

Problematizando a matriz energética na sala de aula, com enfoque para energia solar

The solar-powered classroom - A problematization of the energy matrix

Problematizando la matriz energética en el aula, con foco en la energía solar

Felipe Moreira Correia

Universidade Federal do Rio de Janeiro [UFRJ], Rio de Janeiro, RJ, Brasil

 <http://orcid.org/0000-0001-6082-5782>

Deise Miranda Vianna

Universidade Federal do Rio de Janeiro [UFRJ] e Instituto Oswaldo Cruz [IOC], Rio de Janeiro, RJ, Brasil

 <http://orcid.org/0000-0001-5846-0841>

E-mail de correspondência: felipecifufrj@gmail.com

Recebido em: 25 out 2021 • Aceito em: 30 nov 2021 • Publicado em: 16 fev 2022

DOI: 10.12957/impacto.2022.65300

Resumo

A sociedade está em uma fase de destaque do meio ambiente alavancada pelos impactos causados pela ação do homem, tornando essencial a mudança de hábitos, leis e ideias sobre o mundo. Para alinhar a sala de aula com essas novas demandas é preciso levar a discussão para dentro dela, adaptando a disciplina ministrada com o contexto atual. Trazemos uma atividade que se baseia no enfoque CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) que relaciona esses três elementos dentro do tema, de tal forma que promova a Alfabetização Científica dos alunos, ou seja, promova a capacidade de argumentar, refletir, questionar e consequentemente se posicionando com um olhar crítico para o problema apresentado. A atividade é uma Sequência de Ensino por Investigação (SEI), que se inicia com uma problematização da matriz energética brasileira e segue investigando as aplicações das radiações emitidas pelo Sol, com objetivo de destacar o processo de conversão da Energia Solar em Energia Elétrica. Este projeto foi levado para a sala de aula em turma da terceira série da rede particular, com duração de cinco dias. Fundamentada na alteração da postura do aluno e do professor, colocar o estudante para participar ativamente, tomando para si o protagonismo da atividade e o professor atuando como guia, auxiliando o debate entre os estudantes. Trazemos dois episódios transcritos da participação dos alunos que explicita o processo de Alfabetização Científica dos alunos durante a atividade.



Palavras-chave: CTS; Alfabetização Científica; Sequência de Ensino por Investigação; energia solar.

Abstract

Society is in a phase of valuing the environment leveraged by the impacts caused by human action, making it essential to change habits, laws and ideas about the world. To align the classroom with these new demands, it is necessary to take the discussion inside it, adapting the subject taught to the current context. We bring an activity based on the STS (Science-Technology-Society) approach that relates these three elements within the theme, in such a way that it promotes the Scientific Literacy of students, that is, promotes the ability to argue, reflect, question and consequently positioning itself with a critical eye to the problem presented. The activity is a Teaching by Investigation Sequence (TIS), which begins with a problematization of the Brazilian energy matrix and continues to investigate the applications of radiation emitted by the Sun, with the objective of highlighting the process of converting Solar Energy into Electric Energy. This project was taken to the classroom in a class of the third grade of the private network, with a duration of five days. Based on the change of attitude of the student and the teacher, putting the student to actively participate, taking the lead in the activity and the teacher acting as a guide, assisting in the debate among students. We bring two transcribed episodes of student participation that specify the students' Scientific Literacy process during the activity.

Keywords: STS; Scientific Literacy; Teaching by Investigation Sequence; solar energy.

Resumem

La sociedad se encuentra en una fase de protagonismo en el medio ambiente, apalancada por los impactos provocados por la acción humana, por lo que es imprescindible cambiar hábitos, leyes e ideas sobre el mundo. Para alinear el aula con estas nuevas demandas, es necesario llevar la discusión dentro de ella, adaptando la asignatura impartida al contexto actual. Aportamos una actividad basada en el enfoque CTS (Ciencia-Tecnología-Sociedad) que relaciona estos tres elementos dentro de la temática, de tal manera que promueve la Alfabetización Científica de los estudiantes, es decir, promueve la capacidad de argumentar, reflexionar, cuestionar. y consecuentemente posicionarse con una mirada crítica al problema presentado. La actividad es una Enseñanza por Secuencia de Investigación (SEI), que comienza con una problematización de la matriz energética brasileña y continúa investigando las aplicaciones de la radiación emitida por el Sol, con el objetivo de resaltar el proceso de conversión de la Energía Solar en Energía Eléctrica. Este proyecto fue llevado al aula en una clase de tercer grado de la red privada, con una duración de cinco días. Se basa en cambiar la postura del alumno y del profesor, poniendo al alumno a participar activamente, tomando el protagonismo de la actividad y actuando el profesor como guía, ayudando al debate entre los alumnos. Traemos dos episodios transcritos de participación de los estudiantes que explican el proceso de



Alfabetización Científica de los estudiantes durante la actividad.

Palabras-clave: CTS; Alfabetización científica; Secuencia de enseñanza por investigación; energía solar.

INTRODUÇÃO

A sociedade está em rápido desenvolvimento tecnológico, equipamentos estão sendo atualizados anualmente e suas versões “antigas” são vistas como obsoletas e consequentemente desvalorizadas. O modo de interagir com a sociedade também muda velozmente, por exemplo, as redes sociais agilizam a propagação de informação e tornam frequente o contato entre as pessoas. Facilmente sabemos o que acontece em todo o mundo de maneira praticamente "ao vivo", mas a única coisa que parece estagnada no tempo é o ensino.

Apesar desse crescimento tecnológico, quando se olha para o índice de conteúdo dos livros didáticos pode-se verificar que houve pouca mudança em comparação aos livros de 20, 30 anos atrás. A tecnologia está avançando, mas o ensino da ciência que pode explicá-la está aparentemente travado. Essa desconexão do desenvolvimento científico e tecnológico com o seu ensino está gerando um abismo com a realidade dos alunos. Cada vez mais surge a necessidade de preparar o aluno para viver em uma sociedade integrada, tecnológica, crítica e mergulhada em um mar de informações.

Professores estão buscando novas formas de ensino que deem um significado para os temas vistos em sala de aula, o ensino de Física vem deixando de se preocupar com a memorização, dando importância em "para que ensinar Física", trazendo o cotidiano do aluno para a sala de aula para ser estudado. Destacam as aplicações e relações dos temas científicos e seus impactos tanto no meio tecnológico quanto na sociedade em que o aluno está imerso.

Não se trata de mostrar as maravilhas da ciência, como a mídia já o faz, mas de disponibilizar as representações que permitam ao cidadão agir, tomar decisão e compreender o que está em jogo no discurso dos especialistas. (Fourez, 1995, citado em, Santos e Montimer, 2002)

E ainda, de acordo com Santos & Schnetzler (1997) alfabetizar os cidadãos em ciência e tecnologia é hoje uma necessidade do mundo contemporâneo.

Em vista a essas mudanças necessárias para melhorar o ensino de Física, apresentamos esta atividade, em que acreditamos que possa trazer essa evolução necessária para ensino. De forma que os conteúdos trabalhados em sala façam a conexão da ciência, tecnologia e sociedade e a



metodologia utilizada muda a postura do aluno e professor, colocando os estudantes em uma posição ativa e o professor com o papel de orientador.

Como tivemos a preocupação com a postura e dos possíveis caminhos que os estudantes poderiam tomar durante a atividade, buscamos uma forma de averiguar as discussões nesse processo de aprendizagem. Todas as aulas foram gravadas em áudio e vídeo com intuito de analisarmos o diálogo dos alunos em um ambiente escolar diferente do que estavam acostumados. Adiante traremos alguns exemplos das análises que realizamos.

