

Produção e Utilização de Energia no Contexto do Agronegócio Tocantinense: uma Abordagem Pautada nas Relações Ciência, Tecnologia e Sociedade para o Ensino Médio Técnico

Energy Production and Utilization in the Context of Tocantins Agribusiness: An Approach Based on Science, Technology and Society Relations for Technical High School

Producción y utilización de energía en el contexto de los agronegocios de Tocantins: un Enfoque Basado en las Relaciones de Ciencia, Tecnología y Sociedad para la escuela secundaria técnica

Recebido: 08/10/2019 | Revisado: 14/10/2019 | Aceito: 15/10/2019 | Publicado: 29/10/2019

Nádia Vilela Pereira

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7853-8594>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Brasil

E-mail: nadia@ifto.edu.br

Mauro Sérgio Teixeira de Araújo

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0088-8973>

Universidade Cruzeiro do Sul, Brasil

E-mail: mstaraujo@uol.com.br

Resumo

Este trabalho tem por objetivo investigar a articulação entre o conceito de energia e questões sociais e ambientais dentro do contexto do agronegócio no estado do Tocantins, pertencente à região centro-oeste brasileira, com ênfase nas relações Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), amparadas em um conjunto de intervenções didáticas e pedagógicas. Os sujeitos da pesquisa foram estudantes do 3º ano do Ensino Médio Integrado ao Ensino Técnico em Administração e em Agronegócio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO) – Campus Palmas. Foram utilizadas estratégias de ensino como leitura e discussão de textos, apresentação de vídeos e PowerPoint, atividades experimentais em laboratório, além de visita técnica à uma usina solar pertencente à própria instituição. Como resultados dessa investigação, verificamos que apesar dos desafios inerentes à abordagem CTS, a mesma pode oferecer uma educação de melhor qualidade, integrada e próxima à realidade e expectativa dos alunos, permitindo compreender que a aprendizagem em Física

vai muito além de seus conteúdos básicos. A proposta possibilitou aos estudantes a adoção de uma postura mais crítica, reflexiva e o desenvolvimento de valores e atitudes relacionados às questões sociais e ambientais, bem como um compromisso com a aprendizagem para a vida e para o exercício da Cidadania.

Palavras-chave: Produção e utilização de energia. Agronegócio. Enfoque CTS. Formação cidadã.

Abstract

This paper aims to investigate the articulation between the concept of energy and social and environmental issues within the context of agribusiness in the state of Tocantins, belonging to the Brazilian Midwest region, with emphasis on Science, Technology and Society (CTS) relations, supported by a set of didactic and pedagogical interventions. The research subjects were students of the 3rd year of High School Integrated to Technical Education in Administration and Agribusiness of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Tocantins (IFTO) - Campus Palmas. Teaching strategies such as reading and discussion of texts, presentation of videos and PowerPoint, experimental activities in the laboratory, and technical visit to a solar plant belonging to the institution were used. As a result of this research, we found that despite the challenges inherent in the CTS approach, it can offer a better-quality education, integrated and close to the reality and expectation of students, allowing us to understand that learning in physics goes far beyond its basic contents. The proposal enabled students to adopt a more critical, reflective stance and the development of values and attitudes related to social and environmental issues, as well as a commitment to learning for life and the exercise of citizenship.

Keywords: Energy Production. Use of energy. Agribusiness. CTS focus. Citizen formation.

Resumen

Este trabajo tiene como objetivo investigar la articulación entre el concepto de energía y los problemas sociales y ambientales dentro del contexto de los agronegocios en el estado de Tocantins, perteneciente a la región del Medio Oeste de Brasil, con énfasis en las relaciones de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), respaldado por un conjunto de intervenciones didácticas y pedagógicas. Los sujetos de investigación fueron estudiantes del tercer año de la Escuela Secundaria Integrada a la Educación Técnica en Administración y Agronegocios del Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología de Tocantins (IFTO) - Campus Palmas. Se utilizaron estrategias de enseñanza como lectura y discusión de textos, presentación de videos y PowerPoint, actividades experimentales de laboratorio y visita técnica a una planta solar perteneciente a la institución. Como resultado de esta investigación, descubrimos que a

pesar de los desafíos inherentes al enfoque CTS, puede ofrecer una educación de mejor calidad, integrada y cercana a la realidad y las expectativas de los estudiantes, lo que nos permite comprender que el aprendizaje en física va mucho más allá de sus contenidos básicos. La propuesta permitió a los estudiantes adoptar una postura más crítica y reflexiva y el desarrollo de valores y actitudes relacionados con cuestiones sociales y ambientales, así como un compromiso con el aprendizaje para la vida y el ejercicio de la ciudadanía.

