, “gente, e a hidrelétrica no Brasil? Vocês acham que não vale a pena investir?”. Então eu acho super válido. E não segmenta, não é? As matérias tanto.

**P: Ah, isso é interessante, que ele não...**

S1: Começar a ver... eles começam a ver que física tem a ver sim, não é?

**P: Que ela está aí no mundo.**

S1: É. Acho que contextualiza.

**P: Tá. Você acha que durante a proposta dele esses princípios foram atendidos?**

S1: Acho que foi. Todos três foram bem atendidos.

**P: E se você tivesse que pensar nos seus princípios? Então desses três ou mais alguma coisa? O que é que você acha que, sei lá, o aluno ser menos autônomo? Mais autônomo? Colocar mais conteúdo?**

S1: Eu gosto de dar autonomia para os meninos, viu, Ygor? Eu deixo eles bem soltos. Eu falo, “olha, vocês vão fazer um experimento para mim sobre conservação de energia. Se vira aí”. E eu não...

**P: Então o terceiro princípio é bem importante?**

S1: Eu dou bastante, porque eu acho que quando eles participam do projeto, eles não têm resistência em fazer, “olha, foram vocês que escolheram”.

**P: E aqui, esse negócio de começar do micro e ir pelo macro, ele é novidade, mas ele interessa?**

S1: É novidade, mas ele é interessante.

**P: Entendi. Ele não causa repulsa por ele ser novidade?**

S1: Não, não. É só uma coisa que eu ainda não tinha atinado, não é?

**P: É, eu vou te confessar que eu também não. Quando eu li, eu falei, “eu não começaria assim”. E eu ao contrário de você pensei assim, “assim eu não começaria”. Você ainda se colocou assim, “pode ser um caminho interessante”. Ok. E há alguma coisa? Sei lá, um princípio mais conteudista? Não sei, alguma outra coisa que você gostaria como princípio para isso.**

S1: Não, não. Eu acho que em termos de conteúdo, acho que aborda tudo bem assim.

Suficiente, vamos dizer isso.

**P: Então agora a gente vai mudar para a pergunta oito. Lá página 140 ele vai falar que essas atividades elas têm alguns caracteres. Por exemplo, ela vai falar de ciência, tecnologia, sociedade e ambiente aí nesse quadro. E aí ele fala, por exemplo, “explorando o tema energia solar fotovoltaica, quais aspectos estão predominantes?”, o aspecto tecnológico, o aspecto científico e o aspecto ambiental. Aí lá na página 141, por exemplo, na hora que ele vai falar da matriz, na atividade seis, sete, ele fala que ele está mexendo com o científico e tecnológico. Aí eu queria que você... apesar de você já ter me dar indícios, quais são as vantagens e contribuições, problemas e dificuldades de desenvolver esses temas de acordo com o CTS para você? Vantagem, tem vantagem?**

S1: Tem.

**P: De usar CTS?**

S1: Tem, tem sim, não é? Porque igual eu falei, essa contextualização, essa interdisciplinaridade com as outras matérias.

**P: Isso é vantagem?**

S1: E acaba que o menino fica... observa mais isso na vida dele, não é? É igual quando você passa aquele trabalhinho de eles fazerem consumo de energia elétrica, eles começam a ficar mais cautelosos. Eles vivenciam a situação.

**P: E isso faz uma diferença?**

S1: Faz muita diferença. Eles compram a ideia mais fácil, não é?

**P: E dificuldade? Problema?**

S1: Não, acho que a grande dificuldade nossa esbarra na carga-horária restrita de novo, não é? Você acaba às vezes se privando de contextualizar mais, porque está preso naquele conteúdo que tem que ser dado. E você só tem tantas aulas que você mandou para a escola no plano de curso.

**P: Aí você tem que fazer um jogo, entre o conteúdo e a contextualização, aplicação.**

S1: Isso, aí faz mais ou menos uma contextualização, mas que não fica do jeito que deveria ser, não é?

**P: Três o número de aulas?**

S1: Melhoraria bastante, mas eu gostaria de quatro.

**P: Quatro. Tipo, matemática são quatro? Português?**

S1: No integral são seis.

**P: Uau.**

S1: E eles continuam com duas aulas de física.

**P: Nossa.**

S1: ((risos))

**P: Entendi. Olha, a oito tem B e ela pergunta assim... lá nesse quadrinho ainda ele vai falar das características da sequência, se elas têm as características investigativas. E aí, você já me deixou falar aí sobre a autonomia do aluno, e as atividades investigativas elas têm essa coisa de autonomia.**

S1: Da autonomia, total.

**P: E aí, vantagem e contribuição dessa pegada de investigativa, o que é que você acha que tem?**

S1: Eu acho que... como é que eu vou falar? Tipo assim, o menino desbrava o horizonte, a própria curiosidade é atizada. E acaba que uma coisa que nem interessava ele, ele leu, vê aquilo, já começa a interessar, abre leques, não é? Eu acho que a grande vantagem dessa autonomia, dessa atividade investigativa é de o menino ter um...

**P: Abrir o horizonte.**

S1: Abrir o horizonte.

**P: E aí ele pode se identificar com o que ele gosta mais ou não, não é? Tá. E dificuldade, o que é que tem de dificuldade?**

S1: Ah, os meninos outro dia quiseram fazer para mim uma bobina de Tesla ((risos)).

**P: Entendi.**

S1: É bacana, mas só que eles têm limitações que não vão deixar.

**P: Tipo?**

S1: Você tem que... matemática mesmo, conteúdo difícil do terceiro ano que é um conteúdo difícil. Mas eles vão, eles vão. Mas... eu vejo que quando eles pegam, eles acham o experimento uma coisa muito bacana. Mas na hora que eles veem a complexidade que está por trás, eles às vezes desanimam um pouco.

**P: Então a atividade investigativa às vezes ela é complexa demais para aquele grupo que está ali (mexendo) [00:19:31].**

S1: Para aquele grupo que está ali, tipo assim, “nossa, professora”, “mas pega para fazer, gente”.

**P: Então ela tem que ser dosada.**

S1: Então ela tem que ser dosada. Acaba que às vezes a gente acaba podando eles um pouco, por causa disso, não é?

**P: Entendi. E as experiências que você tem nesse tipo de abordagem? Eu já anotei algumas, um monte aqui, olha. Mas se você lembrar de mais alguma coisa.**

S1: Tipo...

**P: Anotei do café, anotei do apagão, da bobina.**

S1: Ah, a bobina de Tesla. Os meninos fizeram um motor elétrico, mas aí foi uma experiência muito boa. O primeiro ano explicou o motor elétrico como os meus alunos do terceiro não explicariam. E foi um que eles fizeram sozinhos. Imã, fio de cobre...

**P: Que ano foi isso?**

S1: Esse ano. O Marcos Paulo ficou babando ((riso)).

**P: Que legal.**

S1: E foi uma coisa que eu tinha feito na... (segmentação de ensino) [00:20:22] de física.

**P: Aham. Você tinha feito.**

S1: Eu tenho feito. Retoma, não é?

**P: Unhum. Mas você assessorou? Como que foi?**

S1: Não, falei assim, “vocês fazem um experimento sobre transformação de energia”, os meninos já apareceram com o experimento pronto ((acha graça)).

**P: Ah.**

S1: Porque com duas aulas por semana não dá para assessorar. Tipo, a feira eu já vou ter que ceder algumas aulas para assessorar.

**P: E aí a gente usa essas para poder pensar nas coisas, não é?**

S1: Isso, foi por isso que pensei em trabalhar para... que aí eu já vou ter que fazer a feira mesmo, já fico...

**P: A gente tem que pensar também em um produto, não é?**

S1: É.

**P: Dessa coisa toda.**

S1: Tem que pensar em uma coisa para os meninos exporem.

**P: Porque aí agora na nove ele vai falar que... qual é o quadro dois? Quadro dois está um pouco para frente, lá na página 143 e 144. Ele vai falar para a gente que ele organiza essa sequência em conteúdo e intencionalidade. Quais que você acha relevante e importante para o contexto que você trabalha? Então lá na página 143 tem as intenções e os conteúdos dessa coisa. Dá uma olhadinha aí, me fala... eu já sei um que você descartaria. Acho que sei, não é?**

S1: ((silêncio)) Esse negócio de eficiência energética, constante solar, radiação solar médio.

**P: Esse bloco dois aí, não é?**

S1: É, e ele está pesado para os meninos, não é? O bloco três também.

**P: Dois, bloco três. Ok. Deixa eu te perguntar um negócio, quando a gente está falando lá de energia potência e eficiência, isso fica ou não? Pode falar a verdade.**

S1: Eu não trabalho isso com o primeiro ano.

**P: Beleza.**

S1: Mas posso trabalhar também, que não é nada...

**P: Se for uma coisa bem...**

S1: É, bem superficial, conceitual, a diferença, não é?

**P: Beleza. Porque tem exercício exatamente isso, qual a diferença de eficiência e energia, de potência e energia? Tem exercício assim.**

S1: É, se for nesse contexto dá para trabalhar.

**P: Só para ele ter uma ideia do que é que é eficiência, que é diferente de energia e de potência ((fala simultânea)). Então aqui, bloco cinco, que a atividade avaliativa a gente ter que dar um jeito de ter. Bloco quatro, fica...**

S1: Ah... o bloco quatro a gente pode trabalhar com eles em forma de uma pesquisa, seria?

**P: Unhum, tá. Uma pesquisa mais autônoma?**

S1: É.

**P: E aí um bloco que você gosta então é o... vamos pensar aí em um bloco... bloco um, por exemplo?**

S1: O bloco um, muito bom.

**P: O bloco um é o chave da... ou não?**

S1: Sim. Ou bloco um ou bloco quatro, só que o quatro a gente tem que ver se vai ter tempo. Por isso que eu falei de trabalhar em forma de pesquisa, para poder enxugar o tempo, não é?

**P: Beleza. Estou tendo ideias, estou tendo ideias.**

S1: Isso é bom ((risos)).

**P: Por quê? Porque olha aqui, o dez, a minha pergunta dez é o seguinte, a gente muda um pouco o que é que a gente está entendendo como princípio da sequência, porque a gente está pensando em três coisas. E essas três coisas elas têm intercessões. Aqui a gente está pensando nas questões sociocientíficas, que está bem perto - questões sociocientíficas – que está bem perto do CTSA, que é bem o bloco quatro. Uma coisa nessa pegada. Aqui a gente está pensando em falar do artefato tecnológico. A gente aqui a gente quer falar da placa, de como ela transmite e armazena, de como isso chega na casa, de como que isso vai para o país. Aqui**

a gente está pensando em falar do conteúdo. O que é que é isso? Aqui eu quero falar de qual é o efeito, que o efeito é o efeito fotovoltaico, como que isso acontece, o que é que tem na placa que permite que esse efeito aconteça. A gente está pensando em uma coisa aqui. Aí o que eu queria te perguntar é: qual desses te interessa mais? Eu tenho indícios pela nossa resposta aqui até agora. Pensando em um produto, qual é o produto que eu vejo? A gente podia pensar em um produto de uma placa que liga algumas coisas. Por exemplo, uma placa que liga a luz de casa e deixa ela ligada o resto da noite, por exemplo, para ser uma luz de segurança. Alguma coisa nesse sentido. Então, eu entendo que para isso os meninos precisavam dominar bem essa questão do artefato tecnológico.

S1: Unhum, é verdade, para construir, não é?

**P: Para construir. E aí é contigo, porque as atividades elas são diferentes.**

S1: Mas é isso mesmo. Ela tem que estar mais voltada para isso, para a construção do produto.

**P: Bem aqui, mas a intercessão seria essa? Seria essa? Seria essa? Qual que...**

S1: Eu acho que a intercessão é com o conteúdo, não é?

**P: A intercessão bem do que a gente está propondo vai ser aqui. Não que a gente vai eliminar isso aqui, principalmente porque mostrou matriz todo aqui e tal.**

S1: É.

**P: Tem muita coisa aqui, mas a nossa intercessão então vai estar mais ou menos aqui, para falar de... do artefato, porque eles precisam de ter um produto para apresentar na feira. Eles precisam compreender como ele funciona e o conteúdo vem aqui para fazer isso.**

S1: Para explicar para as pessoas... é.

**P: Beleza. Era isso, era exatamente isso que a gente precisava. Por que aí o que é que eu vou fazer agora? Eu sento, mostro meu orientador as minhas anotações, o que é que a gente fez. E a gente constrói essas cinco aulas dessa intercessão. E aí a gente senta mais um pouquinho e olha junto com os meninos do PIBID que te acompanham, que eu não sei quais são. Que turma que você pensou?**

S1: Ai, eu poderia fazer ou com a 105 ou com a 106.

**P: E os meninos acompanham elas?**

S1: Acompanha.

**P: Por que eu não necessariamente vou acompanhar as turmas, eles vão fazer as anotações na maioria das vezes. Porque eu não posso ser regente, porque se eu for regente nesse momento, eu induzo dado de pesquisa. Então a ideia é você regente, os meninos te acompanhando, e aí a gente vê o resultado dessas coisas. Os meninos que estão nessa sala você lembra?**

S1: Na 105 é o Marcos só.

**P: Por que só?**

S1: Porque a Mariana saiu, não é?

**P: Ah, é? Não estou sabendo não.**

S1: A Mariana foi para o...

**P: Hiago e a Yolanda. Tá. Beleza, porque aí eu converso com eles.**

((corte)) [00:27:34]

((fim da transcrição)) [00:27:42]

---

## APÊNDICE D Protocolo de entrevista pré-aplicação

1. Você fez a leitura de todo caderno do aluno? O que mais te atrai nessa proposta de ensino?
2. Das atividades propostas, sintetizadas no Quadro 3 (p. 148-149) quais você considera mais adequadas para uso em sala de aula? O que modificaria nelas?
3. Quais considera mais viáveis e relevantes? Quais outras considera que fogem do contexto com os quais pretende trabalhar?
4. Os recursos usados (textos, experimentos, vídeos, diagramas e simulações) foram adequados e suficientes para os propósitos da sequência de ensino? Que modificações faria?
  - a) O que, a seu ver, falta e o que “sobra” nessa sequência de ensino?
  - b) O que você acha da ordem dos textos e atividades que compõe a sequência de ensino?
5. Os autores apresentam nas p. 137-138 o que denominam “princípios substantivos” que teriam orientado a proposição dessa sequência de ensino.
  - a) Comente cada um desses princípios e sua relevância para as escolhas feitas.
  - b) Você considera que esses princípios foram atendidos na proposta que foi ao final materializada nos textos e atividades da sequência de ensino?
  - c) Quais seriam os seus “princípios substantivos” para organização de uma proposta de ensino sobre o tema?
6. Os autores dizem que a proposta é inspirada na abordagem CTSA e que algumas atividades pretendiam ter um caráter investigativo. Nas páginas 140-141 (Quadro 1) sistematizam uma análise das atividades quanto a esses dois aspectos.
  - a) Comente sobre vantagens/contribuições e problemas/dificuldades em desenvolver

temas de física com abordagem CTSA.

- b) Comente sobre vantagens/contribuições e problemas/dificuldades em desenvolver temas de física com abordagem investigativa.
  - c) Que experiências docentes você tem com esse tipo de abordagem no ensino de física?
7. A sequência didática proposta pelos autores foi desenvolvida, em 2017, ao longo de 20 aulas (incluindo avaliações). No quadro 2, os autores apresentam uma organização da sequência em blocos de conteúdo e intencionalidades. Quais deles lhe parecem mais relevantes ou interessantes para o contexto em que você trabalha? Quais você descartaria e por quais razões?
  8. Outra possível organização do material poderia ser feita entre atividades com foco em três blocos, envolvendo: 1. Questões sociocientíficas (matriz energética e políticas públicas em geração distribuída de energia elétrica); 2. usos e compreensão do artefato tecnológico em contextos; 3. Princípios e modelos científicos sobre conversões de energia em uma célula fotovoltaica.
  9. Para organizar o trabalho em sua escola, quais blocos de conteúdo lhe parecem mais adequados ou relevantes? Optaria por um deles ou por uma alternância de dois ou mais deles? Quais?

## APÊNDICE E Protocolo de entrevista pós-aplicação

### Protocolo de entrevista pós-aplicação da SE

1. Você conseguiu aplicar toda a sequência de ensino? Quais foram os desafios e dificuldades enfrentados durante a aplicação?
2. A SE foi composta por inúmeras atividades, textos e alguns trabalhos. Das atividades propostas, quais você conseguiu realizar? Quais você suprimiu e por quê? Durante a aplicação da SE foi preciso fazer escolhas de quais atividades você pediria ou não aos estudantes? Como você ponderou essas escolhas?
3. Na SE o que sugere modificar? O que faria diferente? O que recomendaria a um colega caso fosse adotar esse material?
4. Sobre os recursos propostos (textos, experimentos, vídeos, diagramas e simulações), você conseguiu usar todos? Quais foram adequados e suficientes? Quais necessitam de modificação?



5. Como você percebeu as reações dos estudantes a essa abordagem de ensino (conteúdos, metodologia e outros)
6. Sobre a efetividade da sequência de ensino para os fins propostos o que você poderia dizer? (Retomar expectativas apontadas na primeira entrevista).

## APÊNDICE F Entrevista pós-aplicação com o professor Henrique

A seguir apresentaremos a transcrição da entrevista com o professor A, usaremos como legendas: ... para Alongamento vocálico, hesitação ou interrupção de fala, (inint) para trecho não compreendido com clareza, para (( - )) comentários do transcritor, (...) como fala considerada não relevante ou conversa aleatória e (hipótese) como hipótese de escuta. Os sujeitos serão identificados da seguinte forma: P para pesquisador e H1 para o professor entrevistado.

((início da transcrição))

**P: Henrique, então, a gente vai ter uma conversa sobre a aplicação da sequência...**

H1: E vai ser mais ou menos naquele que você me mandou? Eu até tenho ele aberto aqui.

Você tinha feito já, mandado algumas perguntas prévias.

**P: Isso, só para ter uma noção do que a gente vai falar. Não precisa se atentar a elas, fale o que você quiser, do jeito que você quiser. O que você não quiser responder, não precisa responder. E é isso.**

H1: Eu vou responder tudo. Na verdade, eu quero pegar o livrinho da sequência, eu acho que é interessante.

**P: É.**

(...) [00:01:24] a [00:04:26]

**P: E aí eu queria te perguntar, do que você conseguiu aplicar, como é que foi? O que é que você sentiu das atividades, do texto?**

H1: Eu acho que assim, você lembra que esse ano passado a gente teve muitos atropelos, embora não tinha COVID, mas foi um ano bagunçado, não é? Você lembra disso, não é? Foi muito bagunçado, com interrupções, teve várias paralizações. E a gente tinha planejado ter uma sequência um pouco mais elástica, depois a gente teve que sintetizar, porque teve um mês... eu lembro que nós tivemos que interromper, porque teve várias atividades que o estado obrigou a escola a fazer. Teve uma semana inteira sem aula, teve uma outra semana que foi o campeonato. Nós tivemos essa série de problemas, e paralelamente a gente tinha o fato de estar aplicando também a sequência dos estudantes do Orlando, dos alunos do

Orlando da residência pedagógica, (inint) [00:05:32] que estava formando, precisava. Então nós tivemos que encaixar um tanto de coisa em um tempo curto. Mas aí pegando a sequência específica, primeiro eu já tinha uma certa familiaridade com o tema, por causa do projeto que eu tinha feito anteriormente com o Tarcísio. Então isso foi uma coisa que ajudou bastante, então foi uma coisa interessante. Só que na verdade, a sequência é uma sequência nova, não é? Era um trabalho... aliás, não foi na sequência. Aliás, esse que nós trabalhamos foi...

**P: Foi com o Carlos.**

H1: Foi com o Carlos, exatamente. Com a experiência já que tinha com o Carlos, que inclusive era até mais recente. Então assim, o que é que a gente... então o que é interessante dessa atividade é que ela foi mais focada. No caso do Carlos a gente teve...

**P: Mais focada no que, por exemplo?**

H1: Não, então a gente acabou sintetizando todos os temas e voltando específico para a parte de energia e de energia solar. Então, por exemplo, na sequência anterior nós fizemos... abordamos vários conceitos fundamentais de energia, então a gente... a vantagem é que nessa sequência a gente já tinha trabalhado, antes de eu trabalhar essa sequência de energia solar, a gente já tinha trabalhado esses temas com os bolsistas anteriormente do semestre anterior. Então assim, trazer essa sequência da energia solar já estava... algumas questões que eu achava que fundamental, já estavam amadurecidas, trabalhadas. Amadurecidas a gente não sabe o quanto, mas assim, que tem sempre esse desafio com o aluno, que é você saber, por exemplo, você trabalhar uma sequência didática, quanto daquela sequência foi apropriada pelos alunos. Esse é um grande desafio sempre. Mas partindo do pressuposto que assim, a gente teve alunos bastante engajados naquele ano, então...

**P: E eu queria te perguntar, aproveitar que você está falando dos alunos, como que você percebeu a reação deles nessa sequência que vocês aplicaram?**

H1: Ah, eu acho que assim, primeiro eu acho que a participação foi boa, foi interessante. A gente sempre tem aqueles alunos que por mais que você faça algum tipo de esforço, ele é bastante refratário, não é? Você tem alunos que são inclusive mais tradicionais, que acham que uma sequência de ensino é aquela quadro e giz lá, tudo mais e etc.. E às vezes eles têm certas dificuldades de entender uma sequência que ele tem um protagonismo maior. Você tem aqueles alunos que são inertes mesmo, qualquer que seja o ambiente ele vai ter algum... ele vai ser bastante apático. Mas a grande a maioria... nós trabalhamos com todas as turmas, a gente trabalhou... nós podemos trabalhar com as turmas todas, até porque para poder justamente... exceto duas que eu trabalhei das oito turmas, não é?

**P: Da residência.**

H1: Nós tivemos duas que ficaram mais só para a residência, que foram as turmas que a Jéssica estava trabalhando com uma sequência na mesma época. Então aí eu tive que montar um programa diferente para essas duas turmas, e eles viram então essa parte de energia solar muito (inint) [00:09:42]. Então já as outras seis turmas eles já tiveram... a gente produziu material para as turmas todas. Você acompanhou mais diretamente duas turmas, não é?

**P: Foi, foi.**

H1: Foi, você pode acompanhar duas turmas, mas eu estava trabalhando com as outras turmas que você não estava acompanhando. Então assim, eu acho que o engajamento dos alunos foi bom. Eu acho que assim, inclusive refletiu em trabalhos que algumas turmas fizeram para a feira de ciências. Teve uma aluna... eu não sei se você chegou a ir na feira de ciência. Você não pode ir, não é?

**P: Não, porque eu estava tendo na escola, que foi no mesmo dia.**

H1: Você estava tendo na escola, foi no mesmo dia, exatamente. Então, por exemplo, teve alunos que fizeram aquecedor solar.

**P: Ah, que legal.**

H1: Isso foi muito legal. Depois vou até te mandar essas fotos, eu acho que vai ser uma coisa interessante.

**P: Sim.**

H1: Então teve dois trabalhos muito bons sobre aquecimento solar. Os alunos montaram o aquecedor solar, e os dois aquecedores diferentes.

**P: Ah, sim.**

H1: Então foi muito interessante. Então isso foi... tivemos aquele trabalho que eles fizeram de vídeos, não é? Então assim, slides apresentando sobre as diversas formas de usos da energia solar. Então eu acho que essas coisas foram muito boas. Mas assim, um pouco... pode perguntar.

**P: Eu queria te perguntar, porque você tocou no ponto do slide e da feira, sobre os recursos. Então, porque aula tradicional tem o quadro, tem o giz, tem o livro didático.**

H1: Isso, isso.

**P: E aí na sequência a gente coloca alguns outros recursos, não é?**

H1: É.

**P: (inint) [00:11:33] deles.**

H1: Então assim, ainda bem que a escola tem o mínimo de infraestrutura e a gente também conseguiu montar uma infraestrutura boa. Por exemplo, nós tivemos... tinha dois painéis... na verdade, tinha um conjunto de sistemas de energia solar: painéis, baterias, que eu tinha pegado emprestado do Orlando, então aquilo fez parte da atividade desde o início, a gente

usou inclusive de forma recorrente. Então foi muito bom, porque os alunos não ficaram só no conceitual, não é? (inint) [00:12:12] teve uma atividade experimental. Teve uma atividade que se desenvolveu na sequência que foi muito boa, essa foi realmente. Nós filmamos, eu não sei se você recebeu, eu te mandei o vídeo. Os alunos fizeram, muito legal. Eles pegaram os LEDs e montaram o painel solar com os LEDs. E eles não acreditavam que iria funcionar, e funcionou maravilhosamente, foi muito bonito.

**P: Que legal.**

H1: Foi muito legal, foi assim, porque na hora... e foi uma coisa muito interessante, não é? Porque você estava fazendo a discussão sobre as propriedades de semicondutores e a relação entre o LED e painel fotovoltaico. Nós fizemos a montagem, tem um vídeo lá da menina que ela... eles aprenderam a fazer coisas práticas. Por exemplo, a menina ficou feliz porque ela nunca tinha soldado na vida dela, ela aprendeu a soldar. Aí ela começa soldando lá os LEDs, um no outro, depois levando lá com o grupo para testar fora da sala. E aí o negócio funcionou maravilhosamente bem. Ela ficou super encantada, comemorando de ela ter feito uma coisa inovadora. Então acho isso superbacana, não é?

**P: E tem uma oportunidade aí, não é? De outras vivências.**

H1: É, exatamente. E outros alunos também fizeram isso. E assim, e foi muito interessante, por exemplo, “ah, eu vou medir aqui na luz”, aí depois, “leva para onde tem sol” e depois compara com o painel fotovoltaico que nós temos aqui e que discussão. Então eu acho que assim, esse tipo de atividade ele traz o aluno para o centro da sala, ele traz o aluno para o centro para fazer ensino-aprendizagem. Então é fundamental que você possa trabalhar isso. E nós tivemos... embora não foi de todo uma novidade para os alunos, porque quer dizer, nós fizemos várias sequências didáticas ao longo do ano, todas elas fora de um padrão tradicional de ensino, não é? Então ao longo do ano a gente veio trabalhando, nós trabalhamos essas sequências que foram construídas dentro do projeto da residência. E a sequência proposta, seu projeto (de estudo de) [00:14:44] investigação veio coroando isso, porque foi uma atividade muito dentro dessa concepção CPS e muito aplicada. Gerou muita discussão de como é que a gente pode lidar com as questões de energia, tanto no nível Brasil, mas como na minha residência, como nos espaços escolares, nos ambientes urbanos, nos ambientes rurais, qual que é o potencial do uso da energia solar, como é que é construída a política energética no Brasil. Então isso tudo ajudou a iluminar bastante muita discussão para além só do debate da física. Então isso foi muito interessante, isso foi muito legal.

**P: Muito importante.**

H1: E muito importante, então trouxe para dentro da aula de física a discussão política, a discussão técnica, a discussão sociológica, a discussão pública. Então você, na verdade, a

partir de um tema desse você tem mil possibilidades de discussões, não é? De debate, de produzir um debate mais qualificado junto com os alunos juntamente com isso. Então eu acho que assim, pegando a sequência, só para a gente também não sair muito fora da discussão.

**P: Pode ficar sossegado.**

H1: Pensa bem, nós montamos uma sequência, então a gente fez algumas escolhas de tema. Então a gente montou uma sequência. Basicamente na sequência a gente partiu daqueles conceitos prévios que os alunos tinham do que é que é energia, o que é que eles já tinham falado de energia fotovoltaica, do que é que eles consideravam... nos tipos de energia que eles desconhecem, das fontes energéticas: biocombustível, gás natural, eólica, (peristálticas) [00:16:50], hidráulica, fotovoltaica, e propusemos um conjunto de leituras. Então no primeiro encontro a gente já teve um encontro de leitura. E foi uma coisa interessante isso, foi poder que... a atividade, trabalhar em grupo. Todas as aulas basicamente eram a sequência em que eles tinham que fazer atividades em grupo.