Abordagem escolhida

A contextualização que foi escolhida é um exemplo do impacto da alteração climática que está ocorrendo no Brasil, motivado pela ação do homem no meio ambiente, levamos para a sala de aula a problemática da discussão da energia solar, através de um problema que está presente na matriz energética brasileira.

Essa abordagem contempla o documento oficial da educação, a Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018). De acordo com o documento:

A contextualização dos conhecimentos da área supera a simples exemplificação de conceitos com fatos ou situações cotidianas. Sendo assim, a aprendizagem deve valorizar a aplicação dos conhecimentos na vida individual, nos projetos de vida, no mundo do trabalho, favorecendo o protagonismo dos estudantes no enfrentamento de questões sobre consumo, energia, segurança, ambiente, saúde, entre outras. (p. 549).

Espera-se, também, que os estudantes possam avaliar o impacto de tecnologias contemporâneas (...) em seu cotidiano, em setores produtivos, na economia, nas dinâmicas sociais e no uso, reuso e reciclagem de recursos naturais. Dessa maneira, as Ciências da Natureza constituem-se referencial importante para a interpretação de fenômenos e problemas sociais (p. 550).

A cada ano nota-se que batemos recordes de temperaturas, períodos excessivos de chuva, estiagem, queimadas e outros problemas. Estão sendo necessárias ações de várias nações para estabelecer acordos e metas para começar a combater o avanço das mudanças climáticas. Até hoje o Protocolo de Kyoto (1997) e o Acordo de Paris (2015) são os documentos principais que regem essa luta a favor do meio ambiente e ambos foram criados e discutidos na reunião da Conferência das Partes (COP). O Brasil os ratificou, quando tornou as metas dos acordos em compromissos oficiais e:

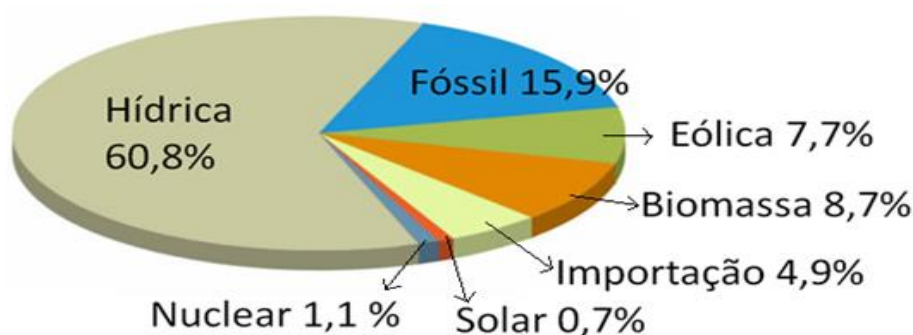
comprometeu-se a reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 37% abaixo dos níveis de 2005, em 2025, com uma contribuição indicativa subsequente de reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 43% abaixo dos níveis de 2005, em 2030.



Para isso, o país se comprometeu a aumentar a participação de bioenergia sustentável na sua matriz energética para aproximadamente 18% até 2030, restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares de florestas, bem como alcançar uma participação estimada de 45% de energias renováveis na composição da matriz energética em 2030 (Brasil, 2016)

No ano da elaboração desta atividade a matriz energética brasileira se encontrava com a seguinte distribuição

Figura 1
Matriz energética brasileira em 2017



Fonte: ANEEL, 2018

Ao analisarmos a figura acima, figura 1, que mostra o gráfico da matriz energética de 2017, o compromisso brasileiro com a participação de 45% de energia renovável já está cumprido, pois, energia hídrica é considerada uma fonte renovável. Porém, será que ter uma matriz energética predominantemente vinda de uma única fonte é favorável? Conhecendo a vastidão e a riqueza (territorial) do nosso país não teria outra forma de produção mais favorável? O impacto provocado pelas hidrelétricas vale o investimento e essa predominância de 60,8% na matriz energética?

Buscamos durante a atividade os fatores, opiniões e possíveis soluções acerca desses questionamentos, pois dada a situação climática no ano da aplicação, a conta de luz sofreu um grande aumento em seu valor, devido à falta de chuvas em certos períodos, provocando a escassez de água em várias regiões e reservatórios.

Uma alternativa que poderia amenizar essa situação é a energia solar, devido ao seu grande potencial inexplorado no país, afinal temos grande território com ótima intensidade de raios solares e em grande parte do ano, segundo a Consultoria Legislativa de Nascimento (2017) o Brasil, conforme Ministério de Minas e Energia, possuía, ao final de 2016, 81 MWp (megawatt-pico) de energia solar fotovoltaica instalados, o que representa cerca de 0,05% da capacidade instalada total no país.



Já no ano de 2021 enfrentamos de novo o mesmo problema, uma escassez de água afligiu o país ligando o alerta até mesmo para a possibilidade de apagões. Trazendo à tona a discussão da nossa matriz energética:

Em 2021, o Brasil registrou a pior crise hidrológica em 91 anos. As consequências do baixo volume de chuvas atravessam vários setores (da agricultura à oferta de água para grandes cidades) e impactam diretamente a geração de energia. (...) Com esse cenário, o fantasma do apagão, que há exatos 20 anos fez brasileiros racionarem eletricidade, deixou de ser uma mera lembrança e voltou a assombrar. Dessa vez, com uma diferença: dependemos um pouquinho menos da água para gerar energia. Mas ainda dependemos. (...)

O Brasil é um dos países com maior potencial para fontes renováveis de energia do planeta. Logo, as opções de diversificação da matriz aqui são sustentáveis observa o professor André Luís da Silva Leite, da UFSC. (Macário, 2021)

Construímos assim esta sequência de ensino que, a partir da discussão da problemática presente na matriz energética brasileira, explica a conversão da energia solar em energia elétrica, através de materiais experimentais e dinâmica de júri-simulado. Deste modo, a atividade leva o aluno a aprofundar nas características da energia solar para que trace as relações com a ciência, tecnologia e sociedade.

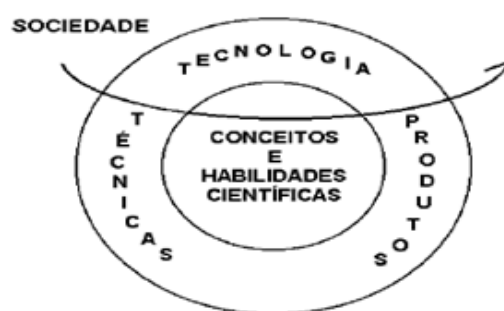
Nossos Referenciais

Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)

O enfoque CTS traz uma proposta mais compatível com o modelo social presente, sendo necessário outra forma de abordagem, uma forma de estudar o cotidiano do aluno na sala de aula, alterando o ensino atual que sabemos que está incompatível. Assim pode-se caracterizar a proposta curricular de CTS como correspondendo a uma integração entre educação científica, tecnológica e social, em que os conteúdos científicos e tecnológicos são estudados juntamente com a discussão de seus aspectos históricos, éticos, políticos e socioeconômicos. (Luján López & López Cerezo, 1996 citado em Santos, 2012).

A Educação CTS toma o cuidado em organizar a sua sequência, a partir de temas sociais, que são aprofundados para conteúdos correlacionados a conhecimentos tecnológicos ou tecnologias, que por sua vez se conecta a conceitos científicos que permitem a compreensão da situação tecnológica e, em seguida, retorna para um entendimento mais amplo do problema social, inicialmente proposto. Conforme ilustrado no diagrama na figura 2.