Palabras clave: Producción de energía. Uso de energía. Agronegocios. Enfoque CTS. Formación ciudadana.

1 Introdução

A educação pode ser entendida como o processo pelo qual proporcionamos aos indivíduos a construção de conhecimentos e o desenvolvimento de valores e atitudes necessários para que eles tenham condições de se integrar à sociedade e possam, inclusive, contribuir para a sua transformação com vistas à melhoria da qualidade de vida. Para que isso ocorra, é importante que os conteúdos escolares sejam abordados de modo contextualizado, favorecendo ao estudante a atribuição de significados aos mesmos.

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN) (Brasil, 2000), a necessidade de contextualização do ensino está clara, como podemos perceber nas habilidades esperadas para os estudantes de Física:

Espera-se que o ensino de Física, na escola média, contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação. Para tanto, é essencial que o conhecimento físico seja explicitado como um processo histórico, objeto de contínua transformação e associado às outras formas de expressão e produção humanas (Brasil, 2000, p. 22).

Entender a Física de modo a valorizar os aspectos do seu desenvolvimento, as implicações de sua evolução, reconhecendo sua influência sobre o contexto cultural, social, ambiental, político e econômico do mundo moderno envolve compreender os fundamentos das tecnologias e dos processos produtivos modernos, assim como a técnica e os princípios científicos e as relações entre leis científicas, natureza e as diversas atividades humanas.

A abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) se apresenta com o objetivo de promover uma visão mais ampla da Ciência, envolvendo aspectos da Natureza da Ciência e do trabalho científico, estimulando ainda a capacidade dos alunos em relacionar Ciência e Tecnologia a fenômenos sociais e ambientais presentes em sua realidade cotidiana. Baseia-se

também na discussão das implicações sociais e éticas da Ciência e da Tecnologia; na formação de alunos para que se tornem cidadãos científica e tecnologicamente alfabetizados, capazes de tomar decisões acerca de temas que envolvam conhecimentos científicos e tecnológicos (Auler, 2007).

Para melhor compreender essas mudanças, o ensino de Física realizado sob uma perspectiva CTS pode apresentar aos alunos diferentes visões do conhecimento científico e tecnológico, com significativas influências sobre a educação, possibilitando elucidar os diferentes mecanismos pelos quais este conhecimento influencia e transforma a sociedade.

O desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia tem acarretado diversas transformações na sociedade contemporânea, refletindo em mudanças nos níveis econômico, político, social e ambiental. Considerando que o objetivo da educação básica é a formação do cidadão, posição evidenciada na legislação educacional brasileira, entende-se que esse deve ser o foco de todas as disciplinas do ensino formal. Alfabetizar os cidadãos em Ciência e Tecnologia é uma necessidade visto que essas áreas interferem em todas as esferas da sociedade. Segundo Bazzo:

O cidadão merece aprender a ler e entender – muito mais do que conceitos estanques – a ciência e a tecnologia, com suas implicações e consequências, para poder ser elemento participante nas decisões de ordem política e social que influenciarão o seu futuro e o dos seus filhos (Bazzo, 1998, p. 34).

A Física é em seu contexto a expressão da constante transformação do mundo, gerando conseqüentemente transformações na própria sociedade. Constata-se uma premente necessidade de se mudar o enfoque do ensino tradicional e mecanicista, que tem se mostrado ineficaz no preparo para o exercício da cidadania, para um ensino mais humanista, mais global, menos fragmentado, capaz de preparar melhor os alunos para a compreensão do mundo (Martins, 2002). Como afirma Bazzo (1998), para que os processos científicos e tecnológicos beneficiem verdadeiramente a humanidade, é necessário proporcionar uma “alfabetização em Ciência e Tecnologia”.