**P: E o que é que você me diz dessas atividades em grupo?**

H1: Eu acho que assim, por exemplo, essa é uma experiência também que não é nova, então a gente já faz dentro da sequência. Então assim, não é do jeito que as minhas turmas, não é? Nunca são assim. Não é do tipo que a gente saiu da aula tradicional e caiu em um modelo inovador e tudo mais e etc.. Nesse sentido é até mais difícil, porque nós já estamos fazendo isso há bastante tempo. O que talvez para os alunos é o seguinte, como eu trabalho com alunos do terceiro ano, então quando eles chegam para mim no início do ano, eles já estão habituados a trabalhar dentro daqueles modelos já tradicionais. Então quando eu começo com eles geralmente eu tenho uma dificuldade que eles têm... a dificuldade que eles têm no início talvez de, “ah, acho que é muita conversa”. Então você vai assim, “ah, cadê a aula?”. Quer dizer, eles estão acostumados que o professor chega e mete matéria no quadro e não propondo a discussão, não que ponha em grupo e tudo mais. Então no início do ano quando a gente começa a fazer isso, é um processo de aprendizagem de uma maneira diferente de trabalhar. Então quando eu começo a trabalhar, por exemplo, a eletrostática, eu não vou lá ficar dando aula de (inint) [00:19:07]. Não, a gente começa com atividades de ensino por investigação e vamos trabalhar a partir dessas atividades de ensino de investigação, e a partir daí a gente vai consolidando conceitos. É muito bacana quando você está trabalhando isso, mas é trabalhoso, você tem que produzir material que não está nos livros didáticos. Ao mesmo tempo eu valorizo muito essa coisa do livro didático, eu quero que os alunos se apropriem dele. Não como uma ferramenta de decoreba, mas que eles possam extrair conhecimento, saber ali, não é? Até porque é um material público, não é? E eu venho de uma época em que quando eu era estudante no ensino médio a gente não

tinha livro de graça na escola. Então a gente tinha que comprar ou então não tinha livro. Então era bem assim. Então assim, ter o livro didático como um material (inint) [00:20:02] é uma coisa extremamente importante, então a gente tenta valorizar isso, mas tentamos usar de sala de aula investida, utilizar em atividades que possam ser feitas dentro de sala de aula e tudo mais. Mas para além disso, essas atividades de ensino de ciências por investigação elas vão compondo parte do ciclo das atividades que a gente vai fazendo ao longo do ano inteiro. Então assim, não é do tipo que a gente vai fazer, “ah, vamos agora inovar no final do ano com essa dificuldade de energia fotovoltaica”. Então aí como os alunos acabam já se habituando ao longo do ano com isso, você trazer também a atividade para que ela continue sendo interessante e instigante para o aluno, é sempre um desafio. Então você tem que realmente também investir esse tempo naquela atividade, de maneira que ela também possa continuar captando o aluno. Sobretudo, quando nós fizemos aquela atividade, a maior parte dela foi feita no quarto bimestre, que é um bimestre pós-Enem e que os alunos do terceiro ano estão chutando o balde. Mas eu acho que a atividade foi tão interessante, tão bem organizada e bem-feita... e é lógico, eu não fiz tudo sozinho, contei com a ajuda dos estudantes, com os bolsistas da residência que participaram também como agentes. Então eles participaram comigo, acompanharam o material. Então, assumiram também parte das tarefas de turma, da discussão com os grupos, filmaram trechos das atividades. Então ter que contar com esses bolsistas também é um privilégio, porque isso facilita muito o seu trabalho.

**P: Henrique, dessas atividades então, a gente vê que tem algumas que os meninos gostam mais, mas eu queria saber se você precisou escolher alguma, falar assim, “essa não dá”, “essa dá”.**

H1: É, por exemplo, a gente já tinha feito uma discussão prévia em cima daquelas atividades do Carlos. Quando a gente fez um monte de coisa, e muitas delas superbacanas, mas que assim, uma: pelo tempo, que não ia ser possível aplicar, e algumas mais... não digo que não seja relevante, mas algumas talvez... por exemplo, essa parte que envolvia, por exemplo, construção dos conceitos elementares de potência, de energia, de eficiência, a gente descartou, porque a gente já tinha trabalhado isso anteriormente. Então a gente... não tinha tempo, poderia até voltar nessa discussão, mas não tinha tempo (inint) [00:23:13]. Então a gente reduziu o material para caber em seis aulas. Então aí mais ou menos seis aulas. Então deu, foi possível trabalhar, não é? Embora teve, por exemplo, aula que a gente acabou tendo interrupção de uma semana, porque não teve uma linearidade da sequência por causa dessas interrupções que acabou ocorrendo na escola. “Ah, essa semana”... não sei se você lembra, “ah, vamos trabalhar essa semana”, “ah, essa semana nós não vamos ter aula porque vai ter uma coisa, aí vai evento aqui na escola”. Não foi...

**P: Se você tivesse que modificar alguma coisa, o que é que você modificaria? Ou pensando no aluno ou pensando no que você prefere, que você tenha afinidade.**

H1: Olha, eu achei a sequência assim, muito... normalmente comparando as duas sequências, os dois anos que eu trabalhei, uma com o Carlos e com você, eu achei as duas sequências muito boas, bem-feitas. Eu acho assim, foram duas experiências muito bem construídas, foram bem trabalhadas e tudo mais, não é? Agora, uma coisa que eu priorizaria mais é um conjunto maior de atividades experimentais, não é? E eu acho que isso quanto mais a gente puder inserir o aluno em atividades experimentais, mas que não sejam só atividades para demonstrar a validade da lei, como a gente acostuma nesses experimentos de laboratório. Mas essas atividades CPS em que o aluno sente que ele inclusive pode criar coisas. Igual o pessoal que topou fazer o trabalho do aquecedor solar, eles trouxeram isso da atividade e eles queriam e deram conta de fazer. E não só isso, eles mostraram que era viável você fazer um aquecedor caseiro para poder ser utilizado em casa, por exemplo. Isso foi muito bacana. Então este tipo de atividade é uma coisa que eu gostaria mais. Outra coisa, foi uma atividade que assim, que valeu muito apenas manter e que produziu uma discussão, uma prosa muito boa, foram os pequenos trabalhos que os alunos fizeram, cada um sobre um tema em energia solar fotovoltaica. Então teve um grupo que falou sobre energia solar no meio rural, energia solar no meio urbano e nos estádios, residencial, energia termoelétrica, (inint) [00:26:02] térmica. Então cada um dos trabalhos que foram apresentados, os alunos foram (inint) [00:26:08], os trabalhos foram feitos em grupo, (inint) foram sorteados. Cada uma dessas atividades, embora o tempo fosse... cada grupo tinha 10 minutos para apresentar, outros 10 minutos para discussão, mas o formato ficou muito bacana, porque produziu muita discussão, pergunta entre os grupos, debate, muita fala. Então acho que isso... é uma atividade que a gente contou como um bom número de recursos e... uma coisa que eu tinha falado para você na época era que, por exemplo, e eu gostaria de fazer agora. Quando eu for aplicar essa sequência de novo, no lugar de pegar lá, por exemplo, um painel fotovoltaico, fazer uma demonstração para todo mundo, eu vou pegar pequenos painéis e cada um montar o seu, quer dizer, em pequenos grupos, e aí a partir disso produzir uma discussão. Isso é uma coisa que eu quero fazer, eu quero montar esse material. Estava tudo...

**P: Você acha que essa atividade, essa do LED, poderia ser um começo?**

H1: Não, essa é uma, com um começo, a partir de uma dessas, que eu acho que tem que começar com ela.

**P: Entendi.**

H1: Começar com ela para eles verem como é que a coisa funciona, porque assim, para ver que...

**P: Não como demonstração?**

H1: Não como demonstração e não como uma caixa preta.

**P: Entendi.**

H1: Ou seja, porque ali (inint) [00:27:40], não é? A vantagem desse tipo de atividade é que o aluno está ali vendo como (inint) [00:27:47] ((falha no áudio)) as conexões, como está interligada, não tem nenhuma mágica ali e tudo mais. (inint) [00:27:53] então aí ele vê. E depois você pegar os painéisinhos que você compra no Mercado Livre e tudo mais, painéisinhos de 10 por 10, 5 por 5. O aluno pode pôr um brinquedo para rodar, pode acender um LED, não é? Então mostrar as duas coisas, não é? Então, quer dizer, que eles usando os LEDs, ele pode usar o LED para poder fazer um painel solar e gerar corrente elétrica. E também fazer o contrário, porque usando a luz solar ele pode usar um painel que vai acender o LED e qual a relação disso. Isso é muito bacana, não é? Então eu acho que assim, introduzir modificações que valorizam as atividades que são feitas em grupo. No estado uma coisa que a gente sempre vai ter como desafio é como gerenciar o tempo, não é? As aulas são muito curtas, em geral uma atividade que você planeja para uma aula, até por causa da dinâmica dos alunos... por exemplo, às vezes não funciona... se você chegar no primeiro horário, as turmas demoram lá uns 20 minutos para se ajeitar, montar o grupo e tudo mais. Quando você chega no segundo horário os alunos já estão acomodados, “gente, formem grupos aqui”, todo mundo junto, já tem o seu grupo formado e tudo mais. No primeiro horário é sempre trabalhoso e às vezes é encurtar o tempo que você quer trabalhar isso. Então também, como gerenciar esse tempo com cada turma. Também levar em conta o espírito de cada turma, algumas turmas têm um nível de engajamento maior do que outras. Então cada aula, quando você está trabalhando com esse tipo de atividade, cada aula é diferente.

**P: Sim, sim.**

H1: Cada aula é distinta uma da outra.

**P: E pensando nessa distinção, Henrique, se você tivesse que recomendar para um colega seu de trabalho, que não é da mesma escola ou que pode ser, sabendo que é todo mundo diferente, o que é que você falaria para ele? Você recomendaria ou não?**

H1: Não, isso com certeza. Eu acho que assim, você já tem um material robusto, pronto. Inclusive cederia as coisas materiais que eu já tenho e que foram construídas (inint) [00:30:13] os LEDs, os conjuntos lá. Se precisar, eu já fiz isso, ((ruído)) inclusive com os alunos do Orlando. E inclusive, agora mais recentemente a gente estava... inclusive, eu comprei, nós compramos um conjunto (inint) [00:30:40] ((ruído)) residência, a gente comprou uma série de materiais para o professor trabalhar em sala de aula com os alunos, um pouco pensando a partir das experiências que tivemos ano passado ((ruído)). Então



assim, eu, o Orlando e outros professores, a gente foi propondo, e os alunos também, os bolsistas. E aí eu fiquei encarregado de fazer a aquisição do material, fiz a aquisição do material. A gente ia fazer uma atividade em março, entregar o material para cada escola ((risos)). Estava tudo parado lá no meu laboratório, porque veio esse negócio da COVID, as escolas pararam. Nem sei quando a gente vai fazer. O Orlando aposentou ((riso)) tem que esperar voltar para a gente poder (inint) [00:31:28].

**P: Retomar os planos, não é?**

H1: É. Inclusive é um material que eu espero poder usar nas atividades online. Então, mas assim, eu estou aqui planejando, que a minha ideia é montar uma série de aulas online, atividades on-line, mas que tenha esse caráter experimental e que a gente tente fazer de uma forma mais interativa possível, de maneira que o aluno... consiga engajar esses alunos nesse período de COVID. Porque se depender daquele material, do que eu vi até agora feito pelo estado, vai dar ruim.

**P: Henrique, isso que você está me falando parece aquele programa que passava no SBT, de criança, que ele fazia... ele propunha os experimentos com as coisas que as pessoas tinham em casa, e aí as pessoas faziam, aí no outro programa ele explicava. Você lembra disso?**

H1: Lembro, lembro. Muito vagamente eu lembro sim. É, e eu acho que assim, você pode utilizar de canais, igual o que a gente está usando aqui, para poder fazer coisas interativas. O que eu não acho que está... por exemplo, eu fui... esse ano eu ia dar aula no noturno, aí estava para começar a dar no noturno. Eu estava de férias-prêmio e ia começar a dar aula à noite, por causa do doutorado.

**P: Ah, sim. Você que escolheu?**

H1: E aí eu escolhi dar aula à noite para algumas turmas, não todas. Eu mantive metade das minhas turmas de manhã, outra metade à noite. Só que eu não tive nem tempo de começar, porque antes das minhas férias-prêmio terminar, a escola entrou em...

**P: Parou.**

H1: Parou, não é? E aí, por exemplo, mas eu tinha ((corte)) [00:33:16] do segundo ano, eletricidade e magnetismo no terceiro, e já tinha um material preparado, justamente para a gente fazer essa série de atividade. Então eu falei assim, então eu pensei, “se isso não vai poder ser feito fisicamente, por enquanto, a gente vai tentar fazer isso on-line”, não é? (inint) [00:33:36] sugerindo para o aluno e passando atividades para eles montarem e depois eles postarem para a gente. Nós fizemos isso com os alunos, eles tinham que fazer uma série de atividades, que cada um recebia um tema. E eles tinham que depois fazer um vídeo.

**P: Ah, legal.**

H1: A gente falou assim, “então no lugar deles apresentarem”... por que o que é que a gente fez isso? Porque no ano anterior a gente tinha feito a apresentação, a apresentação tomou um tempo, meia hora. Aí nós falamos assim, “não, vamos fazer do vídeo, porque o vídeo não tem como escapar do tempo do vídeo”, não é? Então foi muito legal. E aí eles fizeram, cada um fez um vídeo de 10 minutos. Para você ter ideia, teve aluno que fez desenho animado.

**P: Uma surpresa, não é?**

H1: Então assim, uma surpresa, os alunos assim, são muito criativos quando é para usar essas mídias sociais, então vamos tirar isso dele. “Olha, atividade tal vai ser... cada dia nós vamos apresentar uma atividade, a gente vai discutir ela”. Então você tem várias maneiras de usar esses espaços virtuais, que estão sendo muito mal aproveitados, entendeu? Então assim, a gente quer poder fazer isso.

**P: Mas vai dar certo.**

H1: Vamos esperar que dê certo.

**P: Deixa eu fazer uma pergunta aqui então para a gente voltar. E assim, em teoria é a última. É o seguinte, sobre a efetividade da sequência de ensino e dos temas propostos, eu queria que você comentasse para mim, o que é que você pode dizer? Que ela é efetiva ou que não é, como é, de que forma.**

H1: Não, eu achei assim, por exemplo, naquilo... que depois eu e o grupo da residência pedagógica nós sentamos para fazer uma avaliação dessas atividades e das outras que a gente estava em andamento. Os bolsistas gostaram muito, os alunos também. Nós fizemos uma avaliação com eles, inclusive entrou como parte da avaliação deles de final de ano, não é? Mas assim, eu achei que foi muito produtivo. Então assim, vamos pensar quais as coisas que a gente pode... imaginar o seguinte, quando a gente está avaliando isso, não é? Avaliando o quê? Então, primeiro: o engajamento dos alunos, então acho que esse potencial, ser bem desenhada, não é? Tudo depende, você pode fazer uma aula que você acha que é maravilhosa e que é uma chatice danada. Não é porque tem atividade experimental que vai ser legal. Eu já fui para laboratório que pelo amor de Deus, não é? Mas esse tipo de atividade dentro dessa proposta CTS e alternando atividades investigativas, discussão entre os alunos de temas, leitura de texto com debate em grupo e com a turma.... essas propostas que nós fizemos nessas atividades primeiro, elas produzem o engajamento dos alunos, muito bacana. Nós fizemos isso em seis dias, fizemos em dez. É lógico que a gente sempre fica pensando assim, “mas a partir de um certo tempo - isso nós não tivemos como avaliar, porque a sequência foi curta - se prolongasse, por exemplo um bimestre, se o resultado nessa parte do engajamento seria o mesmo”. Então de repente os alunos começam a acostumar e falar, “ah, isso está ficando muito chato” e tudo mais. Não

sei. Mas assim, a gente sabe que dentro daquele período que a gente trabalhou, a gente conseguiu uma participação muito boa dos alunos. Então eu acho que isso é muito positivo, sinaliza de que é um bom caminho se trabalhar com esse modelo de sequência. Não é a única forma de trabalhar de maneira criativa, como eu te falei, mas foi uma atividade bastante inovadora, com muito engajamento dos alunos. Então nesse aspecto eu acho que foi muito positivo. No aspecto, por exemplo, em termos assim, de produção de conhecimento, de produção de saber, também aí a gente tem uma coisa que eu acho que é extremamente interessante, porque, por exemplo, o pessoal às vezes... o professor mais tradicional ele fica muito preocupado, “ah, nós estamos fazendo uma discussão e (perdendo) [00:38:00] conteúdo”. Mas o que você vai ver - e que a gente pôde avaliar nas atividades, o que a gente viu nas atividades avaliativas que nós fizemos com alunos - é que a gente não perdeu nada em termos de conteúdo, se é que a gente vai usar esse termo, esse termo... não perdemos nada também da... eu acho inclusive que a produtividade do aprendizado dos alunos foi muito melhor, que eles se apropriaram do tema que foi (inint) [00:38:29]. Não é alguém tentando enfiar, abrir a cabeça deles e enfiar um tanto de coisa, muito pelo contrário. Então eu acho que assim, nesse sentido, eu acho que a participação deles foi muito boa, muito... foram muito participativos, abraçaram o projeto. Então foi muito legal. E por último, em termos de produção de conteúdo, porque os alunos também produziram coisas, não é? Eles produziram. E outra coisa, eles perceberam, que eu acho que talvez aí uma coisa importante nesse processo de (inint) [00:39:16] ((ruído)), essa relação entre a física e o cotidiano. (inint) [00:39:22] ((ruído)) e que às vezes não fica muito explícito quando você está trabalhando lá só no caderno, (inint) [00:39:30] ((ruído)) trabalhando quadro, o giz e o tema sobre energia. É muito abstrato e distante do aluno e ele acha que não tem nada a ver com ele. Agora, ali não, pelo contrário, o aluno viu ali que aquilo está no meu a dia a dia. Essas coisas passam pela minha casa, passa pela conta de luz que a gente paga, não é? Aí o aluno vai lá e calcula quanto... ((interrupção)) [00:39:58] a [00:40:07]

H1: Então assim, eu não sei se eu respondi a sua pergunta.

**P: Respondeu, bem demais, como sempre. Mas pode falar.**

H1: Que tem esses diversos aspectos, não é? Não é só um aspecto.

**P: Muito bem. Henrique, olha, agora acabamos a entrevista. Muito obrigado mais uma vez.**

## APÊNDICE G Entrevista pós-aplicação com o professor Bruno

A seguir apresentaremos a transcrição da entrevista com o professor Bruno, usaremos como legendas: ... para Alongamento vocálico, hesitação ou interrupção de fala, (inint) para

trecho não compreendido com clareza, para (( - )) comentários do transcritor, (...) como fala considerada não relevante ou conversa aleatória e (hipótese) como hipótese de escuta. Os sujeitos serão identificados da seguinte forma: P para pesquisador e H1 para o professor entrevistado.

((início da transcrição))

**P: E que você pode pedir para parar a qualquer momento, ficar à vontade para não responder o que você não quiser responder e é uma conversa bem tranquila.**

((falha na chamada)) [00:00:21] a [00:01:07]

**P: A primeira pergunta é se você conseguiu aplicar a sequência toda e quais foram os desafios e dificuldades que você teve durante a aplicação.**

H1: É, olha, a questão da sequência toda não foi possível, porque como foi aplicada mais no finalzinho do ano, a gente estava em um bimestre mais complicado, com a escola cheia de eventos e tal, eu tive que escolher algumas atividades que seriam... que eu achei, julguei mais necessário, para poder aplicar dentro do contexto que eles estavam vendo naquele bimestre.

**P: E você lembra mais ou menos qual que foi o critério para escolher as atividades?**

H1: Mais olhando os conteúdos mesmo que eles estavam vendo, não é? Que eu achei bem relevante frisar e passar para eles, não é? E também pensando no sentido do próprio Enem, que são questões que geralmente são abordadas.

**P: Então você deu um peso maior para os conteúdos que costumam ser cobrados no Enem?**

H1: Sim, sim. E também, é claro que não deixa de ser conteúdo do cotidiano.

**P: Eu estou tomando nota também enquanto você fala, porque aí já facilita depois.**

H1: Não tem problema não.

**P: Então você estava me contando que o último bimestre foi complicado, foi um grande desafio.**

H1: Um grande desafio. Porque, por exemplo, você tinha a semana lá que determinada turma não teria aquela aula, porque tinha um certo evento na escola, sabe? E aí o outro dia você tinha, por exemplo, os meninos que só teriam os dois primeiros horários, porque tinha, por exemplo, aplicação de avaliações, redação, provão.

**P: Coisas externas também?**

H1: Sim, principalmente terceiro ano, porque eles têm uma... o resultado deles sai um pouquinho antes, porque tem formatura, então isso tudo é data, não é? Tudo é calendário, então é um pouco mais antecipado.

**P: Me conta uma coisa, você teve alguma dificuldade que enfrentou com os alunos? Resistência, alguma coisa de que eles não queriam fazer?**

H1: Olha, alguns dos alunos... vamos dizer, claro que não foi a turma toda, eles assim, não quiseram fazer por achar que já tinham... que estavam formados. Que como era o último bimestre, muitos já tinham passado e assim, não estavam tão interessados.

**P: Entendi. Mas eu lembro da aula que eu acompanhei contigo, mesmo os que estavam mais sem querer fazer, eles participaram.**

H1: Sim, sim. Claro, claro. É, porque teve atividade que esses mesmos que tiveram interesse eles deram uma fugidinha, aquela... não é? Saíram da sala, demorou voltar, mas eles acabaram fazendo, não é?

**P: Sim, sim.**

H1: Acabaram fazendo.

**P: Então vamos para a dois. Olha, então a gente tinha um monte de atividade lá na proposta de ensino. Das atividades, quais que você conseguiu realizar e quais que você suprimiu? E aí, isso emenda com a pergunta B que é assim, durante a aplicação da sequência de ensino você precisou fazer algumas escolhas, e com base no que é que você ponderou essas escolhas? Você já começou a me contar que teve um propósito no Enem, o que é que era aplicado no cotidiano.**

H1: É, você fala as propostas, você queria saber o nome delas assim? Tipo...

**P: Não necessariamente, você pode me falar assim, “ah, eu fiz uma que era de leitura de texto, eu fiz uma que usou datashow”.**

H1: É, o datashow, que eu acho que é muito importante, que os meninos precisam muito disso. Que eles estão acostumados muito com o tradicional: ir no quadro, muito... vamos abrir o livro. Então eu achei necessário e importante dar essa sequência de trabalhar com vídeo. Logo depois que eles viram o vídeo, eles trabalharam com as questões, com as questões relacionadas aos vídeos. Isso foi proveitoso, porque ficou mais fácil para eles, não é? Eles acabaram de ver o vídeo lá sobre, por exemplo, energia fotovoltaica, aplicações, como é que está o comércio, como que é o custo e tudo, e aí teve questões relacionadas a isso. Então eu acho que isso facilitou bastante.

**P: Então a gente pode pensar que você deu... você priorizou algumas atividades que estavam relacionadas com... coisas que eram diferentes do tradicional para eles, não é?**

H1: Sim, sim. Claro, com certeza.

**P: Você lembra alguma, professor B, que você realmente falou assim, “essa aqui não dá para fazer”? E por quê?**

H1: Hum, tá. Eu acho que teve uma sequência lá que ela ficou um pouco grande, até mesmo porque também eu não apliquei exatamente pelo tempo, que não dava, pelo número de aulas que estava muito pequeno. Então se eu fosse aplicar essa, eu não teria êxito, exatamente por causa do número de aulas que não caberia. E assim, não por causa da

sequência e que ela foi ruim ou boa, a questão é que ela poderia sim ser aplicada, seria proveitosa, mas com um número de aulas maior.

**P: Certo. E em um bimestre melhor, não é? Por exemplo.**

H1: Sim, talvez em um terceiro, segundo ou primeiro, não é? Mas o último ele... a não ser se fosse aplicar, por exemplo, no início do quarto bimestre, bem no início, não é? Ou seja, terminar o terceiro bimestre e já começar o quarto bimestre já em cima. Dá para fazer uma coisa bem completa, não é?

**P: Então, vamos pensar aqui na três. E isso já me dá indícios da sua resposta para a três. O que é que você sugere modificar? O que é que você faria diferente? O que é que você recomendaria se você fosse indicar esse material para algum colega seu professor de física?**

H1: Pois é. Bom, eu acho que assim, a sequência está ótima, eu acho que ela abrange, consegue envolver os meninos, de uma certa forma, porque tem vídeo, tem multimídia, não é? Essa multimídia é importante para os meninos. Não só ver o vídeo, porque eu poderia pedir para eles verem esse vídeo em casa e ficar por isso mesmo. E quando você tem uma interação... e principalmente o trabalho em grupo, quando você trabalha em grupo existe aquela motivação, tipo assim, “eu estou no grupo, então eu vou falar, vou participar”. Aí aquele compromisso de participar em grupo, não é? E isso é importante. Agora, modificar, eu não sei se eu modificaria, mas talvez uma certa dinâmica, não é? Relacionado ao assunto. Ou então assim, mais vídeos talvez.

**P: Deixa eu te fazer uma pergunta, isso que você me colocou eu achei muito interessante, porque tem muito professor que acha que o trabalho em grupo é fazer bagunça na sala, não é? E aí você coloca um ponto que é legal, que é assim, “ele podia ver o vídeo em casa, mas não tinha tanto... não é tão eficiente ver o vídeo em casa, é melhor ver o vídeo na escola”.**

H1: Sim, sim.

**P: E aí eu acho que isso é um ponto muito legal do que você coloca, que talvez é interessante a gente colocar mais oportunidades de fala em grupo.**

H1: Sim, sim.

**P: Não é?**

H1: Claro, claro.

**P: E se você fosse recomendar para um colega lá, entregar lá para o seu colega do Tiradentes, o que é que você iria falar com ele?**

H1: Bom, olha, essa sequência ela é muito boa, dá para aplicar, porém ela tem que ser dinâmica e ela tem que ser trabalhada em grupo, porque quando o aluno trabalha em grupo ele sente um pouco mais motivado em relação ao que ele é acostumado a fazer individual. O aluno às vezes é acostumado assim, “nossa, tenho que fazer isso, estou sozinho, e agora? O que é que eu vou fazer? Meus colegas vão me ajudar?”. Então assim, e se tem um colega

e talvez ele entendeu mais o assunto, o outro vai ouvir e vai dizer assim, “olha que legal, ele sabe, e aí eu vou procurar saber também”. E essa interação ela vai em relação no momento da discussão e no final o resultado é legal. As questões, as respostas elas são mais coerentes do que se fosse aplicar individualmente.

**P: Faz todo o sentido o que você está me falando. É curioso como que o protocolo de entrevista ele... o que você me responde é muito parecido com o que a gente vai falar. Olha só: sobre os recursos: textos, experimentos, vídeos, diagramas, simulações, você conseguiu usar todos?**

H1: No caso aí os textos, não é? Que eles já estavam impressos no caderninho. Os vídeos foram aqueles recomendados. E as tabelas, algumas tabelas inclusive na própria questão da atividade, da sequência, tinha, alguns gráficos, eles analisaram, não é? De acordo com o que viu no vídeo, fazer essa assimilação, tentar interpretar os dados para ter um entendimento melhor do que eles estavam vendo, não é? E foi isso mesmo, não é?

**P: Você acha que eles foram adequados e suficientes?**

H1: Tranquilo, tranquilo. A escola tem um suporte, vamos dizer, regular para funcionar as coisas. Eu acho que a multimídia funciona, tem internet. E é tranquilo, teve uma câmera muito boa ((acha graça)) para filmar, isso aí também é legal. E o legal disso também, sobre esses recursos, que, por exemplo, quando eu falei, “vocês... gente, está sendo gravado”, então assim, isso faz o menino aparecer mais, “puxa vida”. Então é aquela famosa, “sorria, você está sendo filmado”. Entendeu? Então assim, isso também é um motivador, não é? Querendo ou não, por mais que alguns tenham constrangimento, “nossa, eu estou sendo filmado”, mas mostra mais engajamento, porque o instrutor ali, o professor falou assim, “olha, essa aula está sendo gravada, é importante que vocês façam”. Então a partir daí o menino já tem... desperta um interesse maior e dá para aplicar com mais clareza, com mais força, não é?

**P: Entendi. Professor B, deixa eu te perguntar, você acha que alguns... eu entendi o que você colocou, que é interessante a gente pensar em mais vídeos para a sequência, mas que alguns desses recursos eles precisam de modificações? Por exemplo, eu estava pensando que talvez a gente precisasse diminuir os textos, que os textos fossem mais curtos.**

H1: Ah, sim. Isso eu percebi, é. Realmente (inint) [00:12:22] até mesmo porque pelo tempo, não é? Então a gente tinha falado anteriormente. Porque uma aula de 50 minutos até que a gente se adequa, é chegar na sala, e liga os equipamentos e faz tudo, a gente tem aí um decréscimo de tempo, não é? E realmente o intervalo fica meio pequeno. E seria realmente bom mesmo dar uma adequada no texto. Não é sair resumindo o texto de qualquer maneira, claro que não, e nem ficar cortando, não é? Falar, “ah, isso aqui eu não

vou dar não, essa aqui não precisa, essa que eu vou dar”, mas é tentar... sei lá, fazer um texto mais compacto, vamos dizer assim.

**P: Eu entendi o que você está falando e faz diferença, porque não é simplesmente fazer um resumo do texto.**

H1: Não, não.

**P: É fazer um texto mais compacto, mais conciso, que ele precise ser tão longo, mas que ele tenha as mesmas informações.**

H1: Isso, isso. Com certeza. Mas, vamos dizer, um texto mais objetivo, talvez.

**P: Entendi. Deixa eu te perguntar mais uma coisa aqui.**

H1: Claro, pode perguntar.

**P: Como que você percebeu a reação dos estudantes a essa abordagem de ensino? Em relação a conteúdo, metodologia.**

H1: Bom, eu acho que a reação deles foi normal. Eu acho que eles estão acostumados a ver vídeos, às vezes o professor passa. Só que assim, eles estão acostumados a ver o vídeo e não ter muito uma sequência de atividade em relação ao vídeo. Então assim, é igual eu falei, poderia falar assim, “olha, gente, vocês assistam em casa e depois vocês vêm aqui me contar o que é que aconteceu”. Não, lá além da interação, de todo mundo estar assistindo, eles recebendo essas atividades eles perceberam que eles poderiam ter um compromisso maior em responder, porque a sequência ela tem... é uma sequência que tem perguntas pertinentes, interessantes, que abrange mais o cotidiano do aluno, que lida com a realidade falando sobre determinado assunto lá (inint) [00:14:40].