Figura 2
Organização de materiais de CTS



Fonte: Ainkenhead, 1994, citado em Santos, 2012

Há uma necessidade de mudar a formação ou capacitar os professores pois, precisam fazer a conexão dos temas científicos, que são tradicionalmente ensinados, com a tecnologia que usa esses conceitos e saber as implicações causadas por ela na sociedade. Tal demanda está presente na BNCC, reforçando assim a importância de atividades com esse enfoque.

Ao comparar o ensino tradicional com o enfoque CTS, Correia (2019) destaca, através da tabela de Santos (2012) três diferenças chaves presente nesse confronto.

Tabela 1
Ensino Clássico Vs. Educação CTS

| Ensino Clássico | Educação CTS |
|---|---|
| 1. Organização conceitual da matéria a ser estudada. | 1. Organização em temas tecnológicos e sociais. |
| 2. Método científico (Investigação, observação, experimentação, coleta de dados e descoberta.). | 2. Potencialidades e limitações da tecnologia. |
| 3. Ciência como modo de explicar o universo, com esquemas conceituais interligados. | 3. Exploração, uso e decisões são submetidos a julgamento de valor. |
| 4. Busca da verdade científica. | 4. Prevenção de consequências. |
| 5. Ciência como processo, atividade universal, corpo de conhecimento. | 5. Desenvolvimento tecnológico depende das decisões humanas. |
| 6. Ênfase à teoria para articulá-la com a prática. | 6. Ênfase à prática para chegar à teoria. |
| 7. Lida com fenômenos isolados do ponto de vista disciplinar (análise de fatos, exata e imparcial). | 7. Lida com problemas no seu contexto real (abordagem interdisciplinar). |
| 8. Busca novos conhecimentos para compreensão do mundo natural (ânsia de conhecer). | 8. Busca implicações sociais dos problemas tecnológicos; tecnologia para a ação social. |

Fonte: Zoller & Watson, 1974 citado em Santos, 2012

Destacamos três diferenças que mais nos chamaram a atenção ao compararmos essas duas formas de ensino: o item 3 mostra a forma de apresentar a Ciência em sala, do modo clássico, em que explicamos o universo, com esquemas, relações e aproximações e na Educação CTS é explorado o uso desta Ciência e a decisão de levá-la para a sociedade, trabalhando com suas contradições sociais. O item 7 mostra a diferença da abordagem, a Educação CTS com interdisciplinaridade e a



Ensino Clássico com análise isolada em sua disciplina. O item 1 traz a diferença entre o foco dos conteúdos, enquanto o ensino clássico organiza o conteúdo pela ordem interna da disciplina, a Educação CTS se preocupa em organizar a sua sequência, a partir de temas sociais (Correia, 2019)

Então, a educação CTS, com o significado para a educação humanística, tem como seu objetivo central o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão, seja na área social, científica ou tecnológica, e o desenvolvimento de valores, presentes na formação cidadã.

Atividade Investigativa

Aplicar uma atividade investigativa para a sala de aula exige uma mudança na didática presente nas aulas, sendo necessário alterar o objetivo escolar, a maneira de apresentar o conteúdo e a postura dos personagens envolvidos (estudantes e professor).

O produto final deste tipo de atividade não será como nas aulas tradicionais onde é avaliado, através de uma prova, o conteúdo retido pelos alunos. O ensino investigativo visa a construção da conexão do tema científico com o cotidiano do aluno, o que é chamado de Alfabetização Científica. De acordo Sasseron (2017):

Adotamos "Alfabetização Científica" quando nos referimos ao ensino de Ciências cujo objetivo é a formação do indivíduo que o permita resolver problemas de seu dia a dia, levando em conta os saberes próprios das Ciências e as metodologias de construção de conhecimento próprias do campo científico. Como decorrência disso, o aluno deve ser capaz de tomar decisões fundamentadas em situações que ocorrem ao seu redor e que influenciam, direta ou indiretamente, sua vida e seu futuro (p.16).

Optamos por um ensino investigativo, colocamos o aluno em uma posição ativa ao se envolver com a atividade, visando alcançar a Alfabetização Científica, tornando o ensino mais atraente para ele. A Atividade Investigativa ou Sequência de Ensino Investigativo (SEI) tem sua definição dada por Carvalho (2018):

Definimos como ensino por investigação o ensino dos conteúdos programáticos em que o professor cria condições em sua sala de aula para os alunos: pensarem, levando em conta a estrutura do conhecimento; falarem, evidenciando seus argumentos e conhecimentos construídos; lerem, entendendo criticamente o conteúdo lido; escreverem, mostrando autoria e clareza nas ideias expostas (p.766)

Carvalho também destaca quatro fundamentos que ajudam na criação de condições em sala para que se torne possível a construção do saber científico (Tabela 2). E ainda oito pontos que auxiliam o professor a criar situações para que aconteçam as interações sociais durante a atividade (Tabela 3).

**Tabela 2***Pontos para fundamentar a SEI*

| | |
|---|---|
| 1 | <i>A importância de um problema para um início da construção do conhecimento.</i> |
| 2 | <i>A ação manipulativa para a ação intelectual</i> |
| 3 | <i>A importância da tomada de consciência de seus atos para a construção do conhecimento.</i> |
| 4 | <i>As diferentes etapas das explicações científicas</i> |

Fonte: Carvalho, 2011 (p.255-256)

Tabela 3*Pontos que orientam o planejamento da SEI e o papel do professor*

| | |
|---|--|
| 1 | <i>A participação ativa do estudante.</i> |
| 2 | <i>A importância da interação aluno-aluno</i> |
| 3 | <i>O papel do professor como elaborador de questões</i> |
| 4 | <i>A criação de um ambiente encorajador</i> |
| 5 | <i>O ensino a partir do conhecimento que o aluno traz para a sala de aula.</i> |
| 6 | <i>O conteúdo (o problema) tem que ser significativo para o aluno.</i> |
| 7 | <i>A relação ciência, tecnologia e sociedade</i> |
| 8 | <i>A passagem da linguagem cotidiana para a linguagem científica."</i> |

Fonte: Carvalho, 2011 (p.257-259)

No primeiro ponto da tabela 2 se faz necessário entendermos o que é um problema. De acordo com Gil-Pérez (1992, citado em Sasseron, 2017), um problema é uma situação, quantitativa ou não, que pede uma solução para a qual os indivíduos implicados não conhecem meios ou caminhos evidentes para obtê-la.

Em um exercício padrão já são conhecidos os caminhos para alcançar a resposta, isso que se difere do ensino investigativo, a partir do momento que o aluno é colocado na situação que precisa pensar no processo e não somente na resposta, faz com que ele participe da construção de seu conhecimento. Azevedo (2004) destaca:

A colocação de uma questão ou problema aberto como ponto de partida é ainda um aspecto fundamental para a criação de um novo conhecimento. Bachelard (1996) assinala que "todo conhecimento é a resposta a uma questão". (...) Podemos dizer, portanto, que a aprendizagem de procedimentos e atitudes se torna, dentro do



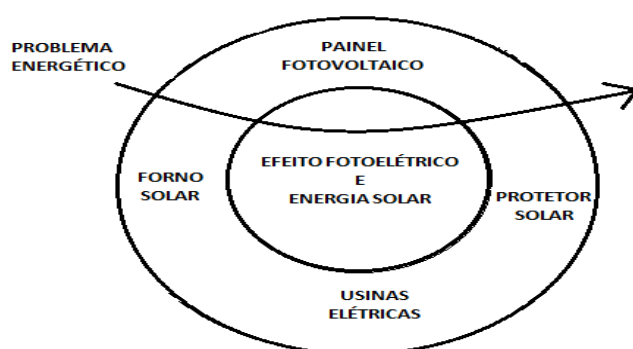
processo de aprendizagem, tão importante quanto a aprendizagem de conceitos e/ou conteúdos (p.21).