O ensino médio tem como finalidade “o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e de pensamento crítico” (Brasil, 2015, p. 24). Neste sentido, Chassot (2003, p. 22) enfatiza que “Hoje não se pode mais conceber propostas para um ensino de Ciências sem incluir nos currículos componentes que estejam orientados na busca de aspectos sociais e pessoais dos estudantes”.

Nesta perspectiva de mudança educacional, a efetivação da abordagem CTS

demanda uma ampla modificação da realidade de sala de aula, avançando para além da mera abordagem dos conteúdos da própria disciplina ministrada, uma vez que busca articular conhecimentos de forma contextualizada na busca da solução de problemas sociais relevantes e presentes na realidade, conforme asseveram os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+):

A nova escola de ensino médio não há de ser mais um prédio, mas um projeto de realização humana, recíproca e dinâmica, de alunos e professores ativos e comprometidos, em que o aprendizado esteja próximo das questões reais, apresentadas pela vida comunitária ou pelas circunstâncias econômicas, sociais e ambientais (Brasil, 2002, p. 8)

Para Teixeira (2003), o movimento CTS agrega de forma oportuna as dimensões conceitual e formativa, fazendo interagir a educação em Ciência com a educação pela Ciência, ensinando a cada um o essencial para chegar a ser de fato um cidadão. Dessa forma consideramos que há um enorme potencial em se utilizar a abordagem CTS para a promoção da formação cidadã e para a alfabetização científica (Moraes & Araújo, 2012), pois permite aos estudantes fazerem uma leitura política e ideológica da realidade, amparada pelos conceitos científicos e tecnológicos associados.

Nesse trabalho, optamos por abordar aspectos do conceito “Energia”, por ser este um conceito extremamente importante não apenas para a Física, mas também para todas as disciplinas que compõem a área de Ciências na Natureza, sendo intrinsecamente interdisciplinar e defendido em abordagens CTS pelo seu cunho social e ambiental (Angotti, 1991; Araújo & Formenton, 2012; Auler, 2007; Fernandes, 2013). Neste sentido Fernandes (2013, p. 2) assevera que:

É importante destacar que o tema Energia está fortemente presente em nossa vida cotidiana e também é frequentemente citado em conteúdos científicos, ganhando por isso, grande destaque no ensino das ciências naturais e suas tecnologias.

Aqui pretendemos desenvolver uma metodologia de ensino capaz de dar apoio a uma abordagem de Física que contemple a produção e utilização de “Energia” e sua relação com o agronegócio, destacando interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, com elementos formativos que vão além da mera aquisição dos conteúdos específicos.

2 Características do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)

Com o final da segunda guerra mundial, Vannevar Bush (2010) escreveu o relatório “Ciência, a fronteira sem fim”, em que relata a grande importância da Ciência para as conquistas militares durante a guerra.

Além disso, o mesmo relatório defendia que a Ciência seria também de fundamental importância na paz, se fossem viabilizadas pesquisas voltadas para a geração de novos conhecimentos, de novos empregos, para o bem-estar e prosperidade do mundo moderno, como podemos ler no seguinte trecho do informe (Bush, 2010, p. 94):

O progresso na guerra contra a doença depende de um fluxo de novos conhecimentos científicos. Novos produtos, novas indústrias e mais empregos requerem adições constantes ao conhecimento das leis da natureza, e a sua aplicação para objetivos práticos. Da mesma forma, nossa defesa contra a agressão exige um novo conhecimento, para que possamos desenvolver novas e melhores armas. Tal conhecimento novo e essencial só pode ser alcançado por meio da pesquisa científica básica. A ciência é eficaz para o bem-estar nacional somente se for parte de um todo, sejam as condições de paz ou de guerra. Mas sem progresso científico, nada que for conquistado em outras direções poderá assegurar nossa saúde, prosperidade e segurança como nação no mundo moderno. Mas sem progresso científico, nenhuma conquista em outras direções, seja qual for a sua magnitude, pode consolidar a nossa saúde, prosperidade e segurança como uma nação no mundo moderno.

Acreditava-se de que a Ciência poderia, por si só, ser o suporte dos tempos que viriam a partir da guerra nas sociedades de todo o mundo. Surgiram inúmeros dispositivos tecnológicos resultantes de pesquisas científicas, fazendo crer que todas as necessidades humanas poderiam ser atendidas com os resultados da Ciência e da Tecnologia, surgindo a sigla C&T.