**P: Então assim, eu estou entendendo que você está dizendo que o vídeo ele funcionou bem como se fosse uma questão inicial, uma problematização do tema, não é?**

H1: Sim. Sim, sim.

**P: Que não é o vídeo pelo vídeo, não é vamos ver e vamos discutir mais ou menos.**

H1: Não. Não, com certeza não.

**P: E aí com isso, você acha que sobre o conteúdo, os estudantes... o que é que você tem impressão do que é que eles disseram ou acharam sobre o conteúdo?**

H1: Bom, então, conteúdo em si realmente sempre tem uma dificuldade com alguns alunos, não é? Até mesmo porque às vezes aquela sequência, que foi dada naquele momento, o professor talvez ele não chegou naquele assunto ainda. Então eles tiveram que ver o vídeo e de repente ter algumas questões para eles descurem. Não porque eles teriam que saber, “ah, não. Espera aí, essa matéria não foi dada no quadro? Eu não copieei?” e tal, já chega com a atividade. Mas assim, a atividade foi dinâmica, (inint) [00:15:48] ela é muito boa para fazer o aluno entender. Então assim, a maior dificuldade foi essa de... “espera aí, o que é que isso mesmo?”. E alguns grupos, vamos dizer assim, boa parte dos grupos sempre



ficou assim, me chamando para perguntar, dizer, “olha, o que é que isso aqui mesmo? Como que é que é isso?” e tal. Porque acontece de eles não terem visto a matéria ainda.

**P: E eu entendo que os meninos têm uma necessidade muito grande da resposta correta, não é?**

H1: Sim.

**P: Eles acham que tem que ser a resposta correta.**

H1: Isso. “Nossa, eu errei. Puxa vida. Aí que difícil”. E não é bem assim, não é? A questão é discutir. E a resposta (inint) [00:16:33] o gabarito imediatamente, isso é muito... e muitos estão acostumados com isso às vezes, não é? De ter essa resposta imediata, não é?

**P: Unhum.**

H1: Às vezes o professor, por exemplo, ele dá um problema no quadro e tipo assim, às vezes não deu tempo nem de ele fazer, aí ele já está corrigindo, entendeu? E isso acontece muito às vezes. Aí o aluno fala assim, “nossa, professor, o senhor é gente boa demais”, “está vendo? Olha, você já fez para a gente”. E não é dessa forma, não é? Ele tem que pensar, ele tem que... não é?

**P: Lá na sequência a gente coloca algumas perguntas que vão ser retomadas no final e que eles não têm obrigação nenhuma de saber o conteúdo.**

H1: Sim, sim.

**P: Talvez ele tenha que ter uma noção, mas a resposta correta... mas esse modelo tradicional que a gente vive, ele pede essa resposta correta. E exatamente isso que você falou, o professor põe em sala, a resposta correta, próximo assunto.**

H1: Sim, sim. Passa rápido, não é? Ele dá uma prova e o aluno vai mal, porque não aprendeu, porque ele não viu, ele não teve dúvida... ele não teve nem dúvida.

**P: É, ele não teve tempo de ter dúvida, não é?**

H1: Sim, não teve tempo de ter dúvida. Então é...

**P: Isso faz muito sentido isso que você está me dizendo. Então tá, acho que a gente está indo para a última pergunta.**

H1: Está bom.

**P: Que é o seguinte: sobre a efetividade da sequência de ensino para os fins propostos, o que é que você poderia dizer? O negócio é o seguinte, eu lembro que você comentou na nossa primeira entrevista que esse negócio de energia solar fotovoltaica está muito distante dos alunos, porque é muito caro. E aí? Como é que a gente retoma isso que você me disse?**

H1: Olha, eu acho que retomada seria assim, fundamental eles... até mesmo chegar assim, uma revisão a respeito disso. Ver o que é que na verdade pode ser feito hoje. Será que realmente é muito caro? Será que existe algum patrocínio de alguma empresa? Mas eu acho que mais do que isso, é eles retomarem e realmente terem esse conceito e saberem

que isso é importante. Essa questão da energia fotovoltaica ela pode ser cara agora, mas é para o futuro - e o futuro é agora - eu acho que vale a pena fazer, estudar, saber, para adquirir de uma certa forma.

**P: E quanto a isso, você acha que os alunos, por mais que a sequência não tenha sido aplicada por completo, você acha que isso deu uma melhorada na cabeça deles? Que ela é efetiva para ensinar esses conteúdos? O que é que você acha disso?**

H1: Ah, com certeza. Demais, porque quando fala de energia todo mundo, todo aluno, mesmo quem não estudou nada sobre energia, já tem uma ideia do que é que é, não é?

**P: Unhum.**

H1: Então assim, e conhece vídeos, não é? Os vídeos aplicados, as questões mesmo, não é? E alguns gráficos. Ficou mais claro para o aluno, na cabeça dele, por mais que ele não estudou ainda, não foi aprofundado esse conteúdo na cabeça dele, sabe? Então acho que essa sequência ela é muito importante para clarear e pegar o embalo, sabe? Acelerar para frente.

**P: A gente teve uma aula lá quando eu estava acompanhando, que ele perguntou assim, “mas por que é que não tem isso para todo mundo? Já que isso é tão bom?”, depois de ver o vídeo, não é? Então assim, se a gente conseguiu despertar o interesse disso daí, se em um, eu acho que o nosso trabalho já está...**

H1: Claro, com certeza. E esse questionamento dele é bacana demais. Realmente, não é?

**P: Exatamente.**

H1: Por que é que todo mundo não tem, não é? Se esse negócio realmente é bom. Verdade.

**P: Exatamente. É, eu acho que era isso tudo que eu tinha para perguntar.**

H1: Uai, muito rápido, tranquilo demais.

**P: É. A gente fez física, não é? A gente é mais prático na verdade, não é?**

H1: Sim ((risos)).

(...)

## APÊNDICE H Entrevista pós-aplicação com a professora Sofia

A seguir apresentaremos a transcrição da entrevista com a professora Sofia, usaremos como legendas: ... para Alongamento vocálico, hesitação ou interrupção de fala, (inint) para trecho não compreendido com clareza, para (( - )) comentários do transcritor, (...) como fala considerada não relevante ou conversa aleatória e (hipótese) como hipótese de escuta. Os sujeitos serão identificados da seguinte forma: P para pesquisador e S1 para a professora entrevistada.

**P: Você pode ficar à vontade para interromper a hora que você quiser. O que você não quiser responder, não precisa responder. É mais para eu tentar entender como é que foi a aplicação da sequência e do que é que conseguiu ser aplicado e o que é que você percebeu, não é? Então eu queria que você me contasse um pouco, como é que foi isso para você lá quando você aplicou? Se deu certo, se não deu, o que é que deu certo, o que é que não deu.**

S1: É, eu acho que a primeira coisa que não ficou do jeito que a gente queria foi a questão do tempo, não é? Que foi no final do ano, já com aquele monte de coisa para fazer, uma feira de ciências para acontecer. Então o tempo foi curto. Então eu não apliquei todas as aulas da sequência que eu gostaria. A gente já tinha até combinado esse ano já começar aplicando, mas aí veio a pandemia.

**P: Mais uma vez a gente toma uma.**

S1: Mais uma vez. Então não deu. Mas às vezes que eu apliquei, as seis aulas que eu consegui aplicar foi superprodutivo, mas eu tinha que... eu percebi que os meninos estavam muito envolvidos, mas porque eles tinham um objetivo, que era o painel solar para a feira de ciências, que eles sabiam que tinha que funcionar. Então essa questão de ter um produto, que eu lembro que inicialmente eu acho que nem estava no seu projeto, foi muito importante e ajudou demais, porque era o foco dos meninos.

**P: Entendi. E aqui, deixa eu só voltar um pouquinho nisso que você falou, que um desafio que você enfrentou então foi o tempo, não é?**

S1: Foi o tempo.

**P: O Tempo que coisa aconteceu.**

S1: Foi curto, na correria do final de ano, nota para fechar, prova bimestral, feira de ciências.

**P: Sofia, um outro desafio que você tinha comentado comigo era dos textos, eu queria que você comentasse um pouco disso.**

S1: Textos, verdade. Tinha muito texto, e eu sei que você deu uma enxugada no texto, mas ainda assim eles acharam longo. Tinha dia que eu tinha que fazer leitura igual primário, mandar cada um ler um parágrafo, porque senão eles não liam.

**P: Então, é uma sugestão, não é? Isso fica de sugestão da sua... que você acha que vale fazer.**

S1: Fica, encurtar ainda mais o texto, para fazer uma leitura mais dinâmica.

**P: Entendi. Agora vamos falar um pouco, você pode falar o que você quiser.**

((falha na conexão)) [00:02:28] a [00:02:39]

**P: Pois é, e dos recursos? Para além desse recurso final da sequência, tipo: datashow, essas coisas, você conseguiu usar? O que é que você achou?**

S1: Conseguimos, os vídeos, a gente passou alguns vídeos para eles. Aí conseguimos. Daí nós descemos para a biblioteca, parece que eles ficam todos felizes só de sair de sala de

aula. Aí sentamos em grupos, não é? E aí passamos os vídeos para eles. Estou falando passamos por causa dos meninos do Pibid, não é? Que ajudaram também.

**P: Você conseguiu aplicar algumas atividades e algumas eu entendi que você não conseguiu. Aí você fez escolha? Você escolheu tipo como? Me conta.**

S1: As escolhas das atividades?

**P: É.**

S1: Que estava mais direto e mais teórico, para poder chamar a atenção deles naquele curto espaço de tempo, o que eles iam aplicar mesmo na feira. Não tinha muito tempo, tinha que fazer realmente escolhas.

**P: E aí, essas escolhas, os meninos do Pibid te ajudaram? Como é que você pensou nelas?**

S1: Não, eles me ajudaram sim. Tipo assim, “Sofia, a gente vai precisar disso e vamos trabalhar isso. Então eu acho que... a gente acha que essas atividades estão melhor, mais básicas também”, não é? Porque eu não tinha aquele tempo para perder com eles.

**P: Então, o que é que você faria diferente, por exemplo? Me conta.**

S1: Mais tempo, primeira coisa é mais tempo. Eu só consigo te dar uma resposta se eu souber com quanto tempo eu vou ter para trabalhar aquilo, porque aí a gente vai (inint) [00:04:16], não é? Então eu acho que... não lembro mais para quantas aulas você pensou aquela sequência, mas se tivesse...

**P: A gente pensou de seis a oito.**

S1: Pois é, eu acho pouco.

**P: Entendi.**

S1: Porque eu dei seis e não consegui ver.

**P: Alguma coisa relacionada com o que você tinha comentado comigo, que a gente não tem 50 minutos de aula, não é? Além disso tudo.**

S1: Não tem 50 minutos, não tem. O tempo que eu gasto para chegar em sala, descer eles para a biblioteca, mesmo já estando tudo pronto por causa dos meninos do Pibid, senão eu ia ter que arrumar o Datashow ainda, que eu saio de uma sala e entro na outra. Então... faz chamada, que é uma obrigação, não é? Então querendo ou não, a gente tem 40 minutos de aula, sendo otimista.

**P: Aham. Aqui, os alunos, os estudantes, o que é que você acha que eles... se eles gostaram? O que é que eles acharam dessas abordagens?**

S1: Gostaram, gostaram sim. Gostaram. Mas também porque eu peguei aquelas atividades que estavam mais ligadas ao produto deles, que era o que eles iriam precisar para a feira e ia ter que saber explicar e ia ter que fazer o mural sobre aquilo. Então gostaram.

**P: É isso que você está comentando do propósito, não é? Do objetivo da aprendizagem.**

S1: Do propósito, do objetivo. Tá, mas isso aí vai dar em quê, não é?

**P: Aham. Legal demais você me contar isso. Se você tivesse que recomendar a sequência para a um professor de física colega seu, você recomendaria? Ou não? Com quais observações? Pode falar do tempo também.**

S1: Se fosse um professor nas mesmas condições, eu recomendaria enxugando mais um pouquinho os textos. Não porque os textos são ruins, é porque é falta de cultura deles mesmo ler.

**P: Entendi isso que você está falando. Essa cultura que você está colocando é uma cultura de leitura, não é?**

S1: É, cultura de leitura.

**P: Você acha que se a gente colocasse uma leitura mais mediada, seria mais fácil?**

S1: Eu acho que sim. Para introduzir essa cultura, esse hábito, eu acho que sim.

**P: Entendi. Eu gosto dessa colocação que você está fazendo, porque eu vejo essa ideia de propósito que você está colocando para a gente e ela parece ser importante, não é? Para que é que eu vou ler isso?**

S1: É muito.

**P: Acho que é uma pergunta que fica, “para que é que eu estou lendo isso?”.**

S1: Eu acho muito importante, eu acho que tem que ter um propósito.

**P: Sofia, aí me conta uma coisa, a sequência foi efetiva para os fins propostos? Sobre a feira, me conta da feira.**

S1: Foi. Nossa, foi um sucesso. Foi muito bacana. Eles ficaram muito entusiasmados. Ver lá a luzinha acendendo foi maravilhoso, foi muito, muito produtivo.

**P: Por que a ideia inicial era fazer um carregador de celular, não é?**

S1: É.

**P: E aí não deu. Como é que foi essa frustração para eles?**

S1: Ah, eles ficaram meio xoxinho, aí a gente falou assim, “ah, gente. A gente explica”. Aí a santa Iara falou, “Sofia, vamos acender um LED” ((risos)). Aí mudou a vida, aí já estavam querendo caixa de papelão, quem vai colorir o telhado, já... e salvou assim.

**P: E um LED, não é, Sofia? Esse LED fez uma diferença no...**

S1: (inint) [00:07:50] ((falha na conexão)) “olha, se a placa fosse a minha maior, ia dar para carregar o celular, não deu por causa disso”. Eles contaram para todo mundo qual era a ideia inicial, o porquê de não ter dado certo, não é? Por causa da placa. E aí falou, “mas a gente fez isso”. E todo mundo que viu...

**P: Isso remete um pouco como que a ciência funciona, não é? Não é sempre que vai dar certo.**

S1: É. Exatamente. Eu falo com eles que o que a gente faz no laboratório da faculdade um em cinco dá certo ((riso)).

**P: Exato. É muito bom. Achei muito interessante a experiência, porque cada escola teve uma vivência completamente diferente da sequência. Então isso que você está me falando é muito legal. Eu queria te perguntar mais um pouquinho sobre os vídeos, diagramas, porque tinham lá. Você lembra mais ou menos como que os alunos relacionavam isso?**

S1: Não, isso aí para os meninos eles estavam tranquilos, quantos aos vídeos e quantos aos diagramas eles conseguiam interpretar, relacionar. Graças a Deus essa turma não tinha dificuldade nisso.

**P: E a gente aplicou para uma turma de primeiro ano, não é?**

S1: Primeiro ano.

**P: E você acha que se a gente tivesse aplicado em uma turma de terceiro ano, tinha uma diferença grande?**

S1: Eu acho... que a dificuldade, sinceramente, nessas coisas básicas é a mesma.

**P: E que eles desenvolveriam semelhante então? É mais ou menos isso que você está dizendo?**

S1: É, eu acho que é bem semelhante do primeiro para o terceiro ano. Até na matemática básica eu vejo que é muito parecido, só muda mesmo os conteúdos específicos, não é?

**P: Hum... o conteúdo específico seria uma diferença?**

S1: É.

**P: Entre os dois. Meio que para o terceiro ano...**

S1: Até o jeito de a gente abordar, não é? Do primeiro para o terceiro ano.

**P: Unhum. Entendi. Deixa eu ver o que mais. Você pode ir me falando o que você quiser da sequência, o que é que aconteceu.**

S1: Você tem que ir puxando as perguntas para eu puxar na memória ((riso)).

**P: Porque faz um tempo, não é? Isso foi uma...**

S1: É.

**P: Você, para além do tempo, você teve alguma dificuldade assim, de engajamento dos estudantes?**

S1: Não, mas por aquilo que eu falei com você, o tempo todo era a feira, a feira é importante. Por causa do propósito, mais uma vez.

**P: Isso que você está me contando assim, enche o olho, porque a gente está reelaborando uma sequência que o Carlos colocou, em um tempo muito diferente do dele, porque o dele é uma sequência para mais de um bimestre. E aí a gente tem um engajamento dos estudantes que você está me contando, que parece que foi muito bom, não é?**

S1: Foi sim.

**P: É, Sofia, eu vou te falar um negócio, eu acho que a gente é tão prático, que a gente já conseguiu falar de tudo que eu precisava.**

S1: Ah, o povo de exatas é assim. Vai fazer uma reunião de escola, que eles ficam quatro horas falando a mesma coisa ((riso)).

**P: Exatamente. Eu vou te dizer que a gente fez em 15 minutos tudo que eu precisava.**

## APÊNDICE I TCLE Professor TCLE (modelo professor)

Ao Sr. Professor de Física das turmas do 3º ano do Ensino Médio da Escola Estadual Campo de Pesquisa

Estamos iniciando nas aulas de Física um acompanhamento para a pesquisa acadêmica no tema: “Design de sequências de ensino, pautadas em aspectos CTS, sobre Energia Solar Fotovoltaica”, com a participação do professor de Física Ygor Bernardes Santos, aluno do Mestrado Profissional em Educação e Docência da Faculdade de Educação da UFMG, cujo orientador é o Professor Dr. Orlando Gomes de Aguiar Júnior.

A pesquisa será realizada apenas com seu consentimento, dos alunos e dos seus pais e/ou responsáveis. Informamos que a sua participação na pesquisa não será remunerada e também não envolverá qualquer natureza de gastos, tanto para você quanto para os demais envolvidos. Os gastos previstos serão custeados pelo pesquisador que também assume os riscos e danos que por ventura vierem a acontecer com os equipamentos e incidentes com os alunos em sua companhia, durante o processo. Está garantida a indenização em casos de eventuais danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial.

Os pesquisadores re-elaboraram sequências didáticas de ensino sobre o tema proposto que irá abordar os diferentes aspectos do ensino, como as relações entre o conhecimento comum e o conhecimento científico, as interações e o discurso em sala de aula, a argumentação em questões sociocientíficas, relacionando Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Será analisada a aplicação da sequência, em sala de aula, pelo professor responsável pela turma, a partir de dados obtidos no seu desenvolvimento para constituir uma versão final do material didático com recomendações aos professores de Física do ensino básico.

A pesquisa envolverá coleta de dados através de repostas de exercícios e atividades realizadas em sala de aula, tanto escritos em papel como por meio do uso de computador, entrevistas (dos alunos, professor e licenciandos do projeto PIBID — Física/FaE/UFMG) e gravação em vídeo das aulas de Física com o objetivo de analisar os impactos do uso das sequências didáticas de ensino sobre a aprendizagem dos alunos e sobre a prática do professor aplicador. Será focalizada a participação dos professores e estudantes em momentos de discussão coletiva, as participações verbais durante as aulas e entrevistas, além das suas produções escritas diversas.

Entende-se que a Física constitui um importante campo das Ciências e que o seu aprendizado traz benefícios tanto para aqueles estudantes que sigam profissões diretamente ligadas a ela como para os estudantes que não necessitem diretamente dela. Pois, a Física é uma ciência que está relacionada diretamente as tecnologias do mundo contemporâneo e o seu aprendizado pode favorecer a formação de

cidadãos mais capazes para eventuais tomadas de decisão, relativas a problemas que envolvam CTSA. Por outro lado os materiais didáticos não vêm apresentando propostas de trabalho que priorizem a discussão, em sala de aula, dos aspectos que relacionam a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente. Considerando essa possibilidade propomos oferecer ao professor um material diferenciado que dialogue com o aluno, com os conteúdos da Física, com a tecnologia, a sociedade e o ambiente e permita a construção de conhecimentos significativos para a formação de cidadãos mais conscientes, reflexivos e ativos no meio em que vivem.

Os alunos não serão obrigados a fazerem qualquer atividade que extrapole suas tarefas escolares comuns e o registro dos vídeos será de uso exclusivo para fins da pesquisa. Não serão, portanto, utilizados para avaliação de condutas nem para público externo ou interno. Os resultados da pesquisa serão comunicados utilizando nomes fictícios, mantendo, assim, sua identidade preservada. Os registros em vídeo farão parte de um banco de dados que poderão ser utilizados nesta e em outras pesquisas do grupo do qual os pesquisadores fazem parte, ficando sob responsabilidade do pesquisador principal, em seu gabinete no DMTE/ FaE/ UFMG, por um período de até 05 (cinco) anos e posteriormente será destruído.

A pesquisa apresenta riscos mínimos à sua saúde e bem estar, porém os pesquisadores estarão atentos e dispostos a diminuir ao máximo esses riscos e desconfortos. Entendemos que o principal risco envolvido nesta pesquisa está na divulgação indevida de sua identidade e nos propomos a realizar todos os esforços possíveis para assegurá-la (a identidade dos participantes ficará preservada por meio do uso de nomes fictícios e distorção das imagens). Também entendemos que a pesquisa oferece o risco de constrangimento a você, devido à gravação em vídeo e áudio das aulas, mas agiremos para que a aula se desenvolva naturalmente.

Caso deseje não participar da pesquisa ou deixe de participar, você o poderá fazer em qualquer fase da pesquisa, com total liberdade. Em qualquer momento, você poderá solicitar esclarecimentos sobre a metodologia de coleta e análise dos dados através do telefone (31) 975208048 ou pelo e-mail: ygb00@hotmail.com

Sentindo-se esclarecido (a) em relação à proposta e concordando com a sua participação voluntária nesta pesquisa, peça-lhe a gentileza de assinar e devolver o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), assinando em duas vias, sendo que uma das vias ficará com você e a outra será arquivada pelos pesquisadores por cinco anos, de acordo com a Resolução CNS-466/2012, sendo que o Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG poderá ser procurado, a qualquer momento, para o esclarecimento de dúvidas quanto aos aspectos éticos da pesquisa.

CEP-UFMG - Comissão de Ética em Pesquisa da UFMG. Av. Antônio Carlos, 6627. Unidade Administrativa II - 2º andar - Sala 2005. Campus Pampulha. Belo Horizonte, MG – Brasil. CEP: 31270-901. E-mail: coep@prpq.ufmg.br. Tel: 34094592/ Horário de atendimento: 09:00 às 11:00 / 14:00 às 16:00.

Atenciosamente,

---

Ygor Bernardes Santos (Aluno pesquisador do Mestrado) – ID: MG 13.047.237

---

Orlando Gomes de Aguiar Júnior (Coordenador da pesquisa) – CPF: 534.417.616-34

Agradecemos desde já sua colaboração  
( ) Concordo e autorizo a realização da pesquisa, nos termos propostos. ( ) Discordo e desautorizo a realização da pesquisa.

Nome do professor (a):

---

Assinatura do professor (a) — Documento de Identidade Belo Horizonte

## APÊNDICE J TCLE Responsáveis TCLE (modelo pais/responsáveis)

Aos Srs. Pais e/ou Responsáveis pelos alunos Ensino Médio da Escola Campo de Pesquisa

Srs. Pais e/ou Responsáveis,

Estamos iniciando nas aulas de Física um acompanhamento para a pesquisa acadêmica no tema: “Design de sequências de ensino, pautadas em aspectos CTS, sobre Energia Solar Fotovoltaica”, com a participação do professor de Física Ygor Bernardes Santos, aluno do Mestrado Profissional em Educação e Docência da Faculdade de Educação da UFMG, cujo orientador é o Professor Dr. Orlando



Gomes de Aguiar Júnior.

A pesquisa será realizada apenas com consentimento dos senhores e dos alunos. Informamos ainda que a participação dos alunos na pesquisa não será remunerada e também não envolverá qualquer natureza de gastos, tanto para V. Sa. quanto para os demais envolvidos. Os gastos previstos serão custeados pelo pesquisador que também assume os riscos e danos que por ventura vierem a acontecer com os equipamentos e incidentes com os alunos em sua companhia, durante o processo. Está garantida a indenização em casos de eventuais danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial.

Os pesquisadores re-elaboraram sequências didáticas de ensino sobre o tema proposto que irá abordar os diferentes aspectos do ensino, como as relações entre o conhecimento comum e o conhecimento científico, as interações e o discurso em sala de aula, a argumentação em questões sociocientíficas, relacionando Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Será analisada a aplicação da sequência, em sala de aula, pelo professor responsável pela turma, a partir de dados obtidos no seu desenvolvimento para constituir uma versão final do material didático com recomendações aos professores de Física do ensino básico.

A pesquisa envolverá coleta de dados através de repostas de exercícios e atividades realizadas em sala de aula, tanto escritos em papel como por meio do uso de computador, entrevista e gravação em vídeo das aulas de Física com o objetivo de analisar os impactos do uso da sequência didática de ensino sobre a aprendizagem dos alunos e sobre a prática do professor aplicador. Será focalizada a participação dos estudantes em momentos de discussão coletiva, as participações verbais durante as aulas e entrevistas, além das suas produções escritas diversas.

Entende-se que a Física constitui um importante campo das Ciências e que o seu aprendizado traz benefícios tanto para aqueles estudantes que sigam profissões diretamente ligadas a ela como para os estudantes que não necessitem diretamente dela. Pois, a Física é uma ciência que está relacionada diretamente as tecnologias do mundo contemporâneo e o seu aprendizado pode favorecer a formação de cidadãos mais capazes para eventuais tomadas de decisão, relativas a problemas que envolvam CTSA. Por outro lado os materiais didáticos não vêm apresentando propostas de trabalho que priorizem a discussão, em sala de aula, dos aspectos que relacionam a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente. Considerando essa possibilidade propomos oferecer ao professor um material diferenciado que dialogue com o aluno, com os conteúdos da Física, com a tecnologia, a sociedade e o ambiente e permita a construção de conhecimentos significativos para a formação de cidadãos mais conscientes, reflexivos e ativos no meio em que vivem.

Os alunos não serão obrigados a fazer qualquer atividade que extrapole suas tarefas escolares comuns e o registro dos vídeos será de uso exclusivo para fins da pesquisa. Não serão, portanto, utilizados para avaliação de condutas nem para público externo ou interno. Os resultados da pesquisa serão comunicados utilizando nomes fictícios, mantendo, assim, sua identidade preservada. Os registros em vídeo farão parte de um banco de dados que poderão ser utilizados nesta e em outras pesquisas do grupo do qual os pesquisadores fazem parte, ficando sob responsabilidade do pesquisador, em seu gabinete no DMTE/ FaE/ UFMG, por um período de até 05 (cinco) anos e posteriormente será destruído.

A pesquisa apresenta riscos mínimos à saúde e bem estar dos alunos, porém os pesquisadores estarão atentos e dispostos a diminuir ao máximo esses riscos e desconfortos. Entendemos que o principal risco envolvido nesta pesquisa está na divulgação indevida de sua identidade e nos propomos a realizar todos os esforços possíveis para assegurá-la (a identidade dos participantes ficará preservada por meio do uso de nomes fictícios e distorção de imagens dos participantes). Também entendemos que a pesquisa oferece o risco de constrangimento aos estudantes com a gravação em vídeo e áudio das aulas, mas agiremos para que a aula se desenvolva naturalmente.

Caso deseje não participar da pesquisa ou deixe de participar, você o poderá fazer em qualquer fase da pesquisa, com total liberdade. Em qualquer momento, você poderá solicitar esclarecimentos sobre a metodologia de coleta e análise dos dados através do telefone (31) 975208048 ou pelo e-mail: ygb00@hotmail.com

Sentindo-se esclarecido (a) em relação à proposta e concordando com a participação voluntária do aluno nesta pesquisa, peço-lhe a gentileza de assinar e devolver o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), assinando em duas vias, sendo que uma das vias ficará com você e a outra será arquivada pelos pesquisadores por 05 (cinco) anos, de acordo com a Resolução CNS-466/2012, sendo que o Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG poderá ser procurado, a qualquer momento, para o esclarecimento de dúvidas quanto aos aspectos éticos da pesquisa.

CEP-UFMG - Comissão de Ética em Pesquisa da UFMG. Av. Antônio Carlos, 6627. Unidade Administrativa II - 2º andar - Sala 2005. Campus Pampulha. Belo Horizonte, MG – Brasil. CEP: 31270-901. E-mail: coep@prpq.ufmg.br. Tel: 34094592/ Horário de atendimento: 09:00 às 11:00 / 14:00 às 16:00.

Atenciosamente,

---

Ygor Bernardes Santos (Aluno pesquisador do Mestrado) – ID: MG 13.047.237

---

Orlando Gomes de Aguiar Júnior (Coordenador da pesquisa) – CPF: 534.417.616-34

Agradecemos desde já sua colaboração

( ) Concordo e autorizo a realização pesquisa, nos termos propostos. ( ) Discordo e desautorizo a realização da pesquisa.