Para o professor se adaptar a essa nova sala de aula é necessário um grande conhecimento do tema para conseguir orientar sem induzir os alunos para a resposta esperada, ao fornecê-la o docente interrompe o processo de construção do aluno. Penha (2006) destaca alguns cuidados a serem tomados pelos professores na interação com os alunos:

Como o aluno nesta proposta deixa de ter a posição passiva de assistir às aulas e passa a influenciar na sua estruturação, delineando caminhos, estratégias de atuação, questionando, perguntando, caberá ao professor ser ao mesmo tempo incentivador e fomentador destas propostas como também o elemento aglutinador das diferentes ideias para estruturar o caminho a ser seguido. Nesta sua função de análise das estratégias definidas pelos estudantes, o professor deverá ter o cuidado de jamais ridicularizar quaisquer dúvidas ou perguntas que possam surgir, por mais elementares que possam parecer, sobre pena de destruir a relação de confiança que deve permear todo o trabalho. Caberá ao professor, sempre que possível, vincular aos diferentes estudantes ou grupos de estudantes as boas ideias surgidas, destacando-as para a turma e referindo-se ao estudante ou grupo sempre que utilizar tal ideia. Enfim, caberá ao professor as palavras de incentivo e motivação, procurando sempre que possível enaltecer o esforço e o empenho dos estudantes no tratamento de determinado tema (p.38).

Durante toda a atividade buscamos montar uma dinâmica que integrasse os pontos propostos por Carvalho (2011) para gerar condições em que as interações sociais acontecessem. A atividade é toda planejada para se desdobrar com os alunos assumindo uma postura ativa e o professor passando a orientá-los. E adotando a organização do tema, como proposto por Aikenhead (1994), temos o seguinte diagrama:

Figura 3
Organização de acordo com a proposta de Aikenhead



Fonte: Correia, (2019)

Iniciamos com a discussão do tema social (problema energético) seguindo para o aprofundamento a conteúdos relacionados aos conhecimentos tecnológicos ou tecnologias (painel



fotovoltaico, forno solar, usinas elétricas e protetor solar), que na sequência se conectam aos conceitos científicos (efeito fotoelétrico e energia solar) aderindo a compreensão da situação tecnológica e, em seguida, retornamos para um entendimento mais amplo do problema proposto.

A ATIVIDADE

Dentro do leque de opções para se trabalhar com energia solar decidimos elaborar uma atividade para os alunos compreenderem como é feita a transformação da energia solar em energia elétrica focando nos efeitos e potencialidades sociais e tecnológicas causados por esse fenômeno. Criamos uma sequência para verificar os efeitos e potencialidades de todas as radiações emitidas pelo Sol, desta forma, acreditamos que o aluno alcance o entendimento da transformação energética.

Planejamos uma atividade para durar quatro dias de aula totalizando oitos tempos de 45 minutos para ser aplicada em uma turma da 3ª série do ensino médio. Foi necessário utilizar um dia a mais apenas para entregar um material de consulta, totalizando cinco dias.

Tabela 4
Cronograma das atividades

| Dia | Nome da atividade | Dinâmica | Tema abordado |
|------------|--|--|------------------------|
| 0 | Entrega do quadro de vantagens e desvantagens das formas de energia | - | - |
| 1 | Problematização da Matriz Energética | Vídeos expositivos sobre o problema. Debate através do Júri-simulado. | Matriz energética |
| 2 | Investigando a Radiação Solar | Experimento do forno solar de caixa | Radiação Infravermelho |
| 3 | Efeitos da radiação ultravioleta | Experimento do papel jornal | Radiação Ultravioleta |
| 4 | Introdução do Efeito fotoelétrico para explicar o painel fotovoltaico. | Roteiro | Radiação Solar |

Fonte: Os autores

Para os dias 2,3 e 4 foram utilizados roteiros de perguntas para serem respondidos em grupos. Porém, se faz necessário entender que, como este trabalho é uma atividade investigativa, as perguntas presentes no roteiro foram elaboradas para que haja a discussão entre os alunos, se diferenciando do roteiro típico sem aberturas para interação entre alunos.



Dia Zero: Entrega do quadro de vantagens e desvantagens das formas de energia

Esse dia é apenas para distribuir dois quadros aos alunos para que leiam sobre alguns pontos favoráveis e contrários a todas as fontes energéticas presentes na matriz brasileira, para que possam argumentar durante o debate que será realizado no próximo dia da atividade. Um dos quadros traz as vantagens e outro as desvantagens de cada forma de produção energética. Os quadros trazem os links para poderem acessar os artigos, notícias ou documentos de onde foram retirados esses dados coletados no ano de 2018.

Montamos para cada tipo de energia de 3 a 4 pontos positivos e negativos, envolvendo impactos ambientais, custos e potencialidade de produção.

Quadro 1

Exemplo de vantagem colocada no quadro entregue para os alunos

| | | |
|---------------|--|---|
| EÓLICA | A energia produzida pelas usinas eólicas chegou a ser responsável por 64% da energia consumida na Região Nordeste, no dia 14 de setembro do ano passado. A ABEEólica estima que o Brasil, cuja capacidade instalada é 12 GW, tenha potencial eólico superior a 500 GW. (1) | https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2018/04/leilao-de-energia-viabiliza-investimento-de-r-53-bi-em-novas-usinas.shtml . |
|---------------|--|---|

Fonte: Correia (2019)

Dia 01: Problematização da Matriz Energética

Para iniciar a atividade reproduzimos o vídeo "O Brasil e as mudanças climáticas" do canal Nerdologia (Nerdologia, 2017) que traz informações políticas e gerais sobre as mudanças climáticas, discutindo a criação e importância da Conferências das Partes (COP) e os compromissos mundial e brasileiro para a solução desses problemas.

Na sequência é montado um Gráfico Humano (distribuição proporcional dos alunos em grupos de acordo com os dados do gráfico) correspondente a meta da matriz energética que o país pretende alcançar em 2030, que seria 45% de fontes renováveis e 55% de não renováveis. Desta forma, o professor inicia a problematização levantando alguns questionamentos de maneira que fuja do estilo "pergunta e resposta". Por ser uma atividade investigativa, o professor insere as perguntas durante o debate, podendo aparecer com outra estrutura.



- Esses temas já foram estudados por vocês em qual disciplina?
- Vocês acham que o nosso país está perto de cumprir as metas do Acordo de Paris?
- Quais os melhores tipos de energias renováveis que podem ser aproveitadas no Brasil?
- Como podemos mudar esse quadro?
- Qual o principal meio de produção de energia elétrica do Brasil? Ele é renovável? É benéfico dependermos desse meio de produção?

Com o término da discussão é apresentado o gráfico da matriz energética brasileira de 2018 (figura 1) e é feito a distribuição dos alunos de 2 grupos (renováveis e não renováveis) para 6 grupos (Hídrica, Eólica, Nuclear, Fóssil, Biomassa e Solar), seguindo a porcentagem da proporção da matriz, tornando assim a situação mais visível, que desta forma é feito os questionamentos em busca de novas opiniões.

Ao término dessa primeira discussão o professor começa a organizar o Júri-simulado, para a turma debater um grupo contra o outro suas ideias acerca do tema. A dinâmica segue como se fosse um debate político de eleições.