Entretanto, a partir das décadas de 60 e 70, com o início dos movimentos sociais, especialmente na Europa e Estados Unidos, e dos movimentos estudantis na França e das guerras da Coreia e Vietnã, surgiram as primeiras reflexões e questionamentos acerca do papel da Ciência e da Tecnologia.

A dissociação dos estudos de Ciência e Tecnologia dos seus resultados ambientais e sociais, bem como a publicação de obras como *A estrutura das revoluções científicas*, publicado em 1962 por Thomas Khun, e *Primavera Silenciosa*, publicado em 1962 por Rachel Carsons, criaram as bases das relações acadêmicas e sociais, com discussões que permitiram refletir sobre as dimensões sociais da C&T, levando ao surgimento de um novo movimento, denominado Movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). A este respeito, Bazzo *et al.* (2008, pp. 161-162) afirma que:

Os estudos sociais da ciência e da tecnologia, ou estudos sobre ciência, tecnologia e sociedade (CTS), constituem um campo de trabalho nos âmbitos da investigação acadêmica, da educação

e das políticas públicas dos países onde atualmente já estão sedimentados. Estes estudos se originaram há pouco mais de três décadas, a partir de novas correntes de investigação em filosofia e sociologia da ciência e de um incremento na sensibilidade social e institucional sobre a necessidade de uma regulação democrática das mudanças científico-tecnológicas.

É importante, nesse campo, entender os aspectos sociais do fenômeno científico-tecnológico, tanto no que diz respeito às suas condicionantes sociais como no que diz respeito às suas consequências sociais e ambientais. O enfoque geral é de caráter interdisciplinar, abrangendo disciplinas das ciências sociais e a investigação acadêmica em humanidades como a filosofia e a história da ciência e da tecnologia, a sociologia do conhecimento científico, a teoria da educação e a economia da mudança tecnológica.

Percebe-se então que um novo modo de se conceber Ciência e Tecnologia surge com o movimento CTS, que passa “a aprofundar suas análises na imbricada relação entre desenvolvimento tecnológico e desenvolvimento humano” (Bazzo *et al.*, 2008, p. 159). As grandes descobertas da Ciência e os avanços tecnológicos, ao longo dos anos, apresentam um ritmo acelerado e isto tem gerado incertezas para a sociedade e o aumento de questionamentos sobre as consequências sociais do desenvolvimento científico e tecnológico. Bazzo *et al.* (2008), sobre a preocupação em saber se a Ciência e a Tecnologia, por si sós, poderiam contribuir para a formação dos futuros cidadãos, assegura que:

Todos os grupos que hoje vêm estudando tais questões são taxativos ao apontar que não se poderia pensar em qualquer remodelação ou melhoria de caráter reflexivo na educação tecnológica sem a inclusão de estudos que contemplem os diversos aspectos da relação entre ciência, tecnologia e sociedade como parâmetro fundamental para a formação dos futuros cidadãos (Bazzo *et al.*, 2008, p. 160).

Os mesmos autores defendem ainda a necessidade de instigar, nas novas gerações, junto ao interesse pelos estudos científicos e pelo domínio e uso das novas tecnologias, também a consciência crítica acerca dos seus efeitos e impactos sobre a sociedade e qualidade de vida, afirmando que:

CTS têm por finalidade promover a alfabetização científica e tecnológica mostrando a ciência e a tecnologia como atividades humanas de grande importância social, [...]. Forma parte da cultura geral nas sociedades modernas. Trata também de estimular ou consolidar nos jovens o interesse pelos estudos da ciência e da tecnologia, mostrando com ênfase a necessidade de um juízo crítico e uma análise reflexiva das suas interferências na sociedade (Ibidem, p. 162).

Desse modo, o campo CTS contempla entre seus objetivos propiciar “o compromisso com a integração das mulheres e minorias, assim como o estímulo para um desenvolvimento socioeconômico respeitoso com o meio ambiente e equitativo com relação às futuras gerações” (Bazzo *et al.*, 2008, p. 162). O campo CTS abre também discussões acerca dos

muitos paradigmas que envolvem a sociedade, como forma de promover a compreensão das implicações e influências advindas do desenvolvimento científico tecnológico e o posicionamento dos cidadãos para a participação na tomada de decisões sobre os aspectos que envolvam questões científicas, técnicas e sociais (Acevedo, 2001).