Nome do

aluno: \_\_\_\_\_

---

Assinatura do pai e/ou responsável – Documento de Identidade Belo Horizonte, de Agosto de 2019

## APÊNDICE K TALE

### TALE (modelo estudante)

Aos Estudantes do Ensino Médio da Escola Campo de Pesquisa

Prezado estudante,

Estamos iniciando nas aulas de Física um acompanhamento para a pesquisa acadêmica no tema: “Design de sequências de ensino, pautadas em aspectos CTS, sobre Energia Solar Fotovoltaica”, com a participação do professor de Física Ygor Bernardes Santos, aluno do Mestrado Profissional em Educação e Docência da Faculdade de Educação da UFMG, cujo orientador é o Professor Dr. Orlando Gomes de Aguiar Júnior.

A pesquisa será realizada apenas com seu consentimento e dos seus pais e/ou responsáveis. Informamos que a sua participação na pesquisa não será remunerada e também não envolverá qualquer natureza de gastos, tanto para você quanto para os demais envolvidos. Os gastos previstos serão custeados pelo pesquisador que também assume os riscos e danos que por ventura vierem a acontecer com os equipamentos e incidentes com os alunos em sua companhia, durante o processo. Está garantida a indenização em casos de eventuais danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial.

Os pesquisadores re-elaboraram sequências didáticas de ensino sobre o tema proposto que irá abordar os diferentes aspectos do ensino, como as relações entre o conhecimento comum e o conhecimento científico, as interações e o discurso em sala de aula, a argumentação em questões sociocientíficas, relacionando Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Será analisada a aplicação da sequência, em sala de aula, pelo professor responsável pela turma, a partir de dados obtidos no seu desenvolvimento para constituir uma versão final do material didático com recomendações aos professores de Física do ensino básico.

A pesquisa envolverá coleta de dados através de repostas de exercícios e atividades realizadas em sala de aula, tanto escritos em papel como por meio do uso de computador, entrevistas e gravação em vídeo das aulas de Física com o objetivo de analisar os impactos do uso das sequências didáticas de ensino sobre a aprendizagem dos alunos e sobre a prática do professor aplicador. Será focalizada a participação dos professores e estudantes em momentos de discussão coletiva, as participações verbais durante as aulas e entrevistas, além das suas produções escritas diversas.

Você não será obrigado a fazer qualquer atividade que extrapole suas tarefas escolares comuns e o registro dos vídeos será de uso exclusivo para fins da pesquisa. Não serão, portanto, utilizados para avaliação de condutas nem para público externo ou interno. Os resultados da pesquisa serão comunicados utilizando nomes fictícios, mantendo, assim, sua identidade preservada. Os registros em vídeo farão parte de um banco de dados que poderão ser utilizados nesta e em outras pesquisas do grupo do qual os pesquisadores fazem parte, ficando sob responsabilidade do pesquisador principal, em seu gabinete no DMTE/ FaE/UFMG, por um período de até 05 (cinco) anos e posteriormente será destruído.

A pesquisa apresenta riscos mínimos à sua saúde e bem estar, porém os pesquisadores estarão atentos e dispostos a diminuir ao máximo esses riscos e desconfortos. Entendemos que o principal risco envolvido nesta pesquisa está na divulgação indevida de sua identidade e nos propomos a realizar todos os esforços possíveis para assegurá-la (a identidade dos participantes ficará preservada por meio do uso de nomes fictícios e distorção das imagens). Também entendemos que a pesquisa oferece o risco de constrangimento a você, devido à gravação em vídeo e áudio das aulas, mas agiremos para que a aula se desenvolva naturalmente.

Caso deseje não participar da pesquisa ou deixe de participar, você o poderá fazer em qualquer fase da pesquisa, com total liberdade. Em qualquer momento, você poderá solicitar esclarecimentos sobre a metodologia de coleta e análise dos dados através do telefone (31) 975208048 ou pelo e-mail: ygb00@hotmail.com

Àqueles que forem menores de 18 anos de idade entregaremos, também, um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para os seus pais e/ou responsáveis para que eles possam ler e assinar, caso concordem com a sua participação na pesquisa.

Sentindo-se esclarecido (a) em relação à proposta e concordando com a sua participação voluntária nesta pesquisa, peço-lhe a gentileza de assinar e devolver o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido do Menor (TALE), assinando em duas vias, sendo que uma das vias ficará com você e a outra será arquivada pelos pesquisadores por cinco anos, de acordo com a Resolução CNS-466/2012, sendo que o Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG poderá ser procurado, a qualquer momento, para o esclarecimento de dúvidas quanto aos aspectos éticos da pesquisa.

CEP-UFMG - Comissão de Ética em Pesquisa da UFMG. Av. Antônio Carlos, 6627. Unidade Administrativa II - 2º andar - Sala 2005. Campus Pampulha. Belo Horizonte, MG – Brasil. CEP: 31270-901. E-mail: coep@prpq.ufmg.br. Tel: 34094592/ Horário de atendimento: 09:00 às 11:00 / 14:00 às 16:00

Atenciosamente,

---

Ygor Bernardes Santos (Aluno pesquisador do Mestrado) – ID: MG 13.047.237

---

Orlando Gomes de Aguiar Júnior (Coordenador da pesquisa) – CPF: 534.417.616-34

Agradecemos desde já sua colaboração

( ) Concordo e autorizo a realização pesquisa, nos termos propostos. ( ) Discordo e desautorizo a realização da pesquisa.

Nome do

aluno: \_\_\_\_\_

Assinatura do aluno — Documento de Identidade

Belo Horizonte de Agosto de 2019

## APÊNDICE L Atividades desenvolvidas na sequência de ensino

Atividades desenvolvidas na sequência de ensino – Quadro 3

TEMA DA ATIVIDADE	OBJETIVOS DA ATIVIDADE	RECURSOS
Atividade 1: Explorando o tema energia solar fotovoltaica.	Introduzir o tema energia fotovoltaica a partir da demonstração com a miniusina solar, apresentando a função de cada uma das suas partes e realizar uma problematização inicial sobre o uso da energia fotovoltaica.	Mini usina solar + Multímetro.
Atividade 2: Auto geração de energia elétrica e energia distribuída.	Compreender o que é a geração de energia distribuída, suas possibilidades de uso e seus possíveis impactos sociais locais no caso da implementação na escola/casa.	Vídeos sobre geração distribuída de energia elétrica.
Atividade 3: Seminários/ Projetos de energia solar.	Compreender algumas das possíveis aplicações do uso da energia solar, mais especificamente a fotovoltaica, discutindo suas possíveis vantagens sociais, econômicas e ambientais.	<i>Datashow</i> e Computador.
Atividade 4: Energia, potência e eficiência energética.	Compreender a diferença entre energia, potência e eficiência e saber o que é a constante solar.	Texto científico escolar.

Atividade 5: Energia, potência e eficiência: examinando os dados de um painel fotovoltaico.	Fazer a leitura de dados técnicos num selo do INMETRO e saber aplicar os conceitos de potência, 24/08 (1) eficiência e energia para um painel fotovoltaico.	Texto da atividade 4 e selo do INMETRO.
Atividade 6: O Sol como fonte de energia e os processos naturais.	Saber que o Sol é a principal fonte de energia da Terra, compreender sua relação 25/08 com fenômenos naturais.	Texto científico.
Atividades 7: Seguindo o Sol: como posicionar Placas fotovoltaicas?  Atividade 8: Dimensionando um projeto de energia solar para a escola.	Compreender a posição mais adequada para um painel fotovoltaico, discutir as possíveis vantagens econômicas, sociais e ambientais de um sistema fotovoltaico, saber fazer a leitura de dados da conta de energia elétrica	Simulador <i>suncolc</i> , simulador América do Sol e <i>Google Maps</i> .
Atividade 9: LEDs: uma opção para a geração fotovoltaica?	Compreender o que é um semicondutor e como fazer a sua dopagem. Entender o que é uma junção PN e saber que um LED pode se comportar como uma célula solar.	Vídeo sobre um semicondutor e esquema de um LED.
Atividade 10: A célula solar: entendendo o efeito fotovoltaico.	Conhecer a constituição de uma célula solar e compreender o efeito fotovoltaico.	Texto científico escolar.
Atividade 11: Conhecendo a nossa matriz elétrica Atividade 12: Os usos e os caminhos da nossa eletricidade	Conhecer a matriz elétrica brasileira, suas principais fontes e seu potencial elétrico, saber da complexidade do sistema de transmissão e como os sistemas distribuídos podem aumentar a eficiência do sistema.	Texto científico escolar e vídeos.
Atividade 13: Eletricidade, política e sociedade	Refletir sobre as ações políticas no nosso sistema elétrico e seus impactos para a sociedade e o ambiente.	Texto científico escolar.

Fonte: Lima, Aguiar e Silva (2018, p. 148-149) modificado pelo autor

## APÊNDICE M As atividades da sequência de ensino e os aspectos CTSA

As atividades da sequência de ensino e os aspectos CTSA - Quadro 1

ATIVIDADE	CONTEÚDO/CONCEITO ABORDADO	ASPECTO CTSA PREDOMINANTE
1) Explorando o tema energia solar fotovoltaica.	Introdução e discussão inicial (mais ambiental) sobre o tema energia fotovoltaica, a partir de uma demonstração com a miniusina solar, indicando a função das suas partes (PAINEL FOTOVOLTAICO, controlador de cargas e bateria); Revisitação de conceitos como ddp (diferença de potencial), corrente contínua/ alternada e ligação de um voltímetro num circuito elétrico; Processo de transformação de energia solar em elétrica no PAINEL FOTOVOLTAICO.	Tecnológico, científico e ambiental.
2) Autogeração de energia elétrica e energia distribuída	Discussão em grupos sobre os impactos sociais da autogeração de energia elétrica e energia distribuída, a partir de vídeos contendo trechos de reportagens televisivas; Significação da unidade usual de energia elétrica.	Social e tecnológico.

3) Seminários/ Projetos de energia solar	Forma de avaliação dos estudantes através da apresentação de projetos de uso de energia solar (sobretudo fotovoltaica), indicando o local de implantação, os objetivos do projeto, os impactos sociais e ambientais e os dados técnicos.	Esperava-se contemplar todos os aspectos, mas houve uma predominância do social e ambiental. Forte viés investigativo (busca de informações, comunicação e debate).
4) Energia, potência e eficiência energética	Nesta atividade foram tratados: conceitos de energia, potência, eficiência energética; cálculo de consumo de energia elétrica e conversão entre unidades de energia (padrão e elétrica); constante solar.	Científico.
5) Energia, potência e eficiência: examinando os dados de um PAINEL FOTOVOLTAICO	Aplicação e aprofundamento dos conceitos estudados na atividade 4, a partir dos dados técnicos contidos num selo do INMETRO de um PAINEL FOTOVOLTAICO; Relação entre a constante solar e a energia produzida por um PAINEL FOTOVOLTAICO; Fatores que influenciam na geração de eletricidade por um PAINEL FOTOVOLTAICO e relação entre essa energia gerada e o consumo da escola/ casa dos estudantes.	Científico e tecnológico.
6) O Sol como fonte de energia e os processos naturais e tecnológicos na Terra.	Dados básicos sobre o Sol e a relação da energia solar com processos naturais (ciclo da água, fotossíntese e formação dos ventos) e tecnológicos na Terra; Radiação solar média e sua relação com a constante solar.	Científico e tecnológico.
7) Seguindo o Sol: como posicionar as placas fotovoltaicas?	Movimento aparente do Sol no céu (solstício e equinócio); Posicionamento mais adequado de um PAINEL FOTOVOLTAICO para maior aproveitamento da energia solar.	Científico e tecnológico.
8) Dimensionando um projeto de energia solar para a escola.	Estimativa do dimensionamento de um sistema fotovoltaico para a escola, por meio de cálculos (utilizando os dados técnicos de um PAINEL FOTOVOLTAICO e os conceitos trabalhados nas outras atividades), e através do uso de um simulador solar.	Científico e tecnológico.
9) Conhecendo a nossa matriz elétrica.	Apresentação e discussão sobre a matriz elétrica do Brasil/comparativo com o mundo; Discussão comparativa dos aspectos socioeconômicos e ambientais do uso de energia hidrelétrica ou fotovoltaica.	Social e ambiental.
10) Os usos e os caminhos da nossa eletricidade	Panorama geral sobre a geração e distribuição de energia elétrica no Brasil; Demandas e uso de eletricidade (residencial, comercial e industrial); Discussão sobre os possíveis impactos do uso de	Socioeconômico e tecnológico.

	energia fotovoltaica distribuída para o sistema elétrico brasileiro.	
11) Eletricidade, política e sociedade	Discussão sobre a privatização de hidrelétricas da CEMIG e seus possíveis impactos sociais e econômicos para a população; Possíveis contribuições dos sistemas fotovoltaicos distribuídos na redução da escassez de eletricidade em certas épocas do ano, em certas regiões.	Sociopolítico Econômico.
12) Carta ao Colega.	Forma de avaliação do aprendizado dos estudantes e formação cidadã.	Esperava-se contemplar todos os aspectos, mas houve uma predominância do social e do ambiental.
13) Produção do vídeo/debate	Forma de avaliação do aprendizado dos estudantes e formação cidadã por meio de discussão/debate (a partir da produção de um vídeo) acerca da instalação massiva de sistemas fotovoltaicos distribuídos no Brasil, por meio de projeto de lei.	Social, ambiental tecnológico.

Fonte: Lima, Aguiar e Silva (2018, p. 1480-141)

Caro professor,

O presente material corresponde a um conjunto de atividades de aprendizagem sobre a temática das Transformações de Energia Solar em Energia Elétrica, que iremos chamar de Sequência de Ensino (SE), neste caderno apresentamos três possibilidades de SE, nomeadas respectivamente por: 1. Sequência de Ensino com enfoque em Ciências, 2. Sequência de Ensino com enfoque nos Artefatos Tecnológicos, 3. Sequência de Ensino com enfoque em Ciência Tecnologia Sociedade e Ambiente.

Nessas sequências, vamos apresentar e examinar as possibilidades e dificuldades relacionadas com as tecnologias disponíveis para transformação de energia de energia solar luminosa em energia elétrica. Abordaremos o tema em diversas perspectivas, podendo começar em um âmbito local (um projeto de usina fotovoltaica pode ser viável para a nossa escola ou nossas casas? Quanto custa fazê-lo? Quais os benefícios de implantá-lo?) e em um contexto, maior, nacional, (existem fatores econômicos, sociais, políticos, ambientais que podem estar relacionados com a participação do Sol como fonte primária da matriz energética brasileira?).

No que tange os conceitos e conteúdos científicos envolvidos nessas propostas, propomos a retomada e sistematização dos conceitos e definições de potência e energia, circuitos elétricos, voltagem, corrente e efeito joule. Propomos um olhar para os caminhos da energia até a nossa casa, assim como, um olhar para as transformações de energia que acontecem nos painéis fotovoltaicos e outros dispositivos que utilizam o mesmo sistema. Vamos compreender como alguns equipamentos convertem energia luminosa, proveniente do Sol, em energia elétrica. Vamos também neste material abordar física de semicondutores, os materiais que são usados para fabricação de células, painéis solares fotovoltaicos e lâmpadas de LEDs.

Propomos algumas atividades práticas, atividades de pesquisa pesquisas, que podem ser realizadas individuais e em pequenos grupos. Sugerimos que o professor utilize sempre os mesmos grupos, estruturando-os na primeira aula, tendo em média 4 alunos.

Estimamos que o tempo para cada aula é de 50 minutos, porém a distribuição do tempo fica a critério professor. Com isso, pretendemos deixar a proposta de ensino flexível, ou seja, adequável aos diversos contextos dos docentes. O professor pode, por exemplo, alterar a ordem das atividades em uma aula, conforme suas escolhas, sem prejudicar a proposta de ensino.

Estamos disponibilizamos três cadernos de atividades, compostos, em média por sete aulas. O professor tem autonomia para escolher trabalhar com a sequência de ensino completa, assim como pode fazer a opção por mesclar algumas atividades entre si. Por exemplo, o

professor pode escolher trabalhar, integralmente, com a sequência de ensino com o enfoque CTSA, mas pode de incluir a aula 4 da sequência de ensino com enfoque em ciências e no conceito científico. Para isso, ele encontrar a atividade que gostaria de acrescentar, e incluí-la na SE escolhida por ele, sem nenhum prejuízo do conteúdo e da proposta de ensino.

Para a aplicação da sequência de ensino escolhida pelo professor, sugerimos a impressão do caderno de atividade e a entrega na primeira aula para os seus alunos. Compreendemos os diversos contextos que os docentes estão inseridos e, por isso, também sugerimos que ele disponibilize o caderno em formato digital, onde o estudante possa ter acesso por meio do telefone celular. Uma opção é fazer a cópia do caderno de atividades no *Google Drive*, por exemplo, e disponibilizar o link para os alunos. Dessa forma, eles podem fazer o download em casa e utilizar o caderno de atividades, no celular, durante as aulas, sem necessidade de internet.

Ressaltamos que, para dar início às atividades, o professor pode, para engajar os seus estudantes, apresentar, brevemente, o que será estudado durante as aulas da SE, expondo a importância de buscarmos fontes de energia alternativa para o nosso planeta. O docente pode, também, indagar sobre o efeito fotovoltaico, uma vez que a transformação de luz em energia elétrica é algo que pode despertar a curiosidade dos estudantes e engajá-los para o percurso de ensino e aprendizagem.

A nossa sugestão para a leitura dos textos é que o professor participe do processo, fazendo uma leitura mediada com os seus estudantes, perguntando se algum discente gostaria de ler um parágrafo em voz alta, fazendo pequenas pausas, oportunizando espaços para discussões entre os alunos, suscitando algumas perguntas referentes ao texto, durante a leitura. Um dos objetivos da leitura mediada é oportunizar uma leitura mais dinâmica para os estudantes, que por diversas vezes não possuem o hábito de ler textos em aulas de ciências da natureza.

Os links de acesso aos vídeos estão disponibilizados nos cadernos de atividade e o professor pode acessá-los no momento da aula, mas, para isso, é preciso acesso a internet. Caso o professor tenha dúvidas sobre a disponibilidade da internet em sua escola, recomendamos que ele faça o download do vídeo antes de dar início a aula, para que ele consiga apresentar aos estudantes. Os vídeos são ferramentas de ensino muito importantes pois auxiliam a leitura dos textos com um suporte visual, oportunizando uma visualização do processo, do fenômeno, ou mesmo do objeto que está sendo tratado.

Sugerimos que os professores solicitem aos seus estudantes que respondam às atividades



propostas de duas formas, escrita e oralmente. Assim, é possível desenvolver nos seus alunos habilidades de escrita e comunicação do pensamento científico. Para isso, quanto às respostas escritas, orientamos que o professor indique aos alunos que irá recolher as atividades, ou trocar as respostas entre os colegas, para engajá-los no processo de escrita. Para as respostas orais, sugerimos que o professor faça a leitura do questionamento e motive os alunos a responderem, auxiliando-os no desenvolvimento do raciocínio e convidando outros alunos a participarem da aula.

Este projeto propõe que tanto professor como aluno se inspirem ao posicionamento crítico e consciente, no que tange os problemas referentes a ciência, tecnologia que estão presentes na sociedade brasileira. Compreendemos que energia é um bem social e político, indispensável para o funcionamento pleno da sociedade contemporânea. Entender sobre energia e suas transformações faz parte dos requisitos para exercer a cidadania.

Bom trabalho!

Sequência de ensino com enfoque em

# CIÊNCIA





## Sequência de ensino com enfoque em CIÊNCIA

Aluno(a):

Nº:

Turma:

Escola:

Professor(a):

Este material é resultado da pesquisa de mestrado do Me. Ygor Bernardes Santos, sob orientação de Dr. Orlando Gomes de Aguiar Jr, do programa de pesquisa PROMESTRE da Universidade Federal de Minas Gerais.

As atividades do material são fruto de pesquisa em diversas teses e dissertações sobre o tema. As referências completas encontram-se na dissertação do autor.

A reprodução total ou parcial é permitida, desde que citada a autoria.

# Sequência de ensino com enfoque em Ciência

Atividades para a dimensão de ciência: conceitos e conteúdos



Pré- teste  
Conhecendo a matriz energética  
Energia solar fotovoltaica

1. Defina com poucas palavras o que você entende por ENERGIA.
2. Quando dizemos que um corpo possui energia cinética, o que você entende?
3. Na sua opinião, qual das alternativas abaixo possui maior quantidade de energia?  
A) Hidrelétrica  
B) Usina Nuclear  
C) Sol  
D) Termelétrica  
E) Bomba nuclear
4. Marque com um x quais dos tipos de energia abaixo você conhece circule as que você já ouviu falar?

Biocombustível	Gás natural	Eólica	Hidráulica
Fotovoltaica	Cinética	Geotérmica	Química
Mecânica	Sonora	Magnética	Marés
Elétrica	Nuclear	Elástica	Solar

5. Escreva um pouco sobre o que você sabe sobre energia fotovoltaica.
6. Atualmente, quais são as principais fontes de energia elétrica do Brasil? Comparado com o mundo, temos uma matriz elétrica mais renovável e limpa?
7. Quais fatores podem determinar as fontes de energia a serem utilizadas por um país? Será possível que tenhamos somente um tipo de fonte de energia elétrica? Explique.
8. O Brasil possui um grande potencial hídrico e também uma alta taxa de insolação diária média. Cite as vantagens e desvantagens em se ter hidrelétricas e/ou usinas fotovoltaicas, tanto em termos ambientais como sociais e econômicos.

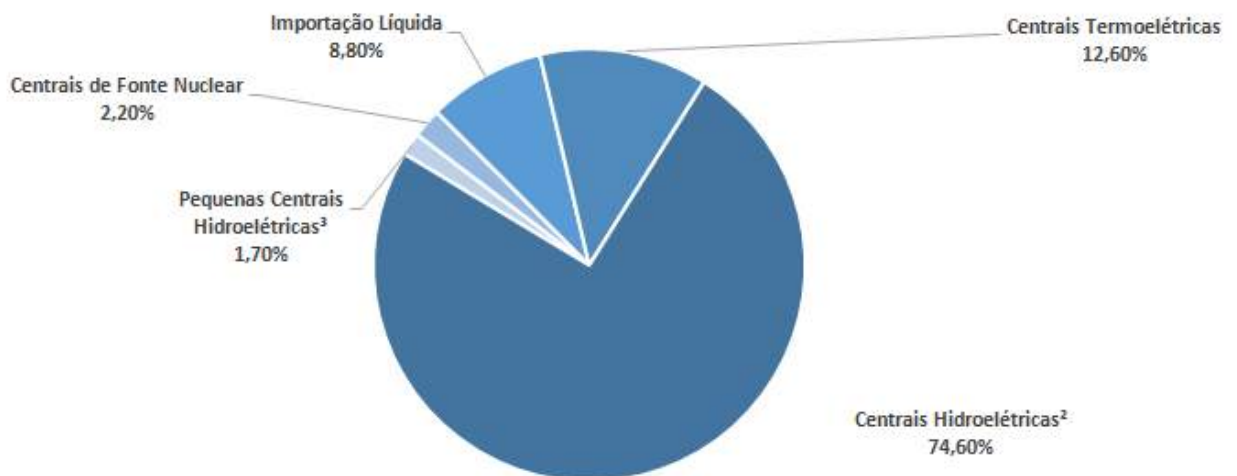


## TEXTO 1

### A Matriz Elétrica do Brasil e o Cenário Mundial

Toda forma de geração de energia elétrica possui pontos positivos e pontos negativos, tanto em termos sociais, ambientais como econômicos. Esses pontos devem ser avaliados de forma que se tenha, ao final, o melhor custo-benefício, a médio e longo prazo, de maneira que se possa decidir pelo melhor investimento.

Historicamente, devido à grande disponibilidade de recursos hídricos, o Brasil optou por um sistema de energia elétrica pautado, basicamente, na construção e uso de usinas hidrelétricas, tanto as de grande porte como, por exemplo, Itaipu, no Sul do país, cuja potência instalada é de 14.000 MW (esse de tipo de hidrelétrica é conhecida como usina com reservatório de regularização, sendo que elas podem armazenar grande quantidade de água, na época das cheias dos rios, sendo sua produção mais constante) como as usinas de fio d'água (usinas que não contêm grandes reservatórios e não produzem de maneira constante, elas oscilam muito a produção, em função de condições climáticas). Os gráficos abaixo nos mostram as principais fontes de energia elétrica utilizadas pelo Brasil, nos anos de 2005 e 2015.



1 Inclui centrais elétricas autoprodutoras.

2 Centrais hidroelétricas são aquelas com potencial superior a 30 MW.

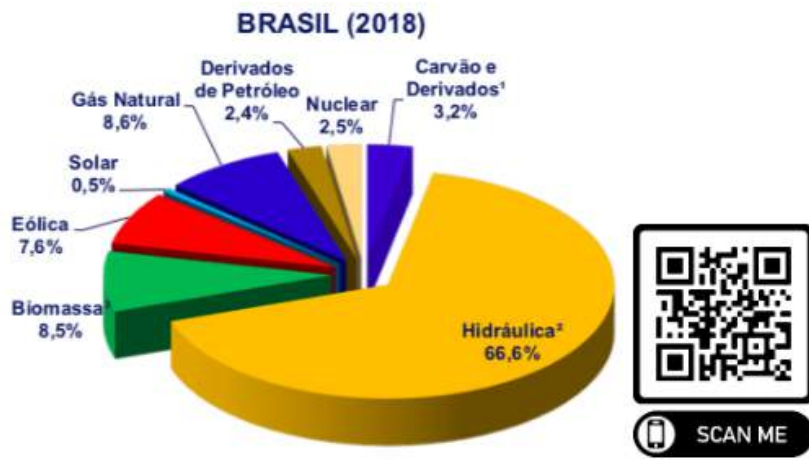
3 Pequenas centrais hidroelétricas são aquelas com potencial igual ou inferior a 30 MW.

4 A importação inclui a parcela paraguaia de Itaipu.

(BEN 2006, ano base 2005 – EPE/Ministério de Minas e Energia)

No gráfico do BEN (Balanço Energético Nacional) de 2006, ao lado, temos a oferta interna de energia elétrica, por fonte, para o Brasil no ano de 2005. O total ofertado naquele ano foi de 442,0 TWh, incluindo autoprodução e importação.

Segundo o gráfico ao lado, do BEN de 2019, são apresentadas as principais fontes de energia elétrica do Brasil, em 2018, incluindo importação e autoprodução. O total ofertado naquele ano foi de 636,4 TWh.s



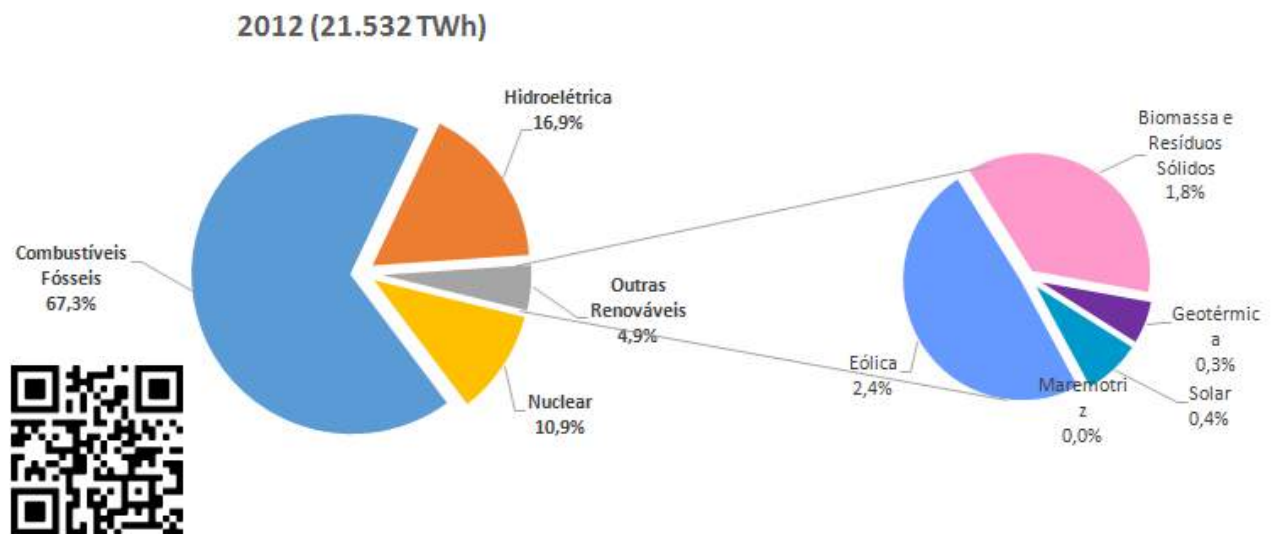
(BEN 2019, ano base 2018 – EPE/Ministério de Minas e Energia)

Ainda hoje, segundo dados do Anuário Estatístico de Energia Elétrica, ano 2016, do Ministério de Minas e Energia (MME) do Brasil, o nosso país é o segundo maior produtor de energia elétrica do mundo, por meio do uso de hidrelétricas, só perdendo para a China (em 2012, a geração hidrelétrica da China correspondeu a 23,5% do valor mundial, enquanto que o Brasil foi responsável por 11,3% dessa geração).

Em termos mundiais, o gráfico que se segue nos fornece um panorama da geração de energia elétrica por fonte, no ano de 2012.

Fonte: U.S Energy Information Administration, Elaboração EPE, 2016.