Figura 4
Ilustração de júri simulado



Fonte: Correia (2019)

Através de um sorteio, elegemos três ministros:

- Ministro (a) de Minas e Energia.
- Ministro (a) da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicação.
- Ministro (a) do Meio Ambiente



Para completar o Júri, o professor faz o papel do Ministro da Fazenda. Ao final do debate eles terão que dar suas opiniões e escolhas sobre qual tipo de fonte energética para sair do problema que estamos. Cada ministro dará seu parecer respeitando seu ministério, e os demais alunos se tornam representantes da forma de produção energética, tendo que defendê-la e enaltecê-la para que seja escolhida.

As regras do debate são:

- Um representante sorteia uma ficha de “argumento” para iniciar sua pergunta, tendo somente 1 minuto e 30 segundos para finalizá-la.
- O representante questionado tem 1 minuto para responder.
- Após a resposta, o representante que respondeu à pergunta tira outra ficha dando continuidade ao debate.

A ficha de "argumento" são as desvantagens dos meios de produção, que foram disponibilizados no dia zero. Durante todo júri, os quadros de vantagens e desvantagens podem ser consultados, porém é a ficha sorteada que define o tema da pergunta e para quem será destinada. Ao todo são 20 fichas, cerca de 3 ou 4 para cada forma de produção.

Então, por exemplo se o representante da Eólica sortear uma ficha de “argumento” sobre a energia hídrica, ele terá que ler a ficha e baseado na desvantagem lida realizar uma pergunta para o outro representante. Ao final de sua resposta o representante da hídrica sorteia outra ficha “argumento” dando continuidade.

O debate se inicia com um vídeo de uma notícia que relata o problema energético pelo qual o país estava passando no mês Janeiro de 2018, no programa Bom dia Brasil (Carvalho, 2018). No vídeo os jornalistas falam do aumento da conta de luz devido à prolongada falta de chuvas. Assim, o primeiro sorteio é feito pelos representantes da Hídrica, dando início ao Júri-Simulado.

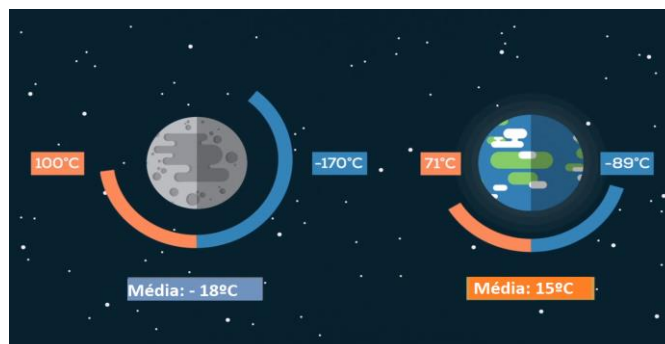
Dia 02: Investigando a Radiação Solar

Neste dia inicia o aprofundamento da discussão sobre energia solar, cujo objetivo é investigar a transformação energética da radiação solar em energia térmica, fazendo uso de um forno solar acompanhado do roteiro de perguntas. Toda atividade segue sendo realizada com a turma dividida em grupos e é necessário que haja Sol para utilizarem o forno solar.



A primeira pergunta é sobre a comparação das temperaturas máximas e mínimas da Terra e Lua, na aproximação em que recebem a mesma intensidade de radiação solar.

Figura 5
Imagem do roteiro da atividade



Fonte: Correia (2019)

Com o intuito dos alunos explanarem o que sabem sobre a formação da atmosfera de nosso planeta sabendo que é ela a responsável por regular a temperatura na Terra.

Na continuidade, os alunos precisam periciar o forno solar de caixa que é distribuído para cada grupo, para identificar todos os materiais utilizados e encontrar suas funções. O forno foi construído pelo professor com materiais de baixo custo.

Figura 6
Forno solar de caixa construído pelo professor



Fonte: Correia (2019)

Os materiais utilizados em sua construção foram: três caixas de papelão, fita prateada ou papel alumínio, tesoura, cola branca, tinta preta, isopor, pasta em L transparente, fita durex, algodão e fio de nylon. Seu funcionamento acontece da seguinte forma: os raios solares atravessam a tampa transparente (pasta em L) do forno solar e aquecem o seu interior, que possui suas paredes espelhadas (papel alumínio) para o melhor aproveitamento da radiação devido à reflexão. O fundo da



caixa é todo pintado de preto para que absorva o máximo de radiação, aquecendo-se e ajudando a cozinhar o alimento. As caixas e o material entre elas são isolantes térmicos (isopor) para reduzir a perda de calor, a tampa é refletora (papel alumínio) utilizada para aumentar a incidência dos raios no forno melhorando seu rendimento.

Após a perícia, cada grupo tem que escolher, justificando sua opção, uma das três receitas disponíveis para cozinhar, são elas: banana assada, ferver água (para fazer chá ou café) ou queijo quente. E ainda é necessário decidir se utilizam o adereço especial ou não.

Este adereço é como se fosse uma rede de algodão, que é pendurada dentro do forno, entre o alimento e a tampa, executando papel semelhante às nuvens. Outros elementos do forno fazem papéis comparáveis à situação real da Terra, por exemplo, a tampa de plástico simula a atmosfera, já que é responsável por deixar parte da radiação entrar e impede outra parte de sair, o fundo da caixa em preto é similar ao solo, pois, recebe a radiação e eleva sua temperatura.

Uma vez que cada grupo realiza suas escolhas, todos descem para o pátio da escola para tentar executá-las, daí a necessidade de estar ensolarado durante a aplicação. Com as receitas em preparo dentro do forno, os alunos respondem o roteiro sobre a que situação que estão submetidos.

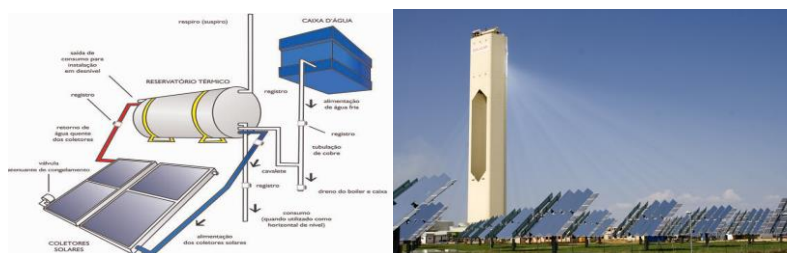
Os questionamentos abordam temas como, o funcionamento do forno e sua possível otimização, análise gráfica da radiação emitida pelo Sol, balanço das radiações que a atmosfera absorve e reflete, comparação do forno solar com a atmosfera e o fogão de casa comum, tipo de radiação que estão utilizando no cozimento.

Com todo esse processo buscamos fazer com que os alunos entendam quais radiações que o Sol prevalentemente emite, qual delas é responsável pelo funcionamento do forno e ao compararem com a situação real, como a atmosfera interfere no processo do aquecimento da Terra.

Dia 03: Efeitos da radiação ultravioleta

O terceiro dia começa com a apresentação de duas tecnologias, que utilizam um processo semelhante ao do Forno Solar de Caixa, transformando energia solar em energia térmica; que são: o painel para aquecer água e a usina hélio térmica, respectivamente.

Figura 7
Imagens do roteiro da atividade



Fonte: Correia (2019)

No roteiro há as explicações de seus funcionamentos, então é pedido para que cada grupo analise as transformações energéticas que ocorre em cada caso e compare com o Forno Solar. Em ambos os casos, a energia recebida é a solar e ao final da transformação é convertida em energia térmica. E ainda são levantadas as questões sobre essas tecnologias serem ou não utilizadas no Brasil, o preço completo do aquecedor d'água e o efeito da radiação infravermelha nos equipamentos mostrados.