O movimento CTS trata do estudo das inter-relações entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade, buscando entender os aspectos sociais do desenvolvimento técnico-científico, analisando os benefícios, consequências sociais e ambientais que podem causar, e também a busca por um maior envolvimento da população nas decisões que envolvem o contexto a qual pertencem, tornando-se assim um importante campo de trabalho voltado para a investigação acadêmica e para as políticas públicas (Pinheiro, 2005).

Sendo assim, pautar os conteúdos de Ciências em uma abordagem CTS nos permite desempenhar funções diversas: promover uma aprendizagem que vai muito além dos conteúdos específicos, oportunizar aos alunos opinarem frente a um problema, buscando soluções construindo uma postura crítica frente às diversas opiniões com comprometimento com a aprendizagem para a vida e o exercício da cidadania.

3 O ensino de Física e o movimento CTS

A Física encerra em si muitos dos conceitos e conhecimentos utilizados nos mais diversos equipamentos tecnológicos. No entanto, a Tecnologia possui suas particularidades, diferenciando-se da Ciência, o que exige, portanto, que estejamos imersos em um contínuo processo de pesquisa, reflexão e estudo, com o intuito de acompanhar os avanços científicos e tecnológicos e de ser capaz de estabelecer relações entre a ciência Física e a Tecnologia de forma satisfatória, tendo em vista a ampliação do entendimento pessoal e o trabalho desenvolvido em sala de aula (Pinheiro, 2009).

A linguagem própria da Física é de fácil acesso através de várias fontes, em consequência dos avanços tecnológicos atuais. Não se pode negar que os alunos da atualidade mostram mais interesse por um conhecimento que seja mais real e aplicável. Sendo assim, é importante ter em mente que:

Não se trata, portanto, de elaborar novas listas de tópicos de conteúdo, mas sobretudo de dar ao ensino de Física novas dimensões. Isso significa promover um conhecimento contextualizado e integrado à vida de cada jovem. (Brasil, 2000, p.23).

O enfoque CTS é um caminho educacional promissor, pois associa o conhecimento científico a aspectos do cotidiano dos estudantes, ressaltando a importância da aquisição do

conhecimento tendo em vista o papel da Ciência e da Tecnologia frente a sociedade. Enfim, para que serviria a Ciência se não tivesse a função de possibilitar ao ser humano compreender o mundo à sua volta? No ensino da Física, o enfoque CTS proporciona uma contextualização dos conhecimentos escolares através de uma ligação entre o conhecimento científico, as tecnologias desenvolvidas ou em desenvolvimento e o meio social no qual o estudante está inserido, principalmente porque essas interações são características do tempo atual.

Historicamente, o conhecimento da Ciência e da Tecnologia tomou corpo e se estabeleceu, sendo criada uma nova relação denominada desenvolvimento científico e tecnológico (Angotti & Auth, 2001). Essa interação resultou nos artefatos, produtos e processos que influenciam o cotidiano das pessoas em diferentes níveis.

Uma análise mais cuidadosa sobre o estudo da “energia” no ensino de Física nos coloca, fatalmente, diante de uma diversidade que é própria do tema, pois envolve questões tecnológicas, econômicas, políticas, sociais, culturais e ambientais (Bernardo, 2008). Neste sentido revela-se relevante a identificação e estruturação do tema “energia” na perspectiva CTS, permitindo abordar possíveis danos ambientais e os aspectos sociopolíticos envolvidos no seu processo de geração, transmissão e uso.

Angotti (1991, p. 115) afirma que a energia é a “grandeza que pode e deve, mais do que qualquer outra, balizar as tendências de ensino que priorizam hoje as relações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS)”.

Diante destas considerações, entendemos que assuntos ligados ao tema “Energia”, a ser ministrado no 3º ano do Ensino Médio integrado ao Ensino Técnico (EMI), possui grande potencial para elaboração de propostas educativas organizadas a partir do enfoque CTS.