Em relação ao uso de energia solar para transformação direta em energia elétrica, através de painéis fotovoltaicos, estamos ainda engatinhando, mesmo com o vasto potencial que temos, devido a posição geográfica privilegiada do nosso país que nos propicia grande quantidade de radiação solar diariamente. Segundo dados da Empresa de Pesquisa Energética do Brasil (EPE), no panorama mundial do ano de 2012, nós nem mesmo aparecíamos no ranking mundial como um país que faz uso de energia fotovoltaica.





### VÍDEO 1

Construção da hidrelétrica de Belo Monte – Esse vídeo é institucional e nele são mostrados apenas aspectos positivos desse empreendimento.

<https://www.youtube.com/watch?v=Lpf9cDpx-gl> <Acessado em 16/03/2021>



### VÍDEO 2

Construção de uma usina fotovoltaica na cidade de Pirapora – Nesse vídeo institucional são mostrados apenas os aspectos positivos do empreendimento.



<https://www.youtube.com/watch?v=qj12BL8bL2M> <Acessado em 09/06/2017>

<https://youtu.be/ODi8VbWAla4> <Acessado em 24/10/2019>



### VÍDEO 3

O Brasil terá mais de 100 usinas de energia solar em operação até o final do ano

<https://youtu.be/CDees5ioA1g> <Acessado em 24/10/2019>

---

## VANTAGENS DO SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA

A energia solar e o sistema fotovoltaico não poluem durante sua operação, seja em nível atmosférico, ou em nível sonoro, uma vez que não liberam gases poluentes para o ambiente e os seus equipamentos de captação da energia são silenciosos. Os materiais do sistema ao final da sua utilização são reutilizáveis. Os equipamentos de recepção de energia solar, bem como as suas infraestruturas são resistentes a condições climáticas extremas, não sendo necessário grande demanda de manutenção e incluindo uma longa duração de funcionamento.

Os painéis solares fotovoltaicos permitem ao utilizador a captação energética ao possibilitarem o acréscimo de mais células fotovoltaicas, aumentando a potência já instalada. Os países tropicais são os que mais se beneficiam deste recurso energético, devido à sua localização geográfica, sendo a incidência solar grande e durante boa parte do ano.

Sendo essa energia renovável, de fácil acesso e gratuito, podendo por isso ser o melhor recurso energético para locais sem acesso a outras fontes de energia e para famílias que pretendem reduzir os seu custo energético.

Além de todas essas vantagens atualmente os custos para instalação tem reduzido com as novas tecnologias. Esses fatores são essenciais para ressaltar as vantagens desse sistema de energia, principalmente no nosso país, que possui uma das maiores incidências de raios solares do mundo.





## Seminário final

### Atividade para o final

Monte um grupo, você deverá fazer pesquisa sobre projetos de aproveitamento de energia solar. Cada grupo será responsável por um tipo de projeto. O grupo deve preparar um pequeno relatório com e uma breve apresentação (cerca de 10 min) para toda turma e professor. A apresentação e entrega dos trabalhos será no dia \_\_\_\_/\_\_\_\_.

A apresentação será livre e o grupo poderá utilizar slides (PowerPoint), vídeos e/ou cartazes. Os temas que deverão ser abordados pelos grupos são:

Grupo 1. Projeto fotovoltaico residencial;

Grupo 2. Projeto fotovoltaico em comunidade rural sem acesso à rede elétrica;

Grupo 3. Projeto fotovoltaico em construções esportivas;

Grupo 4. Projeto fotovoltaico para iluminação pública (ruas, vias e avenidas);

Grupo 5. Projeto de uma usina fotovoltaica de médio ou grande porte;

Grupo 6. Projeto de uma usina heliotérmica (termossolar ou concentrada);

Grupo 7. Projeto de energia solar para aquecimento de água.

Na apresentação e no relato escrito vocês deverão responder as seguintes questões:

1. Em que lugar o projeto está sendo implementado ou desenvolvido?
2. Qual o principal objetivo do projeto?
3. Qual a relevância do projeto em termos ambientais, econômicos e sociais?
4. Quais são os dados técnicos do projeto (potência do sistema, economia estimada de energia elétrica, entre outros)?

Leia o texto abaixo e responda às perguntas a seguir:

1. Construa um esboço (desenho ou esquema) de uma micro usina solar e explique cada um dos elementos que ela possui.

**2.** Explique como é o processo de transformação de energia solar em energia elétrica pelas placas fotovoltaicas. (Efeito Fotovoltaico).

**3.** Como poderíamos transformar energia solar em térmica? Principalmente para aquecimento da água.

**4.** Como poderíamos utilizar a energia solar no período da noite?

**5.** Para a construção de placas fotovoltaicas são utilizados quais tipos de materiais?

A palavra, “fotovoltaico”, possui a origem do grego, “fos, fotos”, e significa “luz”, estando assim associado ao Sol, enquanto a palavra “voltaico”, está ligada ao italiano Alessandro Volta (físico italiano, conhecido especialmente pela invenção da pilha elétrica.), referindo-se então a corrente elétrica e à eletricidade desenvolvida por processos químicos.

Logo, o efeito fotovoltaico está na conversão direta da energia solar em energia elétrica. A radiação solar emite fótons, que são como unidades de energia sem massa e sem carga elétrica. A incidência solar numa célula fotovoltaica constituída por um material semicondutor como o silício, por exemplo, permite a conversão da energia eletromagnética radiada pelo Sol em energia elétrica. A absorção de um fóton por um átomo de silício provoca, a libertação de um elétron de valência para a banda de condução, ficando então esse elétron livre (efeito fotoelétrico).

A reposição do espaço instalado na banda de valência do átomo de silício provoca o efeito fotovoltaico. Em outras palavras, uma célula solar, através do processo dopagem do silício (adição de impurezas químicas a um elemento semicondutor para transformá-lo num elemento com maior potencial de condução, entretanto, de forma controlada.), é constituída por duas camadas desse material semicondutor, uma do tipo N (silício dopado com fósforo) e outra do tipo P (silício dopado com boro), com cargas negativas e positivas, respectivamente, e sendo a junção de ambas um díodo, onde a circulação da corrente elétrica é feita apenas num sentido, da camada P para a N..

Quando um fóton é absorvido nessa célula, desloca-se um elétron de P para N, provocando um déficit de elétron em P e um excesso de elétron em N. Para repor o número de elétrons, ocorre a movimentação dos elétrons em excesso da camada N de modo a preencher a lacuna da camada P. Esta movimentação é realizada através de um condutor externo, um filamento de uma lâmpada, por exemplo, que conduz a eletricidade para a carga pretendida ou para a rede elétrica. Os elétrons atravessam esse filamento e produzem deste modo energia para a iluminação da lâmpada.

A RVq, (2015) relata que as células fotovoltaicas disponíveis atualmente no mercado são, em sua maioria, células de silício, existem três tipos: de silício cristalino, que se subdividem em monocristalino e policristalino, ou podem ser de silício amorfo. O silício monocristalino é o de maior efetividade de absorção, com eficiência de até 25 30%.



(<https://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/sistemas-de-energia-solar-fotovoltaica-e-seus-componentes>)

O sistema fotovoltaico é composto por um ou mais painéis fotovoltaicos, um controlador de carga e baterias. De acordo com suas aplicações pode ser necessário o uso de um inversor, também se faz necessário o uso de um inversor. Para uma residência a figura mostra o funcionamento destas placas.

Os módulos fotovoltaicos são a unidade principal de um sistema fotovoltaico. São eles que realizaram a conversão da luz solar em corrente elétrica contínua, chegando comercialmente a potências de 5 até 300 W. Sendo necessário a presença de um controlador de carga e descarga de energia.

Os sistemas fotovoltaicos são constituídos pelos seguintes elementos essenciais:

-Painéis de módulos fotovoltaicos de células semicondutoras.

-Baterias, responsáveis para armazenar a energia produzida (nos sistemas fotovoltaicos autônomos).

-Regulador de carga, responsável por evitar uma sobrecarga das baterias (nos sistemas fotovoltaicos autônomos).

-Inversores de corrente, que têm como finalidade a transformação de corrente contínua em corrente alterna, de modo a adaptar as características da corrente gerada às necessidades dos aparelhos eletrodomésticos ou qualquer outro fim que for utilizada.





## Led como fonte de luz e como geração de energia

LEDs: Uma Opção para a Geração Fotovoltaica?



Assim como as células solares, os LEDs são compostos pela junção de dois semicondutores, um tipo P (possui falta de elétrons; também podemos dizer que possui excesso de lacunas ou buracos) e outro tipo N (possui excesso de elétrons).

Para clarear como um semicondutor tipo P ou tipo N são feitos, veja o vídeo, a seguir.

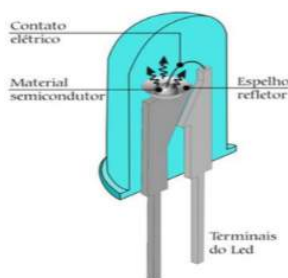


### VÍDEO 4

Os semicondutores tipos P e N.

<https://www.youtube.com/watch?v=-ZBZ3qZ7hOM&t=6s> <Acessado em 01/11/2019>

O LED (sigla em inglês para Diodo Emissor de Luz), aquela “pequena lâmpada” que você encontra em aparelhos de controle remoto e televisões, quando percorrido por uma pequena corrente elétrica (sempre no mesmo sentido), emite uma luz de cor bem definida (essa cor depende da concentração ou do tipo de átomo que é misturado ao semicondutor que é feito o LED para transformá-lo nos tipos P ou N). A figura, ao lado, nos mostra o esquema geral de um LED.



Fonte: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol9/Num1/led/>.

De posse de LEDs de cores diferentes (vermelho, azul e branco) e associando alguns do mesmo tipo (brancos de alto brilho), em série e/ou paralelo, seu professor irá lhe mostrar que um LED também pode funcionar como uma célula solar e o conjunto deles como um painel fotovoltaico.

Vamos fazer alguns testes com o multímetro (tensão e corrente elétrica geradas pelos LEDs, quando atingidos por luz solar ou por uma lâmpada incandescente) e tentar ligar pequenos dispositivos (relógios, calculadoras...) na nossa placa alternativa.

Após os testes, em grupos, responda

(Lembre-se de entregar suas respostas ao professor)



3. Por que um LED é tão eficiente em converter energia elétrica em luz e não o contrário, transformar “luz” em energia elétrica?
4. O espectro de cores que compõe a luz solar (luz branca) são as cores do arco-íris e cada cor possui um valor específico correspondente de energia. Qual LED (vermelho, azul ou branco) seria mais indicado para termos o maior aproveitamento da energia solar para geração de energia fotovoltaica? Explique.





## Atividade experimental

### Roteiro de Atividade Experimental

#### Apresentação

A atividade experimental consiste em desenvolver miniplacas solares fotovoltaicas com materiais simples e de baixo custo, a fim de compreender como se dá a produção de energia elétrica a partir do estudo desses dispositivos.

#### Objetivos

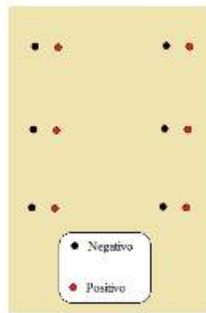
- Construir Miniplacas Solares Fotovoltaicas a partir da utilização de matérias simples, de baixo custo e de fácil aquisição;
- Compreender os diferentes tipos de fenômenos e grandezas associadas ao estudo da Energia Solar e Placas Solares Fotovoltaicas convencionais;
- Medir a capacidade de produção de cada LED, podendo dimensionar circuitos para obtenção de valores aproximados de voltagem e corrente elétrica;
- Compreender a Física como uma ciência natural que está em constante evolução, estudando e descrevendo os fenômenos naturais, na busca por uma sociedade mais justa, desenvolvida e sustentável;
- Apresentar os resultados obtidos (por aluno e/ou grupos de alunos) em gráficos, tabelas e figuras, constando valores médios e porcentagens desses resultados;

#### Materiais

- Um pedaço de papelão pequeno (15 cm x 8 cm);
- Dois pedaços de fios de cobre;
- Uma caneta
- 10 LEDs de alto brilho (transparente);
- Ferro de solda;
- Solda;
- Calculadora de pilha de 1,5 volt;
- Voltímetro;

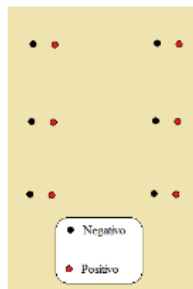
#### Procedimentos

1. Fazer dois furos no papelão para fixação do LED. Os furos podem ser feitos com o próprio LED;
2. Repita o procedimento anterior fazendo duas colunas com três LEDs cada;
3. Conecte cada LED nos seus respectivos lugares mantendo cuidado para não conectá-lo na posição errada. Observe que a parte menor do LED é Negativa enquanto que a parte maior é Positiva, como mostra a figura abaixo.



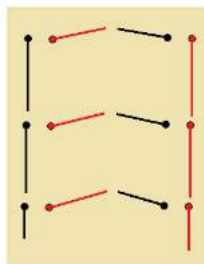
O LED deve ser conectado sempre com a parte maior "positiva" no lado direito do arranjo e parte menor "negativa" no lado esquerdo do arranjo.

Depois de conectado cada LED no seu lugar vamos agora soldar as "pontas" de cada LED girando o papelão e ficando com as conexões do LED para cima.

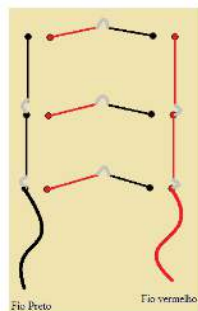


Observe agora que giramos o papelão para o outro lado, afim de soldarmos cada "perna" dos LEDs de forma correta

Dobre as conexões de cada Led para ficar com o arranjo da imagem abaixo;



Solde cada ponto do LED, conectando suas extremidades como mostra o esquema abaixo. Após soldar cada ponto desejado, ficaremos com o seguinte arranjo;



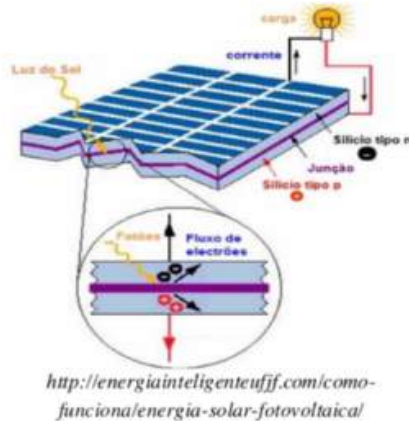
Pronto! A miniplaca solar está concluída. Leve-o ao sol e meça a "voltagem" em seus terminais (fios);

Alguns circuitos podem fornecer voltagens superior a 5 volt. Isso só depende das condições climáticas e da quantidade e qualidade do LED.





## Aprofundando o efeito fotovoltaico

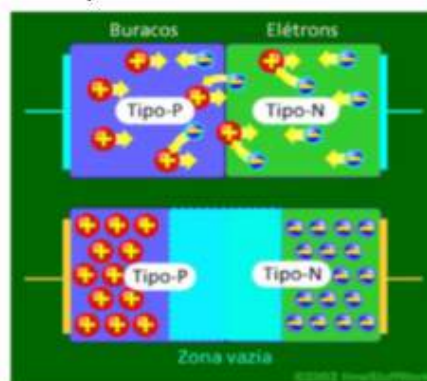


### TEXTO 1

Sabemos que um painel fotovoltaico é constituído pela junção de semicondutores tipo P e tipo N, transformando energia solar diretamente em energia elétrica, através do efeito fotovoltaico (veja a figura abaixo).

Além dos materiais semicondutores, a célula fotovoltaica apresenta dois contatos metálicos, em lados opostos, para fechar o circuito elétrico. O conjunto encontra-se encapsulado entre um vidro e um fundo, essencialmente para evitar a sua degradação com os fatores atmosféricos (vento, chuva, poeira, vapor, etc) e assim manter as condições ideais de operação por dezenas de anos.

O semicondutor está entre um isolante e um condutor elétrico, sendo que ele possui 4 elétrons em sua banda/camada de valência. Já os condutores possuem menos que 4 elétrons na camada de valência (sendo eles fracamente ligados ao núcleo do átomo, também denominados elétrons “livres”) e os isolantes mais que 4 elétrons na banda de valência (sendo eles mais fortemente ligados ao núcleo do átomo). Os dois principais semicondutores existentes são o Germânio e o Silício, sendo esse último o mais comum para a construção de painéis fotovoltaicos.



Ao se unir as duas camadas de semicondutores se têm um movimento inicial de elétrons livres e buracos (veja a figura ao lado), de uma camada para outra, que se reorganizam. Isso dá origem a uma região denominada região de depleção (zona vazia), como mostrado na figura, criando-se uma barreira de potencial elétrico na junção. Mas, por que não são todos os elétrons e buracos que se recombinam? Na recombinação entre os elétrons e buracos, a partir de certo momento, cria-se um campo elétrico na região da junção que passa a impedir que mais elétrons passem da região N para P. Nessa região passamos a ter uma barreira de potencial elétrico que atua como uma montanha, na qual os elétrons do lado P estão mais próximos do alto, possuindo maior facilidade em descer, em direção a N. Porém, os elétrons de N estão no pé da montanha e não conseguem escalá-la, em direção a P.

Quando a luz atinge a junção PN, com uma determinada energia, ela ioniza os átomos, liberando elétrons e criando novos pares de elétrons-buracos. Estes novos elétrons que absorveram energia da luz solar conseguem superar a barreira de potencial, indo para N. Já os buracos vão em direção a P. A isto se dá o nome de efeito fotovoltaico e causa uma maior interrupção da neutralidade elétrica. Se fornecermos um caminho externo para a corrente, os elétrons fluirão através do caminho para o lado P e os buracos irão, pelo caminho externo, para o lado N, como mostra a primeira figura desse texto. Dessa forma temos uma corrente elétrica contínua no circuito formado.

Pense e responda

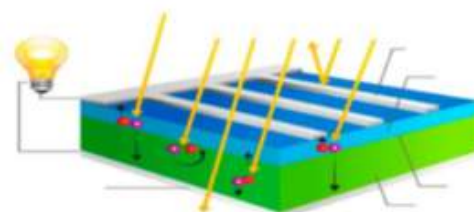
1. Nas frases que se seguem, complete as lacunas.



A) A figura acima nos mostra as bandas de energia para um isolante, um condutor e um semiconductor. Para um elétron passar da banda de \_\_\_\_\_ para a de \_\_\_\_\_ (onde temos a corrente elétrica) ele deve ganhar certa \_\_\_\_\_ para superar a banda de \_\_\_\_\_. Quanto \_\_\_\_\_ for a banda proibida, \_\_\_\_\_ condutor o material será.

B) Podemos fazer uma analogia entre uma pilha comum e uma célula solar. Em ambas temos uma região com concentração de carga \_\_\_\_\_ e outra com concentração de carga \_\_\_\_\_, algo que gera uma \_\_\_\_\_ de potencial \_\_\_\_\_ entre as regiões. Na pilha o que deixa as regiões separadas é uma substância \_\_\_\_\_, já na célula é a região \_\_\_\_\_ criada na junção PN. Portanto, para que possamos usar a \_\_\_\_\_ contida na pilha (ou na célula) devemos criar um caminho para a \_\_\_\_\_ elétrica que será \_\_\_\_\_ no circuito.

2. Observe a figura e complete-a, indicando: as regiões da junção PN; as camadas tipo P e tipo N; os contatos metálicos da célula; onde ocorre o efeito fotovoltaico e qual o sentido da corrente no circuito.



<http://www.strombrasil.com.br/efeito-fotovoltaico/>



## Aula de atividades - sistematização

1. Construa um esboço (desenho ou esquema) de uma micro usina solar e explique cada um dos elementos que ela possui.
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
2. Explique como é o processo de transformação de energia solar em energia elétrica pelas placas fotovoltaicas. (Efeito Fotovoltaico).
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
3. Como poderíamos transformar energia solar em térmica? Principalmente para aquecimento da água.
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
4. Como poderíamos utilizar a energia solar no período da noite?

**5.** Para a construção de placas fotovoltaicas são utilizados quais tipos de materiais?

**6.** Explique o que é junção P-N e o processo de dopagem do semicondutor silício.





## Energia, Potência e Eficiência Energética

### Energia, Potência e Eficiência Energética

Para começar, discuta com seus colegas de grupo.

1. O que significam as palavras energia, potência e eficiência energética?
2. Existe alguma diferença entre potência e energia? E entre potência e eficiência? Anote suas respostas em uma folha e se necessário recorra ao texto, a seguir. Não deixe de fazer também as questões ao final do texto.



### TEXTO 1

Na ciência, energia, potência e eficiência são conceitos mais precisos. Vejamos as diferenças entre eles. Energia não é um conceito simples de definir. É uma quantidade física que está relacionada com a capacidade em produzir transformações, em realizar trabalho. Existem maneiras de calcular esta quantidade e ela se manifesta em muitas diferentes formas – movimento, eletricidade, calor, luz e muitas outras.

O interessante é que essas formas de energia (cinética, elétrica, térmica, radiante, potencial química, potencial gravitacional e tantas outras) são interconvertíveis, ou seja, podem ser comparadas umas às outras e transformadas umas em outras. Outro ponto importante, é que a energia total é conservada nas transformações, ou seja, energia não pode ser criada do nada e não desaparece simplesmente. Ela se converte em outras formas de energia (algumas úteis, outras nem tanto).

Os diversos dispositivos que usamos são aparelhos de conversão de energia. No caso da placa fotovoltaica, ela é um dispositivo que converte energia luminosa em energia elétrica. Acontece que nem todo aparelho conversor é capaz de transformar toda energia disponível na forma de energia desejável.

No caso do painel fotovoltaico, a intenção é transformar toda energia radiante que recebemos do sol em eletricidade, mas não é isso que acontece. A imagem, a seguir, diz que a eficiência deste aparelho, aferida pelo INMETRO, é de 16%. Isso significa que apenas 16% da energia luminosa é convertida em energia elétrica. O que acontece com o restante? Bem, os outros 84% são desperdiçados na forma de calor (a placa se aquece e transfere continuamente calor ao ambiente). O calor gerado nas placas não é utilizado para nada. O ideal seria que a placa convertesse maior quantidade de energia em eletricidade e menos energia em calor. Boa parte das pesquisas nesta área consiste em buscar materiais e tecnologias mais eficientes.

Se formos a um dicionário (ou consultarmos a Wikipédia), vemos que eficiência é uma relação entre o esforço despendido em uma tarefa e os resultados obtidos. Na física e engenharia, este conceito é mais preciso. Falamos em eficiência energética ( $\eta$ ) como sendo a relação entre a energia útil obtida em uma conversão (normalmente designada por trabalho, símbolo  $W$ ), e a energia total fornecida (símbolo  $E$ ). Assim, temos:

$$\eta = \text{Energia Útil} / \text{Energia Total}$$

Mas, quanta energia o sol fornece para nossa placa?

<b>Energia (Elétrica)</b>		MÓDULO FOTOVOLTAICO
Fabricante		WE Brazil
Marca		Schottan
Modelo		STP6-310/72
Mais eficiente		
Menos eficiente		
<b>EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (%)</b>		<b>16,0</b>
Área Externa do Módulo (m <sup>2</sup> )		1,34
Produção Média Mensal de Energia (kWh/mês)		38,75
Potência nas condições Padrão (W)		310
Projetado de Avaliação de Conformidade para Sistemas e Equipamentos para Energia Fotovoltaica		Registro 005 757/2016
Instruções de instalação e recomendações de uso, ver o Manual do usuário		
	PROCEL - PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	
<b>IMPORTANTE: A REMOÇÃO DESTA ETIQUETA ANTES DA VENDA ESTÁ EM DESACORDO COM O CÓDIGO DE DEFESA DO CONSUMIDOR</b>		



Ora, isso depende de quanto tempo a placa ficar exposta ao Sol. Para comparar quantidades de energia fornecida ou utilizada por um aparelho (por exemplo, o consumo de um chuveiro elétrico), costumamos estabelecer um tempo padrão de comparação. O conceito de potência é exatamente isto, energia por tempo. Assim, a potência é a taxa de fornecimento (ou uso) de energia em um determinado intervalo de tempo. Temos:

$$P = \Delta E / \Delta t$$

A unidade mais comum para cálculo de potência é o Watt (símbolo W). É muito comum também expressar o valor em múltiplos, como o quilowatt (kW ou 1000 W). Um Watt é definido como um Joule (unidade padrão de energia) por segundo.

Veja na tabela, a seguir, a potência de alguns aparelhos elétricos de uma residência.

APARELHOS ELÉTRICOS	POTÊNCIA (W)
Chuveiro	5500
Ferro de passar roupa	1200
Lâmpada incandescente	60
Lâmpada fluorescente	15
Lâmpada de LED	7

Pelo que foi dito acima, deduzimos que o Joule é a unidade de medida de energia. Acontece que um Joule é uma unidade muito pequena e, por isso, pouco utilizada para fins práticos. Para ter uma ideia, um Joule é a energia necessária para erguer uma massa de 100 gramas (peso de 1 N) a uma altura de 1 metro. Algo como fazer um brinde com meio copo de cerveja. Muito pouco, não é mesmo?

Voltemos ao painel fotovoltaico. O Sol fornece uma quantidade de energia radiante que atinge a Terra com um valor que varia muito pouco ao longo de um ano, cerca de 1.350 Watt por metro quadrado, na parte mais alta da nossa atmosfera. No entanto, parte desta energia é absorvida pela atmosfera, e temos então cerca de 1.000 Watt por metro quadrado (1000 W/m<sup>2</sup>) que chega à nossa superfície, valor conhecido como constante solar. Este valor se refere ao Sol a pino, ou seja, com o Sol incidindo perpendicularmente sobre a superfície.







Sequência de ensino com enfoque nos

# ARTEFATOS TECNOLÓGICOS





## Sequência de ensino com enfoque nos ARTEFATOS TECNOLÓGICOS

Aluno(a):

Nº:

Turma:

Escola:

Professor(a):

Este material é resultado da pesquisa de mestrado do Me. Ygor Bernardes Santos, sob orientação de Dr. Orlando Gomes de Aguiar Jr, do programa de pesquisa PROMESTRE da Universidade Federal de Minas Gerais.

As atividades do material são fruto de pesquisa em diversas teses e dissertações sobre o tema. As referências completas encontram-se na dissertação do autor.

A reprodução total ou parcial é permitida, desde que citada a autoria.

# Sequência de ensino com enfoque nos ARTEFATOS TECNOLÓGICOS



Pré- teste  
Conhecendo a matriz energética  
Energia solar fotovoltaica  
Para saber mais

1. Defina com poucas palavras o que você entende por ENERGIA.
2. Quando dizemos que um corpo possui energia cinética, o que você entende?
3. Na sua opinião, qual das alternativas abaixo possui maior quantidade de energia?  
A) Hidrelétrica  
B) Usina Nuclear  
C) Sol  
D) Termelétrica  
E) Bomba nuclear
4. Marque com um x quais dos tipos de energia abaixo você conhece circule as que voce já ouviu falar?

Biocombustível	Gás natural	Eólica	Hidráulica
Fotovoltaica	Cinética	Geotérmica	Química
Mecânica	Sonora	Magnética	Marés
Elétrica	Nuclear	Elástica	Solar

5. Escreva um pouco sobre o que você sabe sobre energia fotovoltaica.
6. Atualmente, quais são as principais fontes de energia elétrica do Brasil? Comparado com o mundo, temos uma matriz elétrica mais renovável e limpa?
7. Quais fatores podem determinar as fontes de energia a serem utilizadas por um país? Será possível que tenhamos somente um tipo de fonte de energia elétrica? Explique.
8. O Brasil possui um grande potencial hídrico e também uma alta taxa de insolação diária média. Cite as vantagens e desvantagens em se ter hidrelétricas e/ou usinas fotovoltaicas, tanto em termos ambientais como sociais e econômicos.

## Conhecendo a nossa Matriz Elétrica

Nesta atividade, vamos conhecer um pouco melhor a matriz elétrica do Brasil, as nossas principais fontes de eletricidade e o nosso potencial elétrico.

Para começarmos, discuta e responda com seus colegas de grupo as questões que se seguem. Ao final, entregue suas respostas ao professor. (Veja os vídeos 1 e 2 e leia o texto 1)

- 1.** Atualmente, quais são as principais fontes de energia elétrica do Brasil? Comparado com o mundo, temos uma matriz elétrica mais renovável e limpa?
  
- 2.** Comparando os gráficos do BEN, anos bases de 2005 e 2015, houve mudanças significativas na nossa matriz elétrica? Quais?
  
- 3.** Quais fatores podem determinar as fontes de energia a serem utilizadas por um país? Será possível que tenhamos somente um tipo de fonte de energia elétrica? Explique.

4. O Brasil possui um grande potencial hídrico e também uma alta taxa de insolação diária média. Cite as vantagens e desvantagens em se ter hidrelétricas e/ou usinas fotovoltaicas, tanto em termos ambientais como sociais e econômicos.