Desta forma, encerra a primeira conversão apresentada, energia solar em térmica, na sequência é iniciado a abordagem do ultravioleta. Para começar é reproduzido um vídeo como motivação que discute o perigo de ficar exposto ao Sol.

O vídeo é uma propaganda de uma marca de protetores solares infantis, que traz junto ao produto um adesivo que muda de cor devido ao tempo exposto ao Sol, alertando o responsável para reforçar o protetor na criança. Como essa é uma preocupação comum, ainda mais na cidade do Rio de Janeiro, os alunos sabem dos perigos. Fazemos uso dessa bagagem conceitual e questionamos os estudantes sobre a maneira que se protegem do Sol, quais os perigos de ficarem expostos por muito tempo e se há benefícios, os tipos de produtos que utilizam e suas características e, por fim, qual radiação é a responsável por esses efeitos.

Depois de terem respondido e discutido os efeitos de exposição, os alunos são colocados para provar os conceitos trabalhados. Para isso é fornecido para cada grupo papel jornal, protetores solares de fatores diferentes e pedaço de tecidos.

A proposta para a turma é criar um "projeto" que possa verificar as precauções discutidas anteriormente, a fim de estudar o efeito de ficar exposto ao Sol por longos períodos. Tendo que responder três perguntas: Quais são as previsões do seu grupo para esse experimento? Quais preocupações são precisas levar em conta para ter êxito nesse experimento? Como o seu grupo vai registrar dos dados para provar ao professor sobre a verificação feita pelo grupo sobre o efeito de ficar exposto ao Sol.



O papel jornal é utilizado nesse experimento porque ao ficar exposto ao Sol sofre um efeito parecido com o da pele humana, ele sofre oxidação alterando sua cor tornando-se mais amarelado. Em nosso corpo a melanina sofre oxidação tornando a pele mais bronzeada.

Na figura abaixo está representado o efeito do Sol em cinco papeis com níveis de proteção diferente. Da direita para esquerda temos: sem proteção, proteção fator 15, proteção fator 30, proteção fator 15 com tecido em cima e logo abaixo desses, um papel de prova que não ficou exposto ao Sol.

Figura 8
Papeis jornais após exposição ao Sol



Fonte: Correia (2019)

Ao término da atividade experimental os alunos concluem o terceiro dia de atividade. A partir deste ponto já houve a discussão sobre duas radiações: a infravermelha e ultravioleta, em dois fenômenos distintos, cozimento no forno solar e o bronzeamento do papel jornal.

Este desenvolvimento vai dando margem para levantar mais questionamentos: quais outros efeitos a radiação solar podem provocar? Como e por que ela é utilizada para gerar energia elétrica? Os painéis fotovoltaicos funcionam de que maneira, já que transformam luz em energia elétrica?

Desta forma, os conceitos físicos presentes na conversão da luz em energia elétrica, que surgiram como a solução da problemática inicial, aparecem na construção da sequência investigativa.

Dia 04: Introdução do Efeito fotoelétrico para explicar o painel fotovoltaico

O quarto e último dia de atividade são focados no tema que encadeou toda a sequência didática, como a energia solar é convertida em energia elétrica, tangenciando a dificuldade de levar



para a sala de aula os conceitos do efeito fotoelétrico e da quantização de energia para uma turma de ensino médio, optamos por trabalhar o fenômeno que acontece no painel fotovoltaico utilizando conceitos conhecidos pelos estudantes, abordando assim a lei da conservação de energia presente no efeito fotoelétrico. A energia do elétron é a energia recebida pela luz menos a energia de "interação" com o material, devido à conservação de energia, o excesso de energia do elétron é transformado em energia cinética.

Para iniciar a atividade, os alunos respondem um conjunto de perguntas que abordam suas concepções sobre painel fotovoltaico, explorando assuntos como a dependência com a quantidade de luz, capacidade de armazenamento, o tipo de material, preço do painel e instalação, radiação necessária e como se dá o funcionamento do painel.

Na sequência, o roteiro insere utilizando textos explicativos, características sobre essa tecnologia e os conceitos físicos que esclarecem o seu funcionamento, sendo eles o efeito fotoelétrico e a quantização de energia. Dado a complexidade do tema decidimos montar nossa explicação para alinhar com o objetivo da atividade.

Quadro 2

Explicação do efeito fotoelétrico do roteiro

Existe um fenômeno que explica a transformação da luz em corrente elétrica ao ser incidida sobre uma superfície metálica. Como já vimos anteriormente, a luz transporta energia; ao interagir com os elétrons do metal vai ceder a esses uma determinada energia correspondente à qualidade da luz. Assim os elétrons do metal são arrancados originando uma corrente elétrica. Esse fenômeno é chamado de **Efeito Fotoelétrico**.

Fonte: Correia (2019)

Quadro 3

Explicação da quantização de energia

Esse fenômeno só foi explicado devido às ideias de Planck, que levanta a ideia sobre a quantização da radiação e vai matematizar, enquanto Einstein propôs a ideia do fóton de luz ou quanta de luz. Mas o que isso significa?

Planck mostrou que a energia é "quantizada", ou seja, vem em pacotes de energia. E cada pacote possui o valor de:

$$E = h \cdot f$$

Sendo f a frequência da radiação e h uma constante chamada de Constante de Planck.

Einstein "analisou a luz como se realmente fosse feita de partículas minúsculas - chamou-as de quanta de luz - em vez de ser uma onda contínua." (Issacson, p. 114).

Fonte: Correia (2019)



Com os novos conceitos é pedido para reexplicarem o funcionamento do painel solar, confrontando as concepções antigas, de luz como onda, com a nova interpretação a luz sendo um fóton. E através dessa nova interpretação o roteiro traz vários questionamentos envolvendo a análise gráfica do espectro de absorção do Painel Solar, Função Trabalho, aproveitamento da radiação pelo Painel e a relação matemática da conversão energética do fenômeno.

As perguntas foram elaboradas para focar algumas preocupações físicas presente no efeito fotoelétrico, como por exemplo: o fenômeno não depende da intensidade da luz, a existência de uma frequência mínima para que ocorra o fenômeno e que energia para “arrancar” os elétrons do metal não depende da intensidade, mas sim da frequência da luz.

Apesar de não ter sido possível encaixar uma experimentação neste dia, pontuamos algumas das preocupações e explicações físicas que envolvem o tema do Efeito Fotoelétrico de uma maneira diferente. Assim, acreditamos que a formalização conceitual em sala de aula será mais proveitosa, pois os alunos participaram da construção de suas ideias sobre esse tema.

Alguns resultados obtidos

Apresentaremos a análise de alguns momentos da atividade, todas as falas foram manuscritas como ditas em sala de aula, os nomes utilizados são fictícios e a numeração dos turnos foi mantida de acordo com a transcrição completa da atividade. Através dos Indicadores de Alfabetização Científica apresentadas por Sasseron e Carvalho (2008) analisamos as discussões dos alunos e procuramos momentos que trazem evidências de que a Alfabetização Científica esteve presente, de acordo com a autoras:

Estes indicadores são algumas competências próprias das ciências e do fazer científico: competências comuns desenvolvidas e utilizadas para a resolução, discussão e divulgação de problemas em quaisquer das Ciências quando se dá a busca por relações entre o que se vê do problema investigado e as construções mentais que levem ao entendimento dele (p. 338).