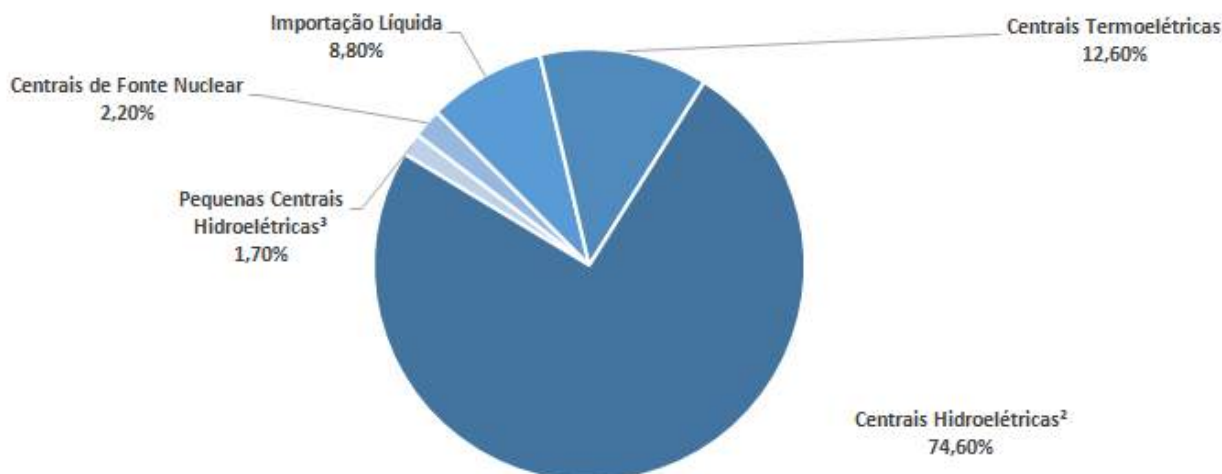


## TEXTO 1

### A Matriz Elétrica do Brasil e o Cenário Mundial

Toda forma de geração de energia elétrica possui pontos positivos e pontos negativos, tanto em termos sociais, ambientais como econômicos. Esses pontos devem ser avaliados de forma que se tenha, ao final, o melhor custo-benefício, a médio e longo prazo, de maneira que se possa decidir pelo melhor investimento.

Historicamente, devido à grande disponibilidade de recursos hídricos, o Brasil optou por um sistema de energia elétrica pautado, basicamente, na construção e uso de usinas hidrelétricas, tanto as de grande porte como, por exemplo, Itaipu, no Sul do país, cuja potência instalada é de 14.000 MW (esse de tipo de hidrelétrica é conhecida como usina com reservatório de regularização, sendo que elas podem armazenar grande quantidade de água, na época das cheias dos rios, sendo sua produção mais constante) como as usinas de fio d'água (usinas que não contêm grandes reservatórios e não produzem de maneira constante, elas oscilam muito a produção, em função de condições climáticas). Os gráficos abaixo nos mostram as principais fontes de energia elétrica utilizadas pelo Brasil, nos anos de 2005 e 2015.



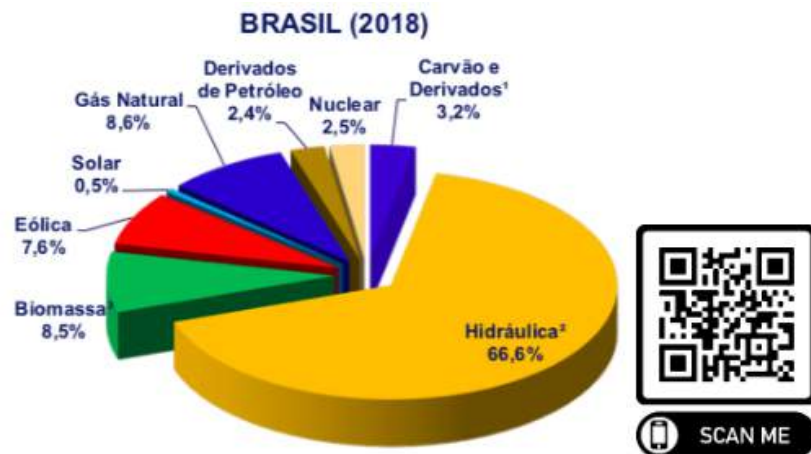
1 Inclui centrais elétricas autoprodutoras.

2 Centrais hidroelétricas são aquelas com potencial superior a 30 MW.

3 Pequenas centrais hidroelétricas são aquelas com potencial igual ou inferior a 30 MW.

4 A importação inclui a parcela paraguaia de Itaipu.

No gráfico anterior do BEN (Balanço Energético Nacional) de 2006, temos a oferta interna de energia elétrica, por fonte, para o Brasil no ano de 2005. O total ofertado naquele ano foi de 442,0 TWh, incluindo autoprodução e importação.

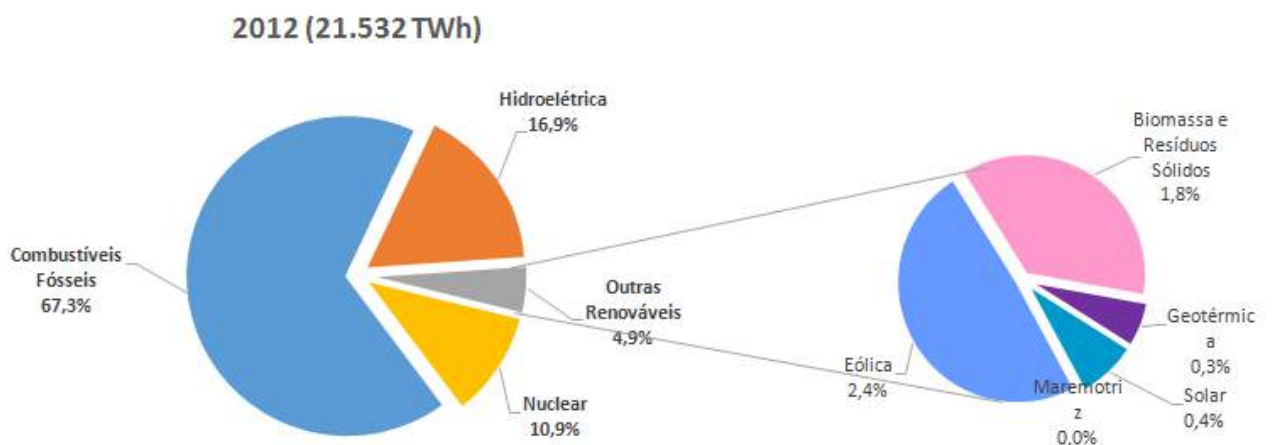


(BEN 2019, ano base 2018 – EPE/Ministério de Minas e Energia)

Segundo o gráfico do BEN de 2019, são apresentadas as principais fontes de energia elétrica do Brasil, em 2015, incluindo importação e autoprodução. O total ofertado naquele ano foi de 615,9 TWh.

Ainda hoje, segundo dados do Anuário Estatístico de Energia Elétrica, ano 2016, do Ministério de Minas e Energia (MME) do Brasil, o nosso país é o segundo maior produtor de energia elétrica do mundo, por meio do uso de hidrelétricas, só perdendo para a China (em 2012, a geração hidrelétrica da China correspondeu a 23,5% do valor mundial, enquanto que o Brasil foi responsável por 11,3% dessa geração).

Em termos mundiais, o gráfico que se segue nos fornece um panorama da geração de energia elétrica por fonte, no ano de 2012.



Fonte: U.S Energy Information Administration, Elaboração EPE, 2016.



Em relação ao uso de energia solar para transformação direta em energia elétrica, através de painéis fotovoltaicos, estamos ainda engatinhando, mesmo com o vasto potencial que temos, devido a posição geográfica privilegiada do nosso país que nos propicia grande quantidade de radiação solar diariamente. Segundo dados da Empresa de Pesquisa Energética do Brasil (EPE), no panorama mundial do ano de 2012, nós nem mesmo aparecíamos no ranking mundial como um país que faz uso de energia fotovoltaica.

(Fonte: Carlos Eduardo)



### VÍDEO 1

Conheça Belo Monte

<https://www.youtube.com/watch?v=Lpf9cDpx-gl>



### VÍDEO 2

Construção de uma usina fotovoltaica na cidade de Pirapora – Nesse vídeo institucional são mostrados apenas os aspectos positivos do empreendimento.



<https://www.youtube.com/watch?v=qJ12BL8bL2M> <Acessado em 09/06/2017>  
<https://youtu.be/ODi8VbWAla4> <Acessado em 24/10/2019>



### VÍDEO 3

O Brasil terá mais de 100 usinas de energia solar em operação até o final do ano

<https://youtu.be/CDees5ioA1g> <Acessado em 24/10/2019>

## Para aprender mais



Vários fatores devem ser levados em consideração quando do dimensionamento de um sistema elétrico, sendo um desses fatores o horário de pico ou horário de ponta (horário onde se consome mais energia elétrica, estando, no nosso caso, entre 18 e 21 horas), fundamental para que o sistema atinja o seu objetivo principal, o de manter todos os consumidores abastecidos.



Outro fator importante é que o armazenamento de energia elétrica é algo extremamente complexo, dispendioso e ineficiente para os meios atuais, sendo feito basicamente por meio de baterias. Dessa forma, a energia necessária a ser disponibilizada para os consumidores, embora possua variações ao longo do dia, está relacionada diretamente com o horário de pico.

Segundo o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) e a ANEEL, o horário brasileiro de verão (que se inicia normalmente no mês de Outubro), reduz a demanda de energia elétrica do horário de pico. No entanto, nesse período, as nossas usinas termoeletricas são mais acionadas, devido os baixos níveis dos reservatórios de água das hidrelétricas, nossa principal fonte de energia elétrica, que sofrem com a estiagem de chuvas no inverno e primavera.

1. O uso sistemático de painéis fotovoltaicos pode contribuir para a demanda de energia elétrica no horário de ponta (de pico)? Isso pode ser mais efetivo no horário brasileiro de verão? Explique.

2. Como o uso de painéis solares pode reduzir impactos negativos no meio ambiente durante o nosso horário de verão? (Pense em termos do uso de termoeletricas)

#### Atividade para o final

Monte um grupo, você deverá fazer pesquisa sobre projetos de aproveitamento de energia solar. Cada grupo será responsável por um tipo de projeto. O grupo deve preparar um pequeno relatório com e uma breve apresentação (cerca de 10 min) para toda turma e professor. A apresentação e entrega dos trabalhos será no dia \_\_\_\_/\_\_\_\_.

A apresentação será livre e o grupo poderá utilizar slides (PowerPoint), vídeos e/ou cartazes. Os temas que deverão ser abordados pelos grupos são:

Grupo 1. Projeto fotovoltaico residencial;

Grupo 2. Projeto fotovoltaico em comunidade rural sem acesso à rede elétrica;

Grupo 3. Projeto fotovoltaico em construções esportivas;

Grupo 4. Projeto fotovoltaico para iluminação pública (ruas, vias e avenidas);

Grupo 5. Projeto de uma usina fotovoltaica de médio ou grande porte;

Grupo 6. Projeto de uma usina heliotérmica (termossolar ou concentrada);

Grupo 7. Projeto de energia solar para aquecimento de água.

Na apresentação e no relato escrito vocês deverão responder as seguintes questões:

1. Em que lugar o projeto está sendo implementado ou desenvolvido?
2. Qual o principal objetivo do projeto?
3. Qual a relevância do projeto em termos ambientais, econômicos e sociais?
4. Quais são os dados técnicos do projeto (potência do sistema, economia estimada de energia elétrica, entre outros)?





O que é energia?  
Potência, corrente, tensão.  
O sistema fotovoltaico.

1. Defina energia

2. Defina corrente elétrica

3. Qual a diferença entre tensão e potência elétrica?

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

- A) 6 horas
- B) 5 horas
- C) 4 horas
- D) 3 horas

5. (PUC RS) Um automóvel possui uma bateria de 12V de força eletromotriz. Quando a chave de ignição do automóvel é acionada, a bateria fornece uma corrente elétrica de 60A, durante 2s, ao motor de arranque. A energia fornecida pela bateria, em joules, é de
- A) 360
  - B) 720
  - C) 1000
  - D) 1440
  - E) 2000
6. (UFMG) A conta de luz apresentada pela companhia de energia elétrica a uma residência de cinco pessoas, referente a um período de 30 dias, indicou um consumo de 300 kWh. A potência média utilizada por pessoa, nesse período, foi de:
- A) 6 W
  - B) 13 W
  - C) 60W
  - D) 83 W
  - E) 100 W



## Sistema fotovoltaico

A geração de energia elétrica tendo o sol como fonte pode ser obtida de forma direta ou indireta. A forma direta acontece por meio de sistemas fotovoltaicos. Os sistemas fotovoltaicos destinados à geração de eletricidade é um conjunto de componentes (células fotovoltaicas, baterias, condutores elétricos, controlador de carga e inversor) montados de tal maneira que, permite a transformação direta da energia solar em energia elétrica.

A luz solar é aplicada à uma célula fotovoltaica, interface de transformação da energia solar em energia elétrica. Este fenômeno ocorre em função de um processo fotoquímico. Os fótons contidos na luz solar são transformados em energia elétrica. As células fotovoltaicas, geralmente são feitas de silício, um dos elementos mais abundantes e baratos encontrado na natureza.

As células fotovoltaicas, dispostas em painéis solares, foram usadas como fonte de energia elétrica nos primeiros satélites espaciais. Em função da procura por fontes alternativas e renováveis para geração de energia elétrica, as células fotovoltaicas surgem como uma opção interessante, viável e confiável para esta finalidade. A energia gerada por estes sistemas apresenta clara vantagem sobre outras fontes alternativas.

A eletricidade obtida a partir destes módulos pode ser usada em qualquer lugar e os sistemas são dimensionados em função da necessidade energética para o qual irão servir. Atualmente a legislação permite a venda da energia excedente destes sistemas para a concessionária local de energia elétrica.

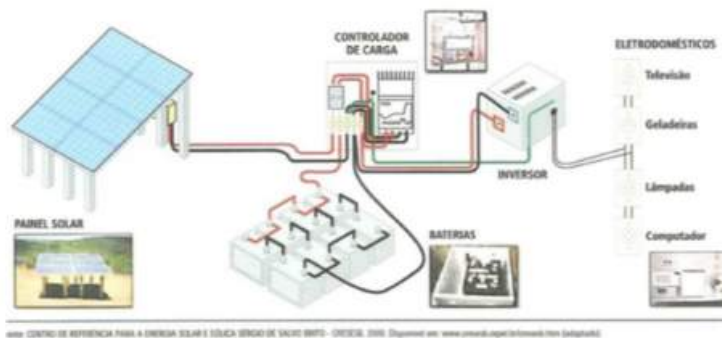


Figura 9 - Esquema de um Sistema Fotovoltaico.  
 Fonte: Centro de Referência para a Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito (CRESESB, 2000).

É evidente que, as necessidades energéticas de um país são diretamente proporcionais ao seu grau de industrialização e desenvolvimento. Assim, os países altamente industrializados são grandes consumidores de energia e precisam aumentar seus recursos energéticos constantemente para suprir suas necessidades.

Em geral, esse alto consumo é suprido com a utilização de diversas fontes de energia adicionadas à matriz energética principal. Esta necessidade mundial de energia aumenta à medida, em que, os países menos desenvolvidos procuram alavancar suas economias.

A enorme participação das fontes não-renováveis na oferta mundial de energia coloca a sociedade contemporânea e a economia diante de um desafio, a busca por novas fontes de energia. É isso não pode demorar a ocorrer, sob o risco de o mundo, literalmente, entrar em colapso, pelo menos se for mantido o atual modelo de desenvolvimento, em que os combustíveis fósseis têm uma importância vital. Portanto as fontes renováveis e menos poluidoras surgem como alternativas econômicas e ecologicamente corretas para uma possível solução deste problema.

É de fundamental importância que o século XXI não tenha uma fonte de energia predominante, como ocorreu no século XIX em relação ao carvão e no século XX com o petróleo. Devem coabitar diversas fontes de energia, principalmente as renováveis e menos poluidoras. Há diversas fontes alternativas de energia disponíveis, que requerem a necessidade de um maior desenvolvimento tecnológico para que possam vir a serem viáveis e rentáveis e consequentemente utilizadas em maior escala.

Tendo em vista os diversos processos geradores de energia, nosso objetivo é mostrar alguns destes sistemas. Daremos ênfase aos processos de obtenção energética de maneira renovável e menos poluente. Todo processo para a obtenção de energia tem seu respectivo custo financeiro agregado aos seus impactos ambientais em função da quantidade de energia produzida. Em cada região, o modo escolhido para o aproveitamento do potencial energético local deve ser analisado de forma sistemática, pois é preciso definir o modelo menos agressivo ao meio ambiente. As características do lugar, como relevo, clima, fauna e flora que constituem o ecossistema local devem sofrer o menor impacto possível. A preservação ambiental aliada ao desenvolvimento consciente mostra que é possível existir um ponto comum entre ecologia e economia.



## Energia, Potência e Eficiência Energética

### Energia, Potência e Eficiência Energética

Para começar, discuta com seus colegas de grupo.

1. O que significam as palavras energia, potência e eficiência energética?
2. Existe alguma diferença entre potência e energia? E entre potência e eficiência? Anote suas respostas em uma folha e se necessário recorra ao texto, a seguir. Não deixe de fazer também as questões ao final do texto.



### TEXTO 2

Na ciência, energia, potência e eficiência são conceitos mais precisos. Vejamos as diferenças entre eles. Energia não é um conceito simples de definir. É uma quantidade física que está relacionada com a capacidade em produzir transformações, em realizar trabalho. Existem maneiras de calcular esta quantidade e ela se manifesta em muitas diferentes formas – movimento, eletricidade, calor, luz e muitas outras.

O interessante é que essas formas de energia (cinética, elétrica, térmica, radiante, potencial química, potencial gravitacional e tantas outras) são interconvertíveis, ou seja, podem ser comparadas umas às outras e transformadas umas em outras. Outro ponto importante, é que a energia total é conservada nas transformações, ou seja, energia não pode ser criada do nada e não desaparece simplesmente. Ela se converte em outras formas de energia (algumas úteis, outras nem tanto).

Os diversos dispositivos que usamos são aparelhos de conversão de energia. No caso da placa fotovoltaica, ela é um dispositivo que converte energia luminosa em energia elétrica. Acontece que nem todo aparelho conversor é capaz de transformar toda energia disponível na forma de energia desejável.

No caso do painel fotovoltaico, a intenção é transformar toda energia radiante que recebemos do sol em eletricidade, mas não é isso que acontece. A imagem, a seguir, diz que a eficiência deste aparelho, aferida pelo INMETRO, é de 16%. Isso significa que apenas 16% da energia luminosa é convertida em energia elétrica. O que acontece com o restante? Bem, os outros 84% são desperdiçados na forma de calor (a placa se aquece e transfere continuamente calor ao ambiente). O calor gerado nas placas não é utilizado para nada. O ideal seria que a placa convertesse maior quantidade de energia em eletricidade e menos energia em calor. Boa parte das pesquisas nesta área consiste em buscar materiais e tecnologias mais eficientes.

Se formos a um dicionário (ou consultarmos a Wikipédia), vemos que eficiência é uma relação entre o esforço despendido em uma tarefa e os resultados obtidos. Na física e engenharia, este conceito é mais preciso. Falamos em eficiência energética ( $\eta$ ) como sendo a relação entre a energia útil obtida em uma conversão (normalmente designada por trabalho, símbolo  $W$ ), e a energia total fornecida (símbolo  $E$ ). Assim, temos:

$$\eta = \text{Energia Útil} / \text{Energia Total}$$

Mas, quanta energia o sol fornece para nossa placa?

<b>Energia (Elétrica)</b>		MÓDULO FOTOVOLTAICO
Fabricante		WE Brazil
Marca		Schottan
Modelo		STP6-310/72
Mais eficiente		<b>A</b>
Menos eficiente		
<b>EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (%)</b>		<b>16,0</b>
Área Externa do Módulo (m <sup>2</sup> )		1,34
Produção Média Mensal de Energia (kWh/mês)		38,75
Potência nas condições Padrão (W)		310
Projeto de Avaliação de Conformidade para Sistemas e Equipamentos para Energia Fotovoltaica		Registro 005 757/2016
Instruções de instalação e recomendações de uso, ver o Manual do usuário		
	PROCEL - PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	
<b>IMPORTANTE: A REMOÇÃO DESTA ETIQUETA ANTES DA VENDA ESTÁ EM DESACORDO COM O CÓDIGO DE DEFESA DO CONSUMIDOR</b>		



Ora, isso depende de quanto tempo a placa ficar exposta ao Sol. Para comparar quantidades de energia fornecida ou utilizada por um aparelho (por exemplo, o consumo de um chuveiro elétrico), costumamos estabelecer um tempo padrão de comparação. O conceito de potência é exatamente isto, energia por tempo. Assim, a potência é a taxa de fornecimento (ou uso) de energia em um determinado intervalo de tempo. Temos:

$$P = \Delta E / \Delta t$$

A unidade mais comum para cálculo de potência é o Watt (símbolo W). É muito comum também expressar o valor em múltiplos, como o quilowatt (kW ou 1000 W). Um Watt é definido como um Joule (unidade padrão de energia) por segundo.

Veja na tabela, a seguir, a potência de alguns aparelhos elétricos de uma residência.

APARELHOS ELÉTRICOS	POTÊNCIA (W)
Chuveiro	5500
Ferro de passar roupa	1200
Lâmpada incandescente	60
Lâmpada fluorescente	15
Lâmpada de LED	7

Pelo que foi dito acima, deduzimos que o Joule é a unidade de medida de energia. Acontece que um Joule é uma unidade muito pequena e, por isso, pouco utilizada para fins práticos. Para ter uma ideia, um Joule é a energia necessária para erguer uma massa de 100 gramas (peso de 1 N) a uma altura de 1 metro. Algo como fazer um brinde com meio copo de cerveja. Muito pouco, não é mesmo?

Voltemos ao painel fotovoltaico. O Sol fornece uma quantidade de energia radiante que atinge a Terra com um valor que varia muito pouco ao longo de um ano, cerca de 1.350 Watt por metro quadrado, na parte mais alta da nossa atmosfera. No entanto, parte desta energia é absorvida pela atmosfera, e temos então cerca de 1.000 Watt por metro quadrado (1000 W/m<sup>2</sup>) que chega à nossa superfície, valor conhecido como constante solar. Este valor se refere ao Sol a pino, ou seja, com o Sol incidindo perpendicularmente sobre a superfície.



Pense e responda:

1. Consultando a tabela do texto 1, é possível que a lâmpada de LED tenha consumido, ao final do mês, mais energia do que o chuveiro? Será que o chuveiro é mais eficiente que a lâmpada incandescente?
  
2. Nas contas de energia, o valor consumido costuma ser expresso em outra unidade diferente do Joule, o quilowatt-hora (kWh). O que isso significa? Você saberia estimar o custo mensal de um banho diário de 15 min em um chuveiro que tem potência de 5000 W (5 kW), sabendo que 1 kWh custa cerca de R\$ 0,70?





## Da célula solar fotovoltaica ao painel solar passando pelo efeito

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

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



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

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

A utilização da fonte solar para gerar energia elétrica proporciona diversos benefícios tanto do ponto de vista elétrico como ambiental e socioeconômico (ABSOLAR, 2016).

Do ponto de vista elétrico, ela contribui para diversificação da matriz, aumento da segurança no fornecimento, redução de perdas e alívio de transformadores e alimentadores. Sob o aspecto ambiental, há a redução da emissão de gases do efeito estufa, da emissão de materiais particulados e do uso de água para geração de energia elétrica. Com relação a benefícios socioeconômicos, a geração de energia solar fotovoltaica contribui com a geração de empregos locais, o aumento da arrecadação e o aumento de investimentos (ABSOLAR, 2016).

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

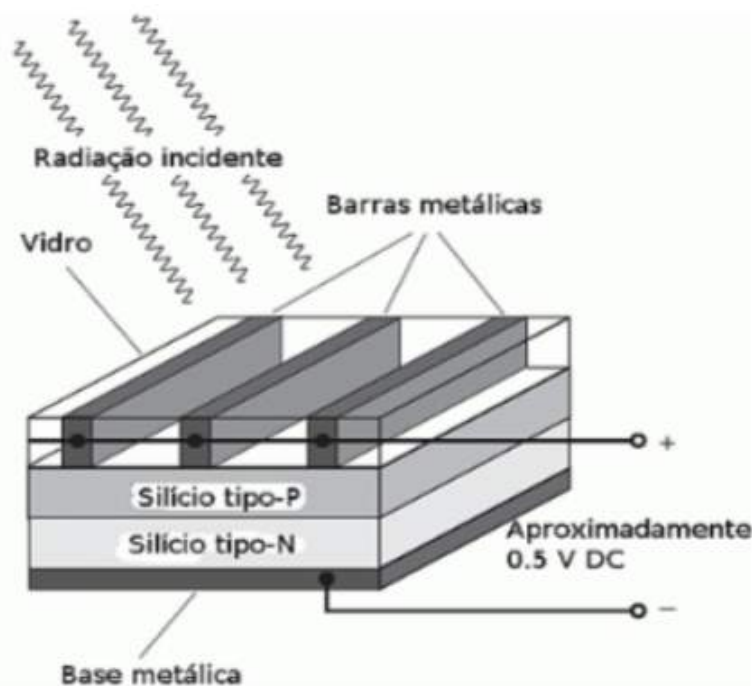


Figura 3.4 - Composição de uma célula fotovoltaica.  
Fonte: Site Profelectro<sup>8</sup>

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

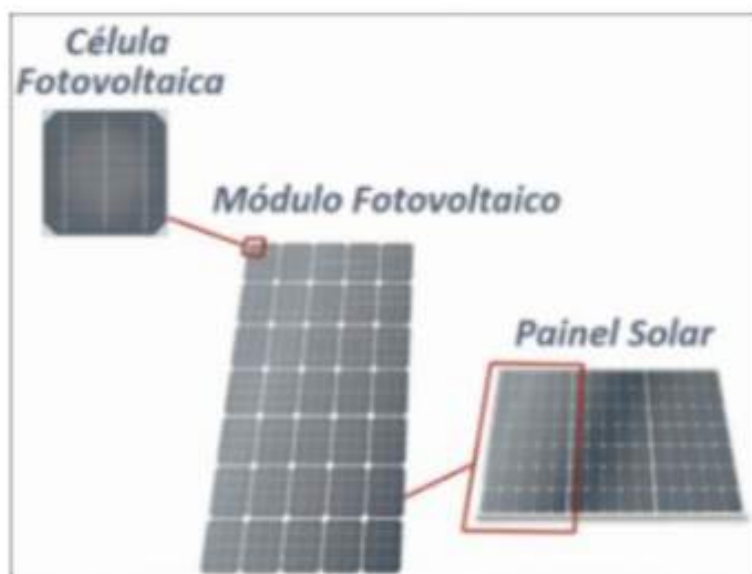


Figura 3.5 – Hierarquia fotovoltaica.  
Fonte: LEVA, SALERNO, CAMACHO, 2004.

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





## Dimensionando um Projeto de Energia Solar I: Estimando alguns valores para o nosso sistema fotovoltaico

Considere que, para o projeto de Energia Solar na Escola, iremos utilizar a placa fotovoltaica que tem os dados técnicos reproduzidos na figura ao lado (selo do INMETRO).

Para tal, em seu grupo, responda as seguintes questões, com base nas características técnicas apresentadas. Prepare-se para apresentar seus resultados e discutir qual é a melhor solução para o problema com toda a classe.

<b>Energia (Elétrica)</b>		MÓDULO FOTOVOLTAICO
Fabricante		WE Brazil
Marca		Schuffen
Modelo		STPS-310/72
Mais eficiente		
Menos eficiente		
<b>EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (%)</b>		<b>16,0</b>
Área Externa do Módulo (m <sup>2</sup> )		1,94
Produção Média Mensal de Energia (kWh/mês)		38,75
Potência nas condições Padrão (W)		310
Requisitos de Avaliação de Conformidade para Sistemas e Equipamentos para Energia Fotovoltaica		Registro 005-757/2018
Instruções de instalação e recomendações de uso, veja o Manual do usuário.		
<b>PROCEL</b> PROGRAMA NACIONAL DE COOPERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA		
<b>IMPORTANTE: A REMOÇÃO DESTA ETIQUETA ANTES DA VENDA ESTÁ EM DESACORDO COM O CÓDIGO DE DEFESA DO CONSUMIDOR</b>		

(Fonte: Carlos Eduardo)

Consultando a conta de energia elétrica da nossa escola (colocar abaixo), determine qual será o consumo médio de energia por dia (kWh/dia) dela.



1. Uma informação importante: O valor de potência da placa fotovoltaica medido pelo INMETRO corresponde às condições padrão, em que o equipamento é instalado em um laboratório climatizado com temperatura constante de 25°C. No entanto, em condições normais, as placas colocadas ao Sol atingem temperaturas muito mais altas, com perda de cerca de 20% em seu rendimento (ou eficiência). Assim, os valores de potência e energia fornecidos pela placa devem ser multiplicados por um fator 0,80. Explique a razão desse procedimento.
2. Com os dados fornecidos, determine o número de placas fotovoltaicas, como aquela do selo do INMETRO, necessárias para as necessidades de consumo da escola. Mostre seus cálculos e explique o que vocês consideraram para o resultado apresentado.

## Parte II: Usando um simulador fotovoltaico



Ainda utilizando os dados da conta de luz da nossa escola, vamos fazer uma estimativa do quanto de energia um sistema fotovoltaico precisaria gerar para conseguir suprir a nossa demanda elétrica. Para isso, entre no link, a seguir, <http://www.americadosol.org/simulador/> e faça uma simulação de um possível sistema para a escola.

Para iniciar, você deverá colocar sua localização (cidade) e tipo de consumidor que consta na conta de energia (mono, bi ou trifásico). Daí, você irá acrescentar os dados, relativos ao consumo de energia elétrica, contidos na conta de luz da escola.

Com base no simulador, responda:

1. Qual a o valor e a unidade de potência que aparece no simulador para o seu sistema? O que representa essa unidade?

2. Qual é a área média ocupada pelo seu sistema fotovoltaico, de acordo com a simulação? Será que em sua casa você conseguiria ter essa área disponível numa localização adequada para o sistema? Onde?

3. Qual será a provável economia de energia elétrica anual, pela sua casa, de acordo com o simulador? Isso representaria, aproximadamente, quanto em termos financeiros? (Dica: considerar o preço do kWh da conta de energia)

4. Qual a melhor inclinação para os painéis, de acordo com o simulador?



## Auto Geração de Energia Elétrica – Geração Distribuída

Dando continuidade, no Brasil, desde 2012, podemos gerar a nossa própria energia elétrica e “vender” seu excedente para o sistema nacional elétrico. A esse tipo de geração dá-se o nome de auto produção de energia ou geração distribuída de energia.

O termo auto produção remete ao fato de que cada consumidor (residencial, comercial ou industrial) pode gerar parte da energia que consome. Já o termo “distribuída” remete ao fato de que teremos nesse sistema um número muito grande de microusinas interligadas e próximas aos centros consumidores, em lugar de um modelo centralizado que funciona com poucas usinas de grande porte, distantes centenas ou milhares de quilômetros dos consumidores. Veja os vídeos:



### VÍDEO 4

Reportagem sobre a geração de energia distribuída

<https://youtu.be/2jkyJoi-DZU> <Acessado em 01/11/19>



### VÍDEO 5

Reportagem: instalação de um sistema fotovoltaico numa escola pública

<http://g1.globo.com/minas-gerais/triangulo-mineiro/noticia/2016/04/uso-de-energia-solar-gera-economia-de-r-20-mil-em-escola-de-uberlandia.html> <Acessado em 01/11/2019>

Pelo que podemos ver, em ambos os vídeos, existe uma possibilidade de você gerar sua própria energia elétrica, em sua casa ou escola.

Para podermos refletir um pouco sobre essa possibilidade e quais seus possíveis impactos na sua vida e das pessoas próximas a você, vamos agora discutir algumas questões.

Discuta em seu grupo e responda:

1. Será que em nossa escola é possível e viável desenvolver um projeto semelhante ao que foi desenvolvido na escola de Uberlândia? O que poderíamos fazer para isto?





# Aula 7

## Eletricidade, Política e Sociedade



### TEXTO 3

#### Energia Elétrica, um Bem Social?

A energia é uma grandeza especial que pode se manifestar numa grande variedade de formas (se transformando de uma forma em outra), mas tendo sua quantidade total sempre conservada num fenômeno ou processo. O fato da energia total sempre se conservar, poderia nos levar a acreditar que não precisamos “economizar” energia. Ocorre, porém, que existe um limite para nossa capacidade de controlar as transformações de energia, de maneira a obter a energia necessária para fazer funcionar máquinas ou sistemas utilizados nas atividades humanas.

Atualmente, a manifestação da energia que podemos controlar mais facilmente é a energia elétrica. Existem várias fontes para essa forma tão especial de energia (a partir da força dos ventos, marés, energia solar, força das águas, geotérmica, derivados de petróleo, biomassa, nuclear, entre outros). No caso brasileiro, a obtenção de energia elétrica é feita, predominantemente, por meio de usinas hidrelétricas.

Todos nós, todos os dias, necessitamos de uma forma muito especial de energia, a eletricidade. Seja para acionarmos eletrodomésticos e eletroeletrônicos, no comércio ou na indústria para produção dos bens de consumo. Podemos dizer que a energia elétrica é um bem imprescindível para a nossa sociedade, para a dignidade humana. Portanto, é fundamental que tenhamos um planejamento e um controle efetivo sobre o nosso sistema elétrico, de forma que não corramos o risco da falta dessa forma de energia.

Durante os anos de 2001 e 2002, no governo do então Presidente Fernando Henrique Cardoso (1995-2003), pelo PSDB, o Brasil viveu uma grave crise elétrica. Essa crise ficou conhecida como “Apagão” e os brasileiros, sobretudo os consumidores comuns (residenciais), tiveram que racionar energia elétrica de forma drástica e obrigatória (no mínimo 20% do consumo mensal), em função de eventuais sanções e punições (sobretaxa do valor da energia elétrica consumida que atingia valores de até 200% da conta e até mesmo o corte da “luz”) que eles poderiam vir a sofrer ao exceder certo limite de consumo elétrico.

O “Apagão” aconteceu, segundo especialistas, principalmente pela falta de investimentos no setor de energia elétrica (tanto nos setores de geração como transmissão de eletricidade), por parte do governo federal. O governo instituiu um processo de “enxugamento” da máquina pública, onde empresas estatais (como parte daquelas de geração e distribuição de energia elétrica) foram privatizadas, algo que colocou parte da nossa riqueza nas mãos de grandes empresas e banqueiros. Associado a isso, houve um grande período de estiagem de chuvas que levou o nível das principais represas das hidrelétricas do país a um nível muito baixo, reduzindo drasticamente a geração de eletricidade. Como não havia linhas de transmissão suficientes para interligar as regiões do país onde se tinha energia com sobra, as regiões que sofriam com a estiagem, ficaram sem a energia necessária.

Recentemente, neste ano de 2017, Michel Temer (PMDB) decidiu leiloar quatro usinas hidrelétricas de Minas Gerais (seguindo um modelo que já vimos que não é o melhor para a população, pois ele retira os bens do povo e repassa-os para empresas e bancos). Juntas as usinas produzem quase metade de toda energia elétrica gerada em Minas. O preço fixado para a venda das usinas é de R\$ 11 bilhões, o que equivale ao custo de sua construção, a partir do zero, dessas usinas. Em outras palavras, o leilão foi planejado como se já não houvessem as barragens, os equipamentos e instalações hoje em operação. A princípio isso poderia parecer uma vantagem com mais dinheiro entrando para os “cofres públicos”. No entanto, o processo está orientado para fazer algo muito ruim: transferir dinheiro da população para grandes empresas e bancos. Leia o próximo parágrafo e entenda por que.

Nas últimas quatro décadas, o custo da construção das quatro usinas que Temer pretende leiloar já foi completamente pago pela população, por meio da quitação das contas de luz. Ainda assim, as empresas que comprarem as usinas vão poder cobrar do povo cada centavo dos R\$ 11 bilhões que irão investir na compra das hidrelétricas. Todo o dinheiro vai sair das contas de luz! Se quisesse, o presidente Michel Temer poderia manter as usinas sob o controle da Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG) e o povo não teria de pagar pela construção de usinas que já estão instaladas!

Sabemos que a energia elétrica é algo essencial para a nossa sociedade atual, sendo algo indispensável para a dignidade humana. Tanto que a conta de luz que pagamos para a CEMIG é, formalmente, chamada de “Tarifa Social de Energia Elétrica”, tal como aparece inscrito no alto da Nota Fiscal da “Conta de Energia Elétrica”. (detalhes em: [https://www.cemig.com.br/pt-br/atendimento/Paginas/tarifa\\_social.aspx](https://www.cemig.com.br/pt-br/atendimento/Paginas/tarifa_social.aspx)). Visto que o governo federal pretende vender quatro usinas de Minas Gerais, em um processo capaz de aumentar nossa conta de luz em até três vezes em relação ao valor atual, onde já pagamos uma das maiores contas de luz do planeta, o governo Temer, quer nos fazer pagar um valor ainda mais abusivo por um bem sem o qual não podemos viver, dignamente, na atualidade: a energia elétrica

(Adaptado de <https://drive.google.com/file/d/OB-YAMwiFuWzdTGRzRmtzSnlfVEO/view>)

Em grupo, pense e responda

(Prepare-se para debater essas questões com seus colegas de turma e não se esqueça de entregar suas respostas ao professor)

1. Será que a conta de luz é, realmente, uma tarifa social ou é, principalmente, um instrumento de transferência de dinheiro da população para grandes bancos e grandes empresas que são propriedades do 1% mais rico da população? Como o uso de sistemas fotovoltaicos distribuídos poderia beneficiar a população?

(Adaptado de <https://drive.google.com/file/d/OB-YAMwiFuWzdTGRzRmtzSnlfVEO/view>)



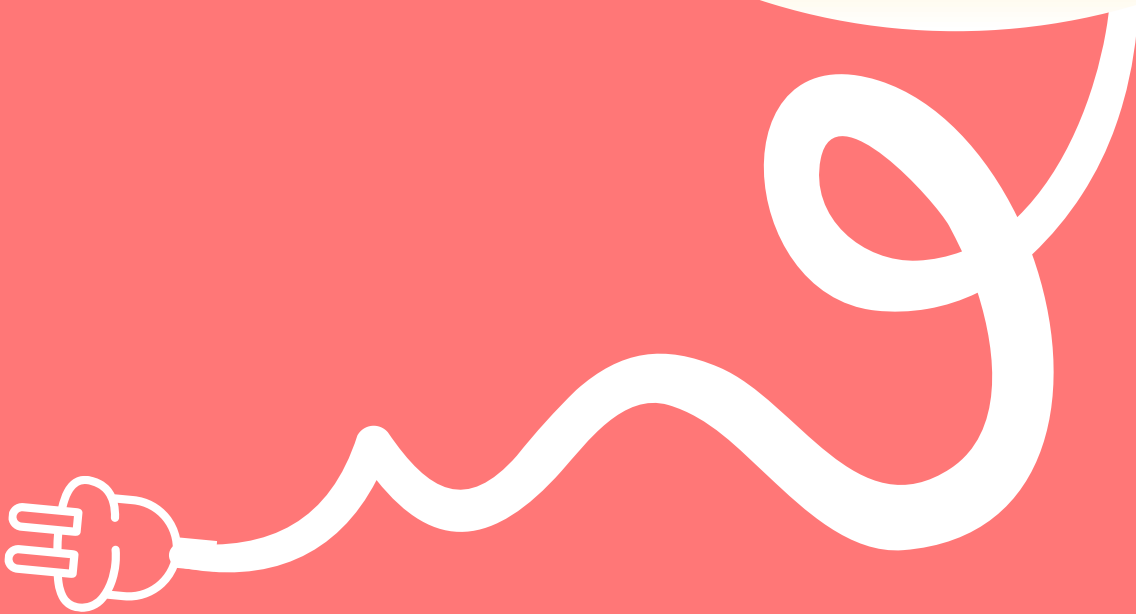
2. Para não termos novos “apagões”, algo que prejudica tanto o cotidiano das pessoas como a economia do nosso país, devemos ter uma matriz elétrica mais diversificada. Essa matriz também deve estar conectada entre todas as regiões do país. Nesse sentido, os sistemas fotovoltaicos distribuídos (conectados a rede) poderiam ser um grande trunfo. Mas, por que o uso da energia fotovoltaica no Brasil é tão tímido? Quais medidas seriam importantes para que o uso de painéis solares fosse algo mais efetivo no nosso país? Quem seriam os responsáveis pela criação dessas medidas? Qual sua participação nesse processo?



3. Você acha justo que o governo federal venda usinas hidrelétricas pagas com o dinheiro do povo mineiro? O que a população pode fazer a esse respeito? Compare sua opinião sobre o tema com a opinião de outras pessoas que gravaram vídeos se posicionando contra o leilão e a venda das usinas disponíveis no site <https://energiaenossamg.wixsite.com/energiaenossamg>.

Sequência de ensino com enfoque em CTSA

**CIÊNCIA  
TECNOLOGIA  
SOCIEDADE  
AMBIENTE**





Sequência de ensino com enfoque em CTSA

**CIÊNCIA**    **TECNOLOGIA**  
**SOCIEDADE**    **AMBIENTE**

Aluno(a):

Nº:

Turma:

Escola:

Professor(a):

Este material é resultado da pesquisa de mestrado do Me. Ygor Bernardes Santos, sob orientação de Dr. Orlando Gomes de Aguiar Jr, do programa de pesquisa PROMESTRE da Universidade Federal de Minas Gerais.

As atividades do material são fruto de pesquisa em diversas teses e dissertações sobre o tema. As referências completas encontram-se na dissertação do autor.

A reprodução total ou parcial é permitida, desde que citada a autoria.

# Sequência de ensino com enfoque em CTSA

Atividades para a dimensão de CTSA:



## Conhecendo a nossa Matriz Elétrica

Nesta atividade, vamos conhecer um pouco melhor a matriz elétrica do Brasil, as nossas principais fontes de eletricidade e o nosso potencial elétrico.

Para começarmos, discuta e responda com seus colegas de grupo as questões que se seguem. Ao final, entregue suas respostas ao professor. (Veja os vídeos 1 e 2 e leia o texto 1)

1. Atualmente, quais são as principais fontes de energia elétrica do Brasil? Comparado com o mundo, temos uma matriz elétrica mais renovável e limpa?
2. Comparando os gráficos do BEN, anos bases de 2005 e 2015, houve mudanças significativas na nossa matriz elétrica? Quais?
3. Quais fatores podem determinar as fontes de energia a serem utilizadas por um país? Será possível que tenhamos somente um tipo de fonte de energia elétrica? Explique.

4. O Brasil possui um grande potencial hídrico e também uma alta taxa de insolação diária média. Cite as vantagens e desvantagens em se ter hidrelétricas e/ou usinas fotovoltaicas, tanto em termos ambientais como sociais e econômicos.

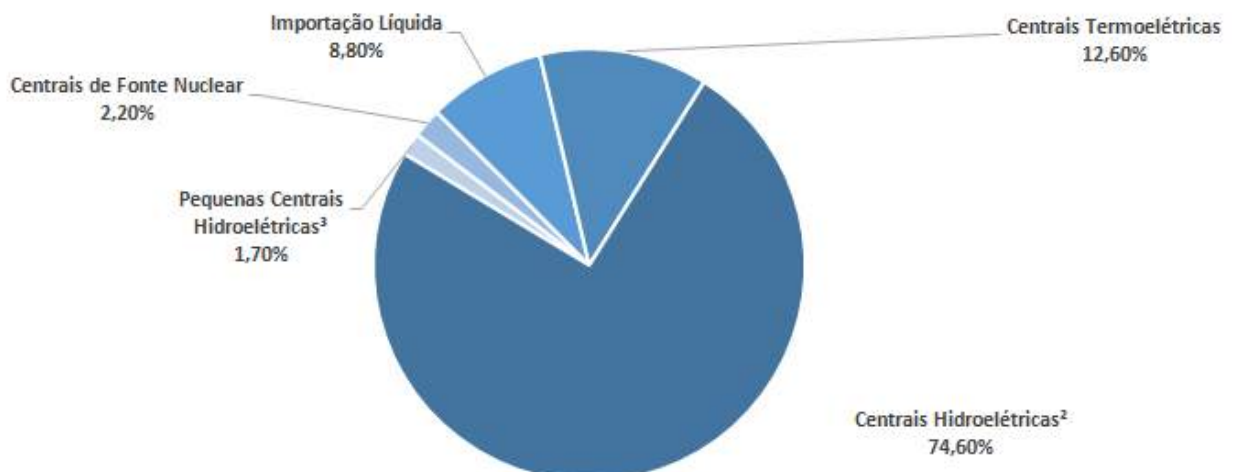


## TEXTO 1

### A Matriz Elétrica do Brasil e o Cenário Mundial

Toda forma de geração de energia elétrica possui pontos positivos e pontos negativos, tanto em termos sociais, ambientais como econômicos. Esses pontos devem ser avaliados de forma que se tenha, ao final, o melhor custo-benefício, a médio e longo prazo, de maneira que se possa decidir pelo melhor investimento.

Historicamente, devido à grande disponibilidade de recursos hídricos, o Brasil optou por um sistema de energia elétrica pautado, basicamente, na construção e uso de usinas hidrelétricas, tanto as de grande porte como, por exemplo, Itaipu, no Sul do país, cuja potência instalada é de 14.000 MW (esse de tipo de hidrelétrica é conhecida como usina com reservatório de regularização, sendo que elas podem armazenar grande quantidade de água, na época das cheias dos rios, sendo sua produção mais constante) como as usinas de fio d'água (usinas que não contêm grandes reservatórios e não produzem de maneira constante, elas oscilam muito a produção, em função de condições climáticas). Os gráficos abaixo nos mostram as principais fontes de energia elétrica utilizadas pelo Brasil, nos anos de 2005 e 2015.



1 Inclui centrais elétricas autoprodutoras.

2 Centrais hidroelétricas são aquelas com potencial superior a 30 MW.

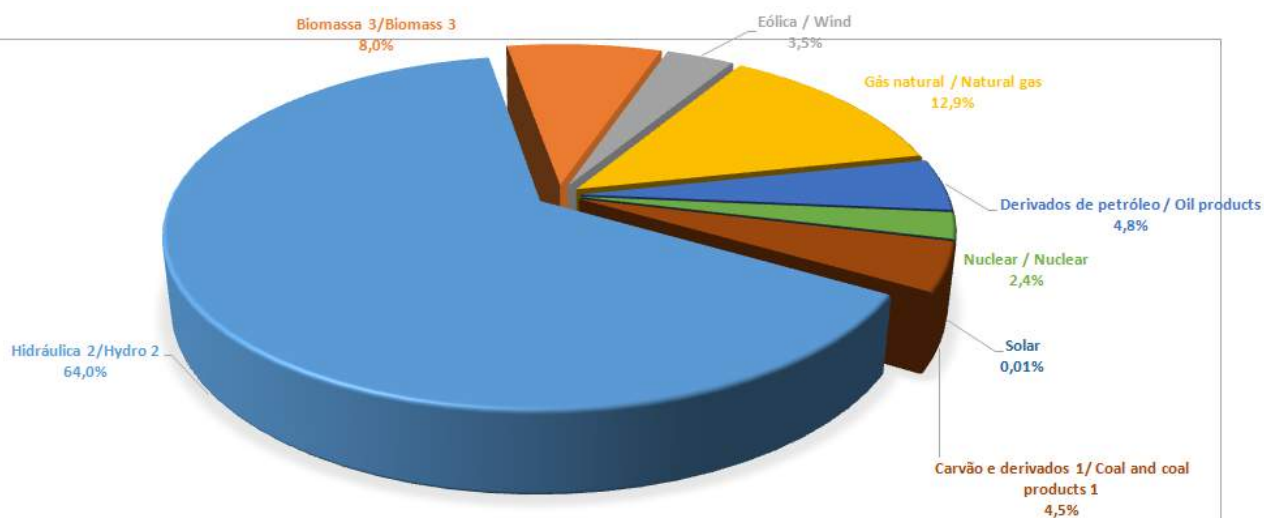
3 Pequenas centrais hidroelétricas são aquelas com potencial igual ou inferior a 30 MW.

4 A importação inclui a parcela paraguaia de Itaipu.



No gráfico anterior do BEN (Balanço Energético Nacional) de 2006, temos a oferta interna de energia elétrica, por fonte, para o Brasil no ano de 2005. O total ofertado naquele ano foi de 442,0 TWh, incluindo autoprodução e importação.

Segundo o gráfico a seguir, do BEN de 2016, são apresentadas as principais fontes de energia elétrica do Brasil, em 2015, incluindo importação e autoprodução. O total ofertado naquele ano foi de 615,9 TWh.



**Notas/ Notes:**

<sup>1</sup> Inclui gás de coqueria/ Includes coke oven gas

<sup>2</sup> Inclui importação de eletricidade/ Includes electricity imports

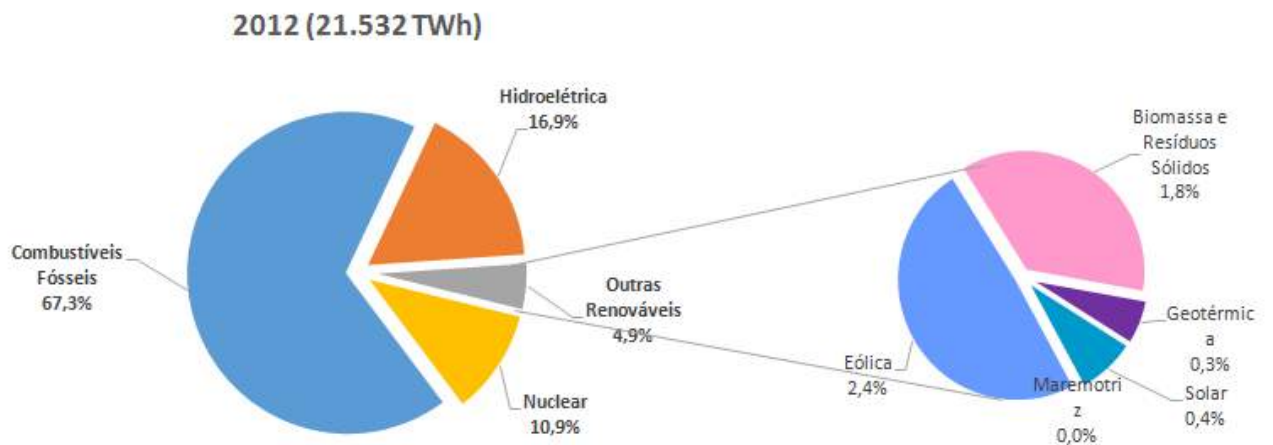
<sup>3</sup> Inclui lenha, bagaço de cana, lixo e outras recuperações/ Includes firewood, sugarcane bagasse, black-liquor and other primary sources

(BEN 2006, ano base 2015 – EPE/Ministério de Minas e Energia)

Ainda hoje, segundo dados do Anuário Estatístico de Energia Elétrica, ano 2016, do Ministério de Minas e Energia (MME) do Brasil, o nosso país é o segundo maior produtor de energia elétrica do mundo, por meio do uso de hidrelétricas, só perdendo para a China (em 2012, a geração hidrelétrica da China correspondeu a 23,5% do valor mundial, enquanto que o Brasil foi responsável por 11,3% dessa geração).

Ainda hoje, segundo dados do Anuário Estatístico de Energia Elétrica, ano 2016, do Ministério de Minas e Energia (MME) do Brasil, o nosso país é o segundo maior produtor de energia elétrica do mundo, por meio do uso de hidrelétricas, só perdendo para a China (em 2012, a geração hidrelétrica da China correspondeu a 23,5% do valor mundial, enquanto que o Brasil foi responsável por 11,3% dessa geração).

Em termos mundiais, o gráfico que se segue nos fornece um panorama da geração de energia elétrica por fonte, no ano de 2012.



Fonte: U.S Energy Information Administration, Elaboração EPE, 2016.

Em relação ao uso de energia solar para transformação direta em energia elétrica, através de painéis fotovoltaicos, estamos ainda engatinhando, mesmo com o vasto potencial que temos, devido a posição geográfica privilegiada do nosso país que nos propicia grande quantidade de radiação solar diariamente. Segundo dados da Empresa de Pesquisa Energética do Brasil (EPE), no panorama mundial do ano de 2012, nós nem mesmo aparecíamos no ranking mundial como um país que faz uso de energia fotovoltaica. Contudo, assim como somos um país com grandes recursos hídricos, ainda hoje, mesmo após tantos e graves problemas ambientais que vivemos e continuamos a viver, também temos um grande potencial solar.

(Elaborado pelos autores)



### VÍDEO 1

Vídeo 1: Conheça Belo Monte

<https://www.youtube.com/watch?v=Lpf9cDpx-gl>



### VÍDEO 2

Construção de uma usina fotovoltaica na cidade de Pirapora – Nesse vídeo institucional são mostrados apenas os aspectos positivos do empreendimento.



<https://www.youtube.com/watch?v=qj12BL8bL2M> <Acessado em 09/06/2017>

<https://youtu.be/ODi8VbWAlE4> <Acessado em 24/10/2019>



### VÍDEO 3

O Brasil terá mais de 100 usinas de energia solar em operação até o final do ano

<https://youtu.be/CDees5ioA1g> <Acessado em 24/10/2019>

## Para aprender mais



Vários fatores devem ser levados em consideração quando do dimensionamento de um sistema elétrico, sendo um desses fatores o horário de pico ou horário de ponta (horário onde se consome mais energia elétrica, estando, no nosso caso, entre 18 e 21 horas), fundamental para que o sistema atinja o seu objetivo principal, o de manter todos os consumidores abastecidos.

Outro fator importante é que o armazenamento de energia elétrica é algo extremamente complexo, dispendioso e ineficiente para os meios atuais, sendo feito basicamente por meio de baterias. Dessa forma, a energia necessária a ser disponibilizada para os consumidores, embora possua variações ao longo do dia, está relacionada diretamente com o horário de pico.

Segundo o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) e a ANEEL, o horário brasileiro de verão (que se inicia normalmente no mês de Outubro), reduz a demanda de energia elétrica do horário de pico. No entanto, nesse período, as nossas usinas termoelétricas são mais acionadas, devido os baixos níveis dos reservatórios de água das hidrelétricas, nossa principal fonte de energia elétrica, que sofrem com a estiagem de chuvas no inverno e primavera.

1. O uso sistemático de painéis fotovoltaicos pode contribuir para a demanda de energia elétrica no horário de ponta (de pico)? Isso pode ser mais efetivo no horário brasileiro de verão? Explique.
2. Como o uso de painéis solares pode reduzir impactos negativos no meio ambiente durante o nosso horário de verão? (Pense em termos do uso de termoelétricas)



Pré-teste

1. Defina energia

2. Defina corrente elétrica

3. Qual a diferença entre tensão e potência elétrica?

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

- A) 6 horas
- B) 5 horas
- C) 4 horas
- D) 3 horas

5. (PUC RS) Um automóvel possui uma bateria de 12V de força eletromotriz. Quando a chave de ignição do automóvel é acionada, a bateria fornece uma corrente elétrica de 60A, durante 2s, ao motor de arranque. A energia fornecida pela bateria, em joules, é de
- A) 360
  - B) 720
  - C) 1000
  - D) 1440
  - E) 2000
6. (UFMG) A conta de luz apresentada pela companhia de energia elétrica a uma residência de cinco pessoas, referente a um período de 30 dias, indicou um consumo de 300 kWh. A potência média utilizada por pessoa, nesse período, foi de:
- A) 6 W
  - B) 13 W
  - C) 60W
  - D) 83 W
  - E) 100 W



## Sistema fotovoltaico

A geração de energia elétrica tendo o sol como fonte pode ser obtida de forma direta ou indireta. A forma direta acontece por meio de sistemas fotovoltaicos. Os sistemas fotovoltaicos destinados à geração de eletricidade é um conjunto de componentes (células fotovoltaicas, baterias, condutores elétricos, controlador de carga e inversor) montados de tal maneira que, permite a transformação direta da energia solar em energia elétrica.

A luz solar é aplicada à uma célula fotovoltaica, interface de transformação da energia solar em energia elétrica. Este fenômeno ocorre em função de um processo fotoquímico. Os fótons contidos na luz solar são transformados em energia elétrica. As células fotovoltaicas, geralmente são feitas de silício, um dos elementos mais abundantes e baratos encontrado na natureza.

As células fotovoltaicas, dispostas em painéis solares, foram usadas como fonte de energia elétrica nos primeiros satélites espaciais. Em função da procura por fontes alternativas e renováveis para geração de energia elétrica, as células fotovoltaicas surgem como uma opção interessante, viável e confiável para esta finalidade. A energia gerada por estes sistemas apresenta clara vantagem sobre outras fontes alternativas.

A eletricidade obtida a partir destes módulos pode ser usada em qualquer lugar e os sistemas são dimensionados em função da necessidade energética para o qual irão servir. Atualmente a legislação permite a venda da energia excedente destes sistemas para a concessionária local de energia elétrica.

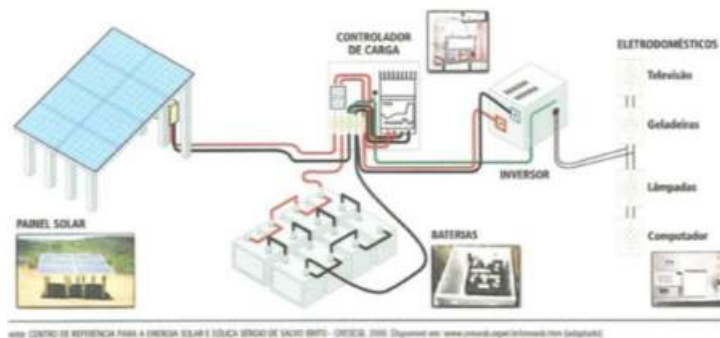


Figura 9 - Esquema de um Sistema Fotovoltaico.  
 Fonte: Centro de Referência para a Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito (CRESESB, 2000).

É evidente que, as necessidades energéticas de um país são diretamente proporcionais ao seu grau de industrialização e desenvolvimento. Assim, os países altamente industrializados são grandes consumidores de energia e precisam aumentar seus recursos energéticos constantemente para suprir suas necessidades.