Tabela 5
Indicadores da Alfabetização Científica.

| Indicadores da Alfabetização Científica |
|---|
|---|



| | | |
|--|-------------------------------------|--|
| Indicadores para trabalhar com os dados de uma investigação | Seriação de informações | Indicador que não necessariamente prevê uma ordem a ser estabelecida, mas pode ser um rol de dados, uma lista de dados trabalhados. |
| | Organização de informações | Ocorre nos momentos em que se discute sobre o modo como um trabalho foi realizado. |
| | Classificação de informações | Ocorre quando se busca conferir hierarquia às informações obtidas. |
| Indicadores para estruturação do pensamento | Raciocínio lógico | Compreende o modo como as ideias são desenvolvidas e apresentadas e está diretamente relacionada à forma como o pensamento é exposto. |
| | Raciocínio proporcional | Mostra como se estrutura o pensamento, e refere-se também à maneira como variáveis têm relações entre si, ilustrando a interdependência que pode existir entre elas. |
| Indicadores para entendimento da situação analisada | Levantamento de hipóteses | Aponta instantes em que são alçadas suposições acerca de certo tema (pode surgir da forma de uma afirmação ou de uma pergunta). |
| | Teste de hipóteses | Colocar à prova as suposições anteriormente levantadas (pode ocorrer tanto diante da manipulação direta de objetos quanto no nível das ideias). |
| | Justificativa | Quando em uma afirmação qualquer proferida lança mão de uma garantia para o que é proposto. |
| | Previsão | É explicitado quando se afirma uma ação e/ou fenômeno que sucede associado a certos acontecimentos |
| | Explicação | Quando se busca relacionar informações e hipóteses já levantadas. |

Fonte: Dados extraídos da Sasseron e Carvalho (2008 apud Penha, Carvalho e Vianna 2009, p.4)

O primeiro episódio que trago é a conclusão do júri-simulado, afinal este foi o ponto de partida para toda a atividade. Recapitulando rapidamente, neste primeiro dia os alunos discutiram sobre a COP, as mudanças climáticas e a situação brasileira, depois foram divididas de tal forma que cada um defendesse um meio de produção energética. Durante o debate, foram realizadas em torno de 7 perguntas entre os participantes e ao final o professor dá a palavra para os ministros darem seus veredictos.

| TURNOS | NOME | FALA | BREVE COMENTÁRIO | INDICADORES |
|--------|------|------|------------------|-------------|
|--------|------|------|------------------|-------------|



| | | | | |
|-----|--------------------------|--|---|--|
| 363 | Professor | Vamos lá gente, estamos em uma situação crítica, nossos candidatos estão com dificuldades. Andréia dada essa primeira discussão, qual tipo de energia você escolheria? | Pede a opinião dos ministros para sistematizar o que foi discutido. | |
| 364 | Andréia (Ministra M.A) | Olha por ser Ministra do Meio Ambiente, não entendi muito bem a Biomassa, a outra mata pássaros. Ela aqui (apontando para hídrica) pode quebrar barreira e destruir... fauna e flora de um lugar. Nuclear é muito perigosa, pode explodir tudo. Eu acho que a única que não indica risco para o meio ambiente é a Solar. | | Raciocínio Lógico E Levantamento de Hipótese |
| 365 | Professor | Ministra de Minas e Energia temos um problema, como a representante da eólica falou... Nosso aproveitamento solar é um pouco baixo e o representante da fóssil, colocou bem no início que produz bastante energia e é fácil de construir, certo? | Apresenta uma sistematização da discussão para questionar a Ministra. | |
| 366 | Andréia (Ministra M.A) | Mas acaba! | Interrompendo | |
| 367 | Professor | Mas o problema energético é agora!! Não é daqui 20anos. Então temos a possibilidade da fóssil, temos a Biomassa apesar de não se colocar bem ela também é rápida de construir e a Hídrica tem um potencial enorme para tal, uma vez que já dependemos dela. Qual sua posição até o momento nessa discussão. | Apresenta uma sistematização da discussão para questionar a Ministra. | |
| 368 | Joana (Ministra M.E) | Queria falar duas coisas: 1º apesar de ser muito boa e eficaz tem uma desvantagem, queima combustível e produz dióxido de carbono, só ai acabou com tudo. Já não quero fóssil | | Raciocínio Lógico |
| | | {...} conversas paralelas | | |
| 374 | Paula (Ministra C.T.I.C) | Por enquanto em minha opinião, as melhores para investirem agora são a Eólica e Solar. Porém a Eólica tem um problema que pode causar desvantagem nos bichinhos, eles batem e morrem. Mas também pensei, como tem que colocar em um lugar que tenha vento. Então colocamos no deserto. | | Raciocínio Lógico E Levantamento de Hipótese |



| | | | | |
|-----|--------------------------------|--|--|-----------------------------------|
| 375 | Professor | Temos deserto? | | |
| 376 | Paula (Ministra C.T.I.C) | Não.. então (risadas da turma). A solar tem um custo alto. A fóssil tem a poluição, combate o negócio da energia e depois tem que gastar dinheiro com a poluição. | "Negócio" se referindo ao problema. | Raciocínio Lógico e Explicação |
| | | {...} | | |
| 401 | Paula (Ministra C.T.I.C) | Temos que pensar que todas tem seu lado bom e seu lado ruim, não vamos ter petróleo para sempre. Não temos terremoto nem nada, mas no momento temos que pensar no agora, o agora são essas duas. | "essas duas" se referindo a Solar e Eólica | Raciocínio Lógico |
| 402 | Marcela (Hídrica) | Também acho | | |
| 403 | Pedro (Fóssil) | Mas elas não dão produtividade suficiente | | Teste de Hipótese |
| 404 | Professor | Andréia sua opinião. | Dá a palavra para a aluna. | |
| 405 | Andréia (Ministra M.A) | Acho que temos que complementar a Solar com alguma outra e todas as outras tem vantagens e desvantagens, mas.... então a hídrica seria uma boa, a biomassa não entendi muito bem | | Levanta Hipótese |
| 406 | Maria (Biomassa) | Não acho que a biomassa seria uma boa. | | Levantar a Hipótese |
| 407 | Professor | Ela não é boa? | Questiona a ideia apresentada | |
| 408 | Maria (Biomassa) | Não que ela não é boa, acho que não seria ideal. | | Levantar a Hipótese (continuando) |
| 409 | Andréia (Ministra M.A) | Pro meio ambiente teria menos risco... | | Justifica |
| 410 | Marcela (Hídrica) | A que tem menos risco para o meio ambiente é a Solar. | | Previsão |
| 411 | Andréia (Biomassa) | Já votei na solar, queria outra. | | |
| 412 | Luiza (Solar) | Não gostei da biomassa, porque estamos tendo um problema grande com água, com a perda de água potável e a maior parte da água potável é perdida na agricultura e a biomassa basicamente necessita da agricultura porque ela vem muito da cana de açúcar e a gente estaria desperdiçando muito água, como a gente viu, estamos com pouca reserva. Ela não condiz com o momento. | | Raciocínio Lógico |
| 413 | Maria (Biomassa) | Além de ser uma das maiores fontes de gases tóxicos. A queima | | Justificativa |



| | | | | |
|--|--|-------------------------|--|--|
| | | da biomassa é sinistra. | | |
|--|--|-------------------------|--|--|

Entre os turnos 376 e 401 o professor também questionou os representantes para darem sua opinião sobre a situação descrita, afinal foram os responsáveis pela argumentação durante a dinâmica. Suas conclusões estão nos turnos 410, 411 e 412.