Em geral, esse alto consumo é suprido com a utilização de diversas fontes de energia adicionadas à matriz energética principal. Esta necessidade mundial de energia aumenta à medida, em que, os países menos desenvolvidos procuram alavancar suas economias.

A enorme participação das fontes não-renováveis na oferta mundial de energia coloca a sociedade contemporânea e a economia diante de um desafio, a busca por novas fontes de energia. É isso não pode demorar a ocorrer, sob o risco de o mundo, literalmente, entrar em colapso, pelo menos se for mantido o atual modelo de desenvolvimento, em que os combustíveis fósseis têm uma importância vital. Portanto as fontes renováveis e menos poluidoras surgem como alternativas econômicas e ecologicamente corretas para uma possível solução deste problema.

É de fundamental importância que o século XXI não tenha uma fonte de energia predominante, como ocorreu no século XIX em relação ao carvão e no século XX com o petróleo. Devem coabitar diversas fontes de energia, principalmente as renováveis e menos poluidoras. Há diversas fontes alternativas de energia disponíveis, que requerem a necessidade de um maior desenvolvimento tecnológico para que possam vir a serem viáveis e rentáveis e conseqüentemente utilizadas em maior escala.

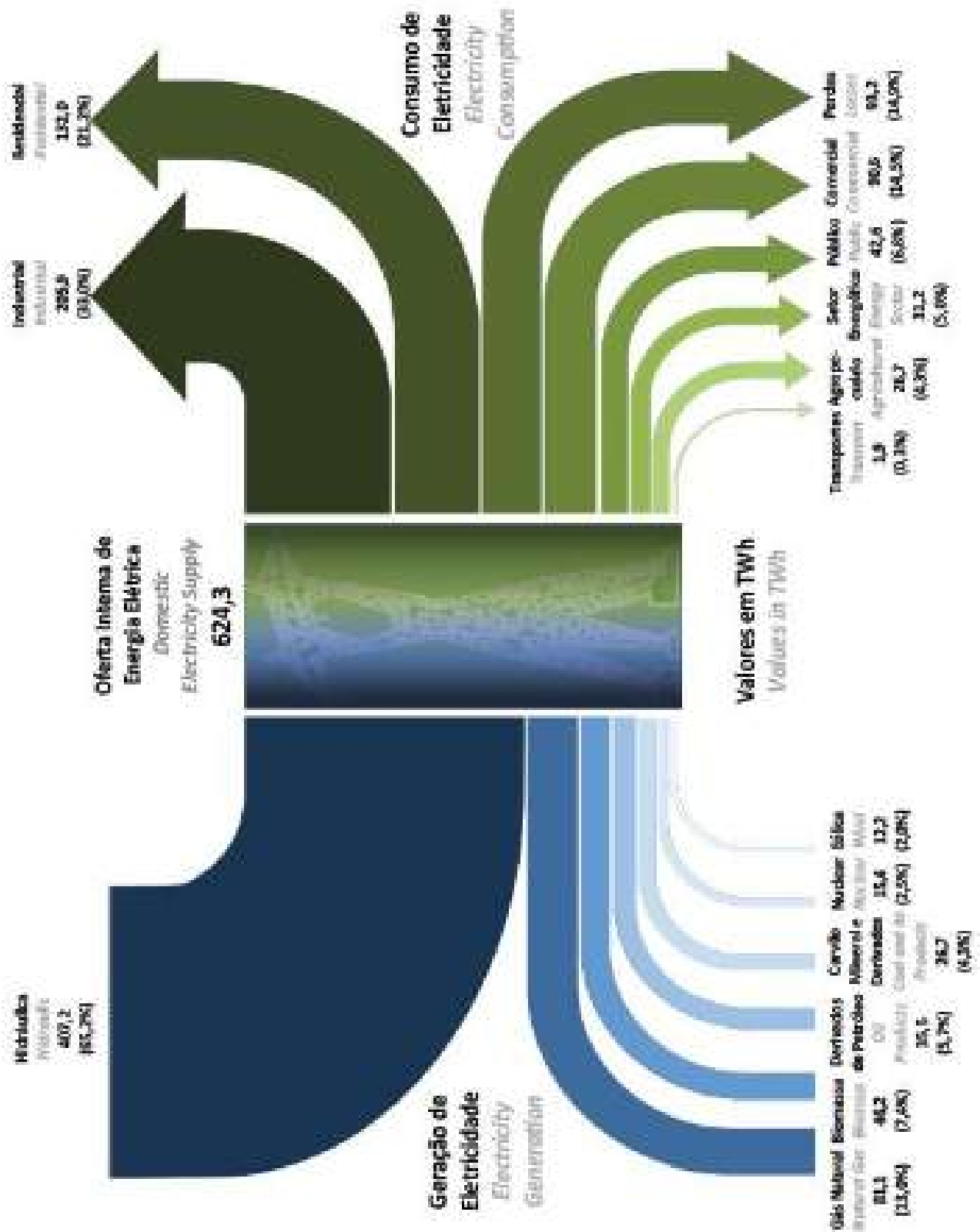
Tendo em vista os diversos processos geradores de energia, nosso objetivo é mostrar alguns destes sistemas. Daremos ênfase aos processos de obtenção energética de maneira renovável e menos poluente. Todo processo para a obtenção de energia tem seu respectivo custo financeiro agregado aos seus impactos ambientais em função da quantidade de energia produzida. Em cada região, o modo escolhido para o aproveitamento do potencial energético local deve ser analisado de forma sistemática, pois é preciso definir o modelo menos agressivo ao meio ambiente. As características do lugar, como relevo, clima, fauna e flora que constituem o ecossistema local devem sofrer o menor impacto possível. A preservação ambiental aliada ao desenvolvimento consciente mostra que é possível existir um ponto comum entre ecologia e economia.



## Os Usos e os Caminhos da nossa Eletricidade

Para iniciarmos essa atividade, em grupo, consulte os mapas e o diagrama, ao final das questões, e responda: (Não deixe de entregar suas respostas ao professor)

- 1.** Você sabe de onde vem a energia elétrica que você consome em sua casa ou escola? Será que ela vem sempre do mesmo local de geração? Explique.
- 2.** Que usos são feitos da energia elétrica gerada em nosso país? Será que o uso em nossas casas é significativo, comparado com o uso por indústrias e comércio?
- 3.** Na geração, transmissão e distribuição de energia elétrica têm-se perdas significativas de energia elétrica. Como o uso de sistemas fotovoltaicos distribuídos pode reduzir o desperdício energético na geração, transmissão e distribuição da energia elétrica? Quais impactos sociais, econômicos e ambientais isso poderia trazer para o Brasil?
- 4.** De que forma o uso de sistemas fotovoltaicos distribuídos, como o que estimamos para a nossa escola, poderia auxiliar o sistema elétrico brasileiro, minimizando a escassez de eletricidade em certas regiões, em certas épocas do ano?



Esta imagem nos mostra o fluxo de energia elétrica em nosso país, no ano de 2015. Do lado esquerdo temos a quantidade de energia elétrica gerada e do lado direito temos a forma como essa energia é consumida. Podemos ver que cerca de 15% da energia gerada em nosso país é desperdiçada de alguma forma.

Nota: Usamos incluí as perdas e a produção e a distribuição de energia elétrica.



Já os mapas que se seguirão nos fornecem uma visão geral do sistema elétrico interligado do Brasil e o fluxo médio de energia elétrica entre as regiões do país, um de 2017 e outro de 2015.



fonte: Mapa do Sistema Interligado Nacional (SIN)

Figura 2.1 Intercâmbio de Energia elétrica entre as regiões do SIN em 2015 (MW médio)  
2015 Partial Energy Interchange by region (average MW)



Desde 1998, o Operador Nacional do Sistema Elétrico é o órgão responsável pela coordenação e controle da operação das instalações de geração e transmissão de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional e pelo planejamento da operação dos sistemas isolados do país, sob a fiscalização e regulação da (ANEEL). A partir dele podemos ver que fazer com que não haja falta de energia elétrica numa certa região é algo bastante complexo e que requer muitos investimentos e trabalho árduo de inúmeros profissionais.

O mapa acima nos fornece o intercâmbio de energia elétrica entre as regiões do Brasil, no ano de 2015, incluindo a importação de energia de outros países, sobretudo do Paraguai (parte de Itaipu pertence a este país). Podemos ver que o Centro-Oeste e o Nordeste são as regiões que mais importam energia elétrica. Fato que pode ser compreendido em função da grande dependência de hidrelétricas que o país possui. Também podemos perceber um grande fluxo vindo da região Sul, isso devido às termelétricas existentes nessa região, sendo mais exigidas em épocas de estiagem de chuva nas regiões que possuem grandes hidrelétricas.



Você sabe a diferença entre linhas de transmissão e de distribuição de energia elétrica?

O mapa HORIZONTE 2017, deste exercício, nos mostra as principais linhas de transmissão de energia que interligam o nosso país. Essas linhas se caracterizam por levarem energia elétrica, sob alta tensão, das usinas de geração até subestações e locais de consumo, como mostra a figura ao lado. As linhas de transmissão são, em sua maioria, de tensão alternada. No entanto, elas podem ser também de tensão contínua. Já as linhas de distribuição, que são aquelas que se conectam diretamente aos consumidores, vindas normalmente de subestações, transportam energia por meio de tensão elétrica mais baixa.

<http://www.canaldoengenhheiro.com/geracao-transmissao-e-distribuicao-eletrica/>

1. Ao transportar energia elétrica pelos cabos elétricos tem-se, por efeito Joule, perda de energia elétrica. Por que as linhas de transmissão transportam energia com valores de tensão muito maiores que nas redes de distribuição?
2. Pesquise as vantagens e desvantagens em se utilizar tensão alternada e contínua na transmissão e distribuição de energia elétrica.



## Energia, Potência e Eficiência Energética

Para começar, discuta com seus colegas de grupo.

1. O que significam as palavras energia, potência e eficiência energética?
2. Existe alguma diferença entre potência e energia? E entre potência e eficiência? Anote suas respostas em uma folha e se necessário recorra ao texto, a seguir. Não deixe de fazer também as questões ao final do texto.



### Texto 2

Na ciência, energia, potência e eficiência são conceitos mais precisos. Vejamos as diferenças entre eles. Energia não é um conceito simples de definir. É uma quantidade física que está relacionada com a capacidade em produzir transformações, em realizar trabalho. Existem maneiras de calcular esta quantidade e ela se manifesta em muitas diferentes formas – movimento, eletricidade, calor, luz e muitas outras. O interessante é que essas formas de energia (cinética, elétrica, térmica, radiante, potencial química, potencial gravitacional e tantas outras) são interconvertíveis, ou seja, podem ser comparadas umas às outras e transformadas umas em outras. Outro ponto importante, é que a energia total é conservada nas transformações, ou seja, energia não pode ser criada do nada e não desaparece simplesmente. Ela se converte em outras formas de energia (algumas úteis, outras nem tanto).

Os diversos dispositivos que usamos são aparelhos de conversão de energia. No caso da placa fotovoltaica, ela é um dispositivo que converte energia luminosa em energia elétrica. Acontece que nem todo aparelho conversor é capaz de transformar toda energia disponível na forma de energia desejável.

No caso do painel fotovoltaico, a intenção é transformar toda energia radiante que recebemos do sol em eletricidade, mas não é isso que acontece. A imagem, a seguir, diz que a eficiência deste aparelho, aferida pelo INMETRO, é de 16%. Isso significa que apenas 16% da energia luminosa é convertida em energia elétrica. O que acontece com o restante? Bem, os outros 84% são desperdiçados na forma de calor (a placa se aquece e transfere continuamente calor ao ambiente). O calor gerado nas placas não é utilizado para nada. O ideal seria que a placa convertesse maior quantidade de energia em eletricidade e menos energia em calor. Boa parte das pesquisas nesta área consiste em buscar materiais e tecnologias mais eficientes.

Se formos a um dicionário (ou consultarmos a Wikipédia), vemos que eficiência é uma relação entre o esforço despendido em uma tarefa e os resultados obtidos. Na física e engenharia, este conceito é mais preciso. Falamos em eficiência energética ( $\eta$ ) como sendo a relação entre a energia útil obtida em uma conversão (normalmente designada por trabalho, símbolo  $W$ ), e a energia total fornecida (símbolo  $E$ ). Assim, temos:

$$\eta = \text{Energia Útil} / \text{Energia Total}$$

Mas, quanta energia o sol fornece para nossa placa?



Ora, isso depende de quanto tempo a placa ficar exposta ao Sol. Para comparar quantidades de energia fornecida ou utilizada por um aparelho (por exemplo, o consumo de um chuveiro elétrico), costumamos estabelecer um tempo padrão de comparação. O conceito de potência é exatamente isto, energia por tempo. Assim, a potência é a taxa de fornecimento (ou uso) de energia em um determinado intervalo de tempo. Temos:

$$P = \Delta E / \Delta t$$

A unidade mais comum para cálculo de potência é o Watt (símbolo W). É muito comum também expressar o valor em múltiplos, como o quilowatt (kW ou 1000 W). Um Watt é definido como um Joule (unidade padrão de energia) por segundo.

Veja na tabela, a seguir, a potência de alguns aparelhos elétricos de uma residência.

APARELHOS ELÉTRICOS	POTÊNCIA (W)
Chuveiro	5500
Ferro de passar roupa	1200
Lâmpada incandescente	60
Lâmpada fluorescente	15
Lâmpada de LED	7

Pelo que foi dito acima, deduzimos que o Joule é a unidade de medida de energia. Acontece que um Joule é uma unidade muito pequena e, por isso, pouco utilizada para fins práticos. Para ter uma ideia, um Joule é a energia necessária para erguer uma massa de 100 gramas (peso de 1 N) a uma altura de 1 metro. Algo como fazer um brinde com meio copo de cerveja. Muito pouco, não é mesmo?

Voltemos ao painel fotovoltaico. O Sol fornece uma quantidade de energia radiante que atinge a Terra com um valor que varia muito pouco ao longo de um ano, cerca de 1.350 Watt por metro quadrado, na parte mais alta da nossa atmosfera. No entanto, parte desta energia é absorvida pela atmosfera, e temos então cerca de 1.000 Watt por metro quadrado (1000 W/m<sup>2</sup>) que chega à nossa superfície, valor conhecido como constante solar. Este valor se refere ao Sol a pino, ou seja, com o Sol incidindo perpendicularmente sobre a superfície.

Pense e responda:

1. Consultando a tabela do texto 1, é possível que a lâmpada de LED tenha consumido, ao final do mês, mais energia do que o chuveiro? Será que o chuveiro é mais eficiente que a lâmpada incandescente?

2. Nas contas de energia, o valor consumido costuma ser expresso em outra unidade diferente do Joule, o quilowatt-hora (kWh). O que isso significa? Você saberia estimar o custo mensal de um banho diário de 15 min em um chuveiro que tem potência de 5000 W (5 kW), sabendo que 1 kWh custa cerca de R\$ 0,70?





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

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

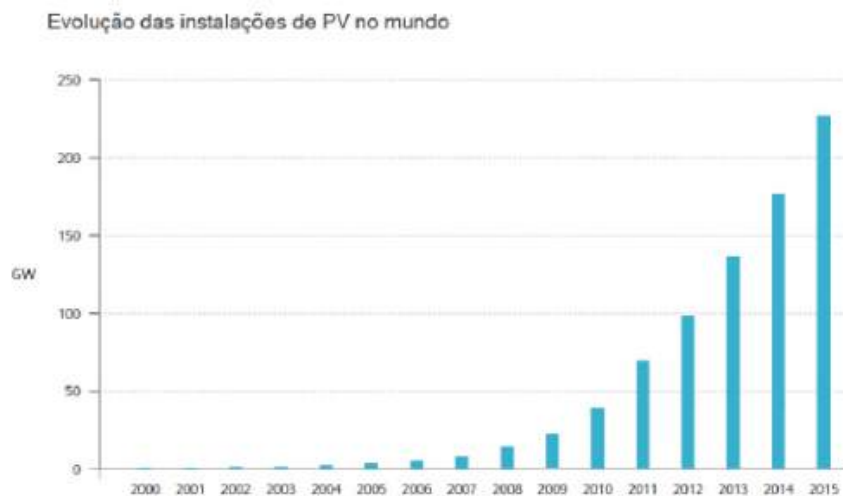


Figura 3.3 – Evolução da capacidade instalada de energia solar fotovoltaica. Fonte: IEA, 2015, p. 7.

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

A utilização da fonte solar para gerar energia elétrica proporciona diversos benefícios tanto do ponto de vista elétrico como ambiental e socioeconômico (ABSOLAR, 2016).



Do ponto de vista elétrico, ela contribui para diversificação da matriz, aumento da segurança no fornecimento, redução de perdas e alívio de transformadores e alimentadores. Sob o aspecto ambiental, há a redução da emissão de gases do efeito estufa, da emissão de materiais particulados e do uso de água para geração de energia elétrica. Com relação a benefícios socioeconômicos, a geração de energia solar fotovoltaica contribui com a geração de empregos locais, o aumento da arrecadação e o aumento de investimentos (ABSOLAR, 2016).

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

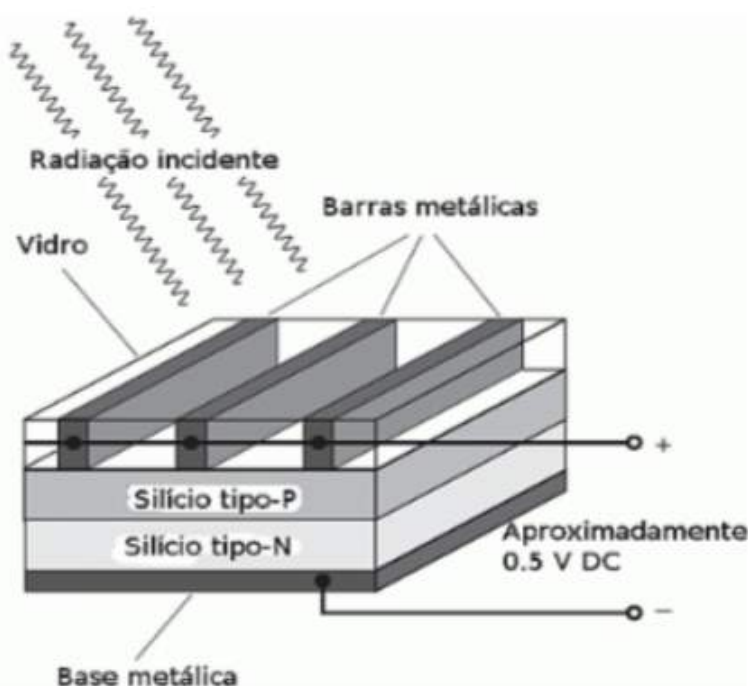


Figura 3.4 - Composição de uma célula fotovoltaica.  
Fonte: Site Profelectro<sup>8</sup>

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



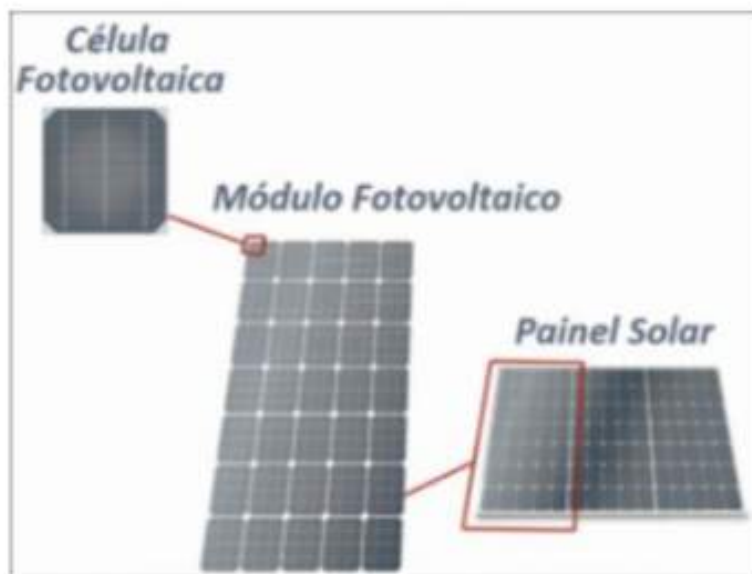


Figura 3.5 – Hierarquia fotovoltaica.  
Fonte: LEVA, SALERNO, CAMACHO, 2004.

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





## Dimensionando um Projeto de Energia Solar I: Estimando alguns valores para o nosso sistema fotovoltaico

Considere que, para o projeto de Energia Solar na Escola, iremos utilizar a placa fotovoltaica que tem os dados técnicos reproduzidos na figura ao lado (selo do INMETRO).

Para tal, em seu grupo, responda as seguintes questões, com base nas características técnicas apresentadas. Prepare-se para apresentar seus resultados e discutir qual é a melhor solução para o problema com toda a classe.

<b>Energia (Elétrica)</b>	
Fabricante	WE Brazil
Marca	Schutten
Modelo	STP6-310/72
<b>Mais eficiente</b>  <b>Menos eficiente</b>	
<b>EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (%)</b>	<b>16,0</b>
Área Externa do Módulo (m <sup>2</sup> )	1,94
Produção Média Mensal de Energia (kWh/mês)	38,75
Potência nas condições Padrão (W)	310
Registros de Avaliação de Conformidade para Sistemas e Equipamentos para Energia Fotovoltaica	Registro: 005 797/2016
Instruções de instalação e recomendações de uso, tra e Manual do aparelho	
<b>PROCEL</b> PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	
<b>IMPORTANTE: A REMOÇÃO DESTA ETIQUETA ANTES DA VENDA ESTÁ EM DESACORDO COM O CÓDIGO DE DEFESA DO CONSUMIDOR</b>	

(Acervo particular dos autores)

Consultando a conta de energia elétrica da nossa escola (colocar abaixo), determine qual será o consumo médio de energia por dia (kWh/dia) dela.

1. Uma informação importante: O valor de potência da placa fotovoltaica medido pelo INMETRO corresponde às condições padrão, em que o equipamento é instalado em um laboratório climatizado com temperatura constante de 25°C. No entanto, em condições normais, as placas colocadas ao Sol atingem temperaturas muito mais altas, com perda de cerca de 20% em seu rendimento (ou eficiência). Assim, os valores de potência e energia fornecidos pela placa devem ser multiplicados por um fator 0,80. Explique a razão desse procedimento.
2. Com os dados fornecidos, determine o número de placas fotovoltaicas, como aquela do selo do INMETRO, necessárias para as necessidades de consumo da escola. Mostre seus cálculos e explique o que vocês consideraram para o resultado apresentado.

## Parte II: Usando um simulador fotovoltaico



Ainda utilizando os dados da conta de luz da nossa escola, vamos fazer uma estimativa do quanto de energia um sistema fotovoltaico precisaria gerar para conseguir suprir a nossa demanda elétrica. Para isso, entre no link, a seguir, <http://www.americadosol.org/simulador/> e faça uma simulação de um possível sistema para a escola.

Para iniciar, você deverá colocar sua localização (cidade) e tipo de consumidor que consta na conta de energia (mono, bi ou trifásico). Daí, você irá acrescentar os dados, relativos ao consumo de energia elétrica, contidos na conta de luz da escola.

Com base no simulador, responda:

1. Qual a o valor e a unidade de potência que aparece no simulador para o seu sistema? O que representa essa unidade?

**2.** Qual é a área média ocupada pelo seu sistema fotovoltaico, de acordo com a simulação? Será que em sua casa você conseguiria ter essa área disponível numa localização adequada para o sistema? Onde?

**3.** Qual será a provável economia de energia elétrica anual, pela sua casa, de acordo com o simulador? Isso representaria, aproximadamente, quanto em termos financeiros? (Dica: considerar o preço do kWh da conta de energia)

**4.** Qual a melhor inclinação para os painéis, de acordo com o simulador?



## Projeto de aplicação do conteúdo

### Materiais necessários

- 1 regulador de tensão de 5 V modelo 7805;
- 1 capacitor eletrolítico de 100  $\mu\text{F}$  / 50 V;
- 1 capacitor de poliéster de 0,1  $\mu\text{F}$  / 63 V;
- 1 resistor de 150 ohms e  $\frac{1}{4}$  W;
- 1 LED verde;
- 1 conector USB fêmea;
- 1 chave para ligar e desligar o conjunto;
- 1 conector de fios para placa;
- 1 placa de circuito padrão para montar o conjunto;
- 1 painel solar de pelo menos 6 V;
- 1 case para acomodar o seu projeto.

Veja o vídeo a seguir:

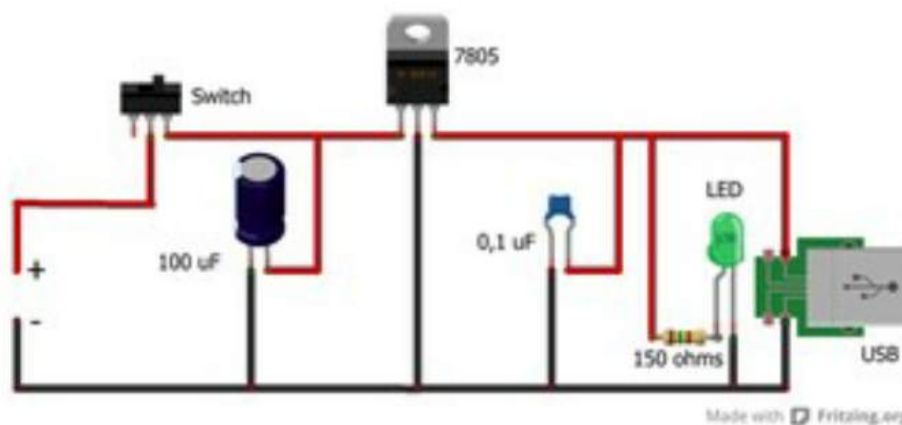


<https://www.youtube.com/watch?v=F4UJLxSy7HU>



### Montagem do circuito

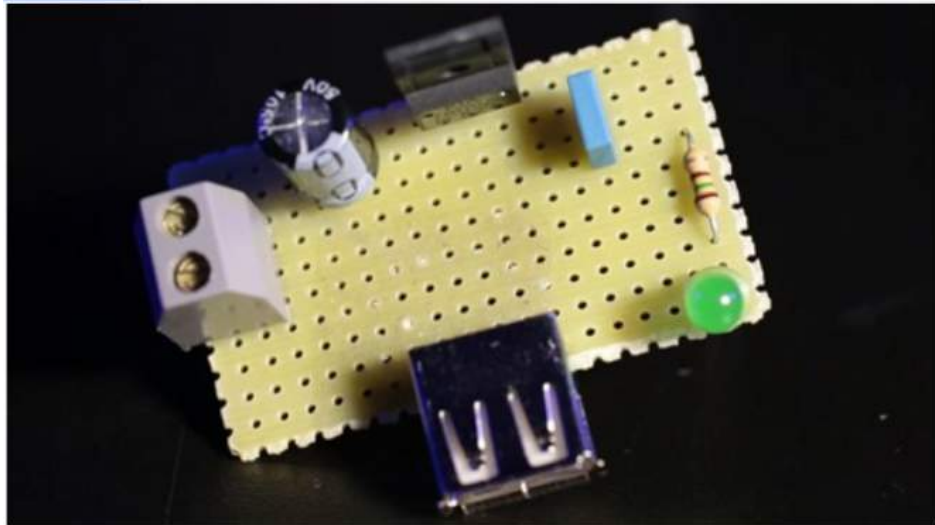
A montagem desse projeto é relativamente simples, bastando que você tenha alguns cuidados na hora de soldar os materiais na placa. A ordem dos componentes deve seguir o desenho do circuito. Veja como é:



KARASINSKI, V. Como fazer um carregador solar para o celular. Tecmundo, 2014. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/area-42/60526-area-42-fazer-carregador-solar-celular-video.htm>>. Acesso em: 20 de ago. de 2019

Antes de soldar as peças na placa, o ideal é posicionar os componentes e planejar as conexões. Assim ficará mais fácil depois.

A posição deles na placa não importa, desde que você faça as conexões corretamente. As únicas peças que precisam ser posicionadas na borda da placa são o LED e o conector USB.



KARASINSKI, V. Como fazer um carregador solar para o celular. Tecmundo, 2014. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/area-42/60526-area-42-fazer-carregador-solar-celular-video.htm>>. Acesso em: 20 de ago. de 2019

Existem várias maneiras de ligar os contatos, e você pode utilizar fios de cobre e conectar os polos de cada componente ou pode fazer trilhas, imitando uma placa de circuito impresso, como fizemos.

Montando a placa dentro do case

O nosso “case” na verdade é um pote plástico comum, de tamanho compatível com nosso painel solar. Para saber como encaixar a placa no interior, vamos marcar com uma caneta o local dos furos do LED, da chave e do USB.

Feito isso, furamos, encaixamos a placa e colamos com cola quente para que ela fique firme no lugar.

O painel solar será a última peça da construção. Para prendê-lo, vamos fazer mais um furo na parte traseira do pote, passar os fios e conectá-los à placa. Lembre-se de prestar atenção na polaridade para não causar danos ao circuito.

Para completar, basta colar o painel solar na parte de cima do pote.



KARASINSKI, V. Como fazer um carregador solar para o celular. Tecmundo, 2014. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/area-42/60526-area-42-fazer-carregador-solar-celular-video.htm>>. Acesso em: 20 de ago. de 2019