Os estudantes apresentaram argumentos políticos e sociais relevantes para a discussão, conseguiram defender seus pontos de vista durante o debate e fizeram oposição aos outros, construíram a decisão sobre a energia solar com confiança.

Outro ponto marcante da atividade foi a discussão no último dia sobre o efeito fotoelétrico, o grupo analisado estava com muita dificuldade de entender o fenômeno, mesmo com a explicação do roteiro, foi necessário o professor intermediar uma leitura pausadamente dos alunos. Dessa forma a Luiza conseguiu elaborar um desenho onde foi o ponto de partida para explicar a situação a seus colegas.

| TURNO | NOME | FALA | BREVE COMENTÁRIO | INDICADORES |
|-------|-----------|---|---|--------------------------------|
| 522 | Luiza | AH, entendi! A luz tem energia, ai a luz vai e cede um pouquinho de energia pro metal. Entendi. Não sabia que a luz transportava energia, acabei de descobrir, agora tudo faz sentido. | | Raciocínio Lógico |
| 523 | Maria | Oi? | | |
| 524 | Luiza | A luz tinha energia. Ai... | | Organização de informação |
| 525 | Marcela | Aqui ó, os elétrons recebem. | | |
| 526 | Luiza | Eu acabei de falar. A luz transporta energia, e essa energia vai interagir com os elétrons. | | Raciocínio Lógico (reforçando) |
| 544 | Marcela | PROFESSOR , vê se é isso que eu e LUIZA pensamos. | | |
| 546 | Luiza | Tem a luz, ai a luz da energia, ela tem energia não tem? | | Raciocínio Lógico |
| 546 | Professor | A luz tem energia... | Acompanhando o raciocínio. | |
| 547 | Luiza | Ai o metal tem o que? Elétrons | | Raciocínio Lógico |
| 548 | Professor | Até que ela queima e cozinha... O metal tem elétrons. | Acompanhando o raciocínio e respondendo a pergunta. | |
| 549 | Luiza | Ai a luz vai e reage com esse elétron... | | Raciocínio Lógico |
| 550 | Marcela | Do metal. | | |
| 551 | Professor | Hmm.. do metal. | Acompanhando o | |



| | | | | |
|-----|---------|---|-------------|-------------------|
| | | | raciocínio. | |
| 552 | Marcela | Aí tem essa reação, e ele vai e cede energia, para a gente poder acender a luz. | | Raciocínio Lógico |

Ao final dessa pequena etapa de interpretação o grupo conseguiu responder o roteiro que questionava a explicação do painel fotovoltaico com a nova concepção da luz em comparação com a análise na forma da radiação, foi possível atingir o ponto principal proposto nessa pergunta que envolve a mudança na concepção da natureza luz.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta sequência de ensino foi criada com intuito de mudar o status quo da sala de aula e levar aos alunos um aprendizado mais humanístico da ciência, se baseando em enfoques atuais de ensino de Física que visam a participação do aluno e a contextualização da atividade com o cotidiano.

O material possibilita a motivação dos estudantes, mudando a dinâmica em cada dia para que eles não saiam do entrosamento com o tema e continuem investigando. Altera a postura passiva para ativa, tornando-o construtor de seu conhecimento.

Apesar de ser muito complicado para um professor construir uma sequência de ensino investigativo devido à realidade do mercado em que está inserido, tendo necessidade de trabalhar em várias escolas, sobrando pouco tempo disponível.

A análise dos áudios mostrou que é possível levar para o ensino médio uma sequência de ensino investigativo, onde em cada dia os alunos alcançaram as atitudes de uma investigação, de acordo com Carvalho (2018).

Definimos como ensino por investigação o ensino dos conteúdos programáticos em que o professor cria condições em sua sala de aula para os alunos: pensarem, levando em conta a estrutura do conhecimento; falarem, evidenciando seus argumentos e conhecimentos construídos; lerem, entendendo criticamente o conteúdo lido; escreverem, mostrando autoria e clareza nas ideias expostas (p.766 - Nosso grifo)”.

Dos exemplos trazidos aqui verificamos que no primeiro dia os estudantes apresentaram argumentos políticos e sociais relevantes para a discussão e conseguiram defender seus pontos de



vistas. Já no último dia apesar da dificuldade com a interpretação do efeito fotoelétrico e da quantização de energia responderam o roteiro de maneira coerente e ciente dos questionamentos.

Destacamos assim a importância de levar o conhecimento científico contextualizado com a realidade do aluno de maneira acessível para que ele possa compreender que a ciência está no ambiente ao seu redor, presente nas tecnologias e influenciando a sociedade. Assim, é mostrado para o aluno, que é preciso ter o "saber científico" na hora de participar das discussões e na tomada de decisões sobre os acontecimentos diários da sociedade.

REFERÊNCIAS

- AIKENHEAD, G. S. What is STS science teaching? In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. (Orgs.). STS education: international perspectives on reform. New York: Teachers College Press, 1994. p. 47-59.
- ANAEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil), Matriz de Energia Elétrica. ANAEEL, 2018. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/OperacaoCapacidadeBrasil.cfm>>. Acessado em: 13 de out. 2018.
- AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. (Org.). Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Pioneira, 2004, p. 19-33.
- BRASIL, Ministério da Educação (MEC). Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf>. Acessado em: 15 out. 2021.
- _____, Ministério do Meio Ambiente (MMA). Acordo de Paris. Brasília: MMA, 2016. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris>>. Acessado em: 29 set. 2019.
- CARVALHO, A. M P. Ensino e aprendizagem de ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas- (SEI). In: O uno e o diverso na educação, 2011.
- _____. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 18(3), 765-794, 2018.
- CORREIA, F. M., Convertendo a radiação solar em energia elétrica. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física). Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), p.205. 2019. Disponível em:



<https://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/dissertacoes/2019_Felipe_Correia/dissertacao_Felipe_Correia.pdf>. Acessado em 20 out. 2021.

MACÁRIO, C. Crise energética no Brasil. Piauí: 2021. Disponível em:

<<https://piaui.folha.uol.com.br/lupa/2021/07/19/crise-energetica-no-brasil/>>. Acessado em: 01 out. 2021.

NASCIMENTO, R.L, Energia solar no Brasil: situação e perspectivas. Consultoria Legislativa - Estudo Técnico. Câmara dos Deputados, 2017. Disponível em:

<http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/32259/energia_solar_limp.pdf?sequence=1> Acessado em: 15 out. 2021.

NERDOLOGIA, O Brasil e as mudanças climáticas. 2017.(9m42s). Disponível em:

<https://www.youtube.com/watch?v=eurz_TPwxIw&t=39s>. Acessado em: 15 de out. 2021.

PENHA, S. P. A Física e a Sociedade na TV. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ), 2006.

PENHA, S. P. A Física e a Sociedade na TV. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ), 2006.

SANTOS, W. L. P., SCHNETZLER, R. P. (1997). Educação em química: compromisso com a cidadania. Ijuí: UNIJUÍ

_____, W.L.P, EDUCAÇÃO CTS E CIDADANIA: CONFLUÊNCIAS E DIFERENÇAS. Revista de Educação em Ciências e Matemáticas V.9 , n17, p.49-62, 2012.

SANTOS, W.L.P e MORTIMER, E.F, Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências. V02, N2, 2002, UFMG`.

SASSERON, L. H, e MACHADO, V. F, PIETROCOLA, M (org), Alfabetização Científica na prática – Inovando a forma de ensinar Física. São Paulo: Livraria da Física, 2017. – (Série Professor Inovador)

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008. Disponível em:

<http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID199/v13_n3_a2008.pdf>. Acesso em: 15 de out. 2021.