4 Energia no ensino de Física

Do grego “energeia” que significa especificamente atividade ou operação; e “ergos” que significa força de ação ou força de trabalho, que são conceitos que estão ligados diretamente com a questão de realizar obras, transformar um objeto qualquer ou colocar algo em movimento. Para que sejamos mais claros, devemos entender que, devido a seu movimento, todos os corpos estão perfeitamente previstos de energia devido a uma série de fatores como podem ser, para usar exemplos, a composição química destes corpos, a temperatura dos mesmos, a massa entre outras propriedades que explicam que todos os corpos possuem essa força que conhecemos como energia¹.

¹ Fonte: <http://queconceito.com.br/energia>.

Em Física, a energia está associada à capacidade de qualquer corpo de produzir trabalho, ação ou movimento. Esse é um dos conceitos essenciais dessa componente curricular acadêmica. O conceito de energia, nascido no século XIX, tem papel fundamental não só na disciplina Física, como em todas as outras que integram a ciência moderna, como a Química e a Biologia.

Energia é um termo amplamente utilizado em nosso cotidiano, sendo um tema de grande importância e interesse para a sociedade moderna. Nos meios de comunicação são frequentes as notícias sobre hidrelétricas e termelétricas, preço do petróleo, uso de fontes renováveis de energia, riscos da energia nuclear, etc.

A experiência cotidiana nos revela que a energia, além de ser indispensável ao nosso modo de vida atual, nos mostra que precisa ser tratada de modo sustentável desde sua produção, armazenamento até o seu consumo. Sendo assim, é relevante levar em consideração problemas de ordem ambiental, social, econômica e geopolítica envolvidos em todas essas etapas.

A palavra *energia* está provavelmente entre as mais utilizadas em nosso dia-a-dia, seja porque vivamos constantemente sob as ameaças de crises energéticas, seja porque novas fontes de energia² estão no foco de nossas preocupações, ou mesmo porque todos nós pagamos periodicamente por alguma coisa que vem definido como *consumo de energia*. Mesmo assim, apesar da palavra *energia* ser bastante comum não significa que o conceito seja claro.

Apesar do homem e da sociedade como um todo dependerem tanto da energia, sobretudo daquela que chega à Terra proveniente do Sol, não existe uma definição exata para este conceito. Segundo Feynman:

É importante entender que na física atual não temos um conhecimento do que a energia é. Não temos uma imagem da energia que entra em pequenas gotículas de tamanho definido. Não é assim. Entretanto, existem fórmulas para calcular qualquer quantidade numérica, e quando as somamos todas vêm [...] sempre com o mesmo número. É uma coisa abstrata enquanto não nos diz o mecanismo ou as *razões* para as várias fórmulas (Feynman, 2008, p. 4-2).

² Renováveis: designação dada para as fontes naturais de energia que conseguem se renovar, ou seja, nunca se esgotam, pois estão em constante regeneração. Fonte: <https://www.significados.com.br/energia-renovavel/>.

Sendo assim, estamos trabalhando com uma entidade que ao mesmo tempo que utilizamos, processamos, transformamos e até pagamos por ela, não conseguimos atribuir-lhe uma definição muito precisa.

Muitos processos naturais envolvem transformações de energia. Por isso, é comum a utilização de complementos associados ao termo com o objetivo de identificar ou especificar esses processos. Termos como energia elétrica, energia nuclear e energia solar, exemplificam alguma dessas situações onde se especifica um contexto para um conceito que, na verdade, é universal. Por fim, podemos falar em energia, através de uma das leis mais básicas da Física, a conservação da energia. Feynman (2008, p. 4) assevera que:

Existe um fato, ou se você preferir, uma *lei* que governa todos os fenômenos naturais que são conhecidos até hoje. Não se conhece nenhuma exceção a essa lei – ela é exata até onde sabemos. A lei é chamada de *conservação da energia*. Nela enuncia-se que existe uma certa quantidade, que chamamos de energia, que não muda nas múltiplas modificações pelas quais a natureza passa. Essa é uma ideia muito abstrata, porque é um princípio matemático; ela diz que existe uma quantidade numérica que não muda quando algo acontece.

Esta ideia abstrata de conservação de energia se alinha ao que estabelece Antoine Laurent Lavoisier – “*Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma*”.

Os padrões atuais de produção e consumo de energia são baseados nas fontes fósseis, não renováveis (petróleo, carvão, gás natural)³, o que gera emissões de poluentes locais, gases de efeito estufa e põem em risco o suprimento de longo prazo no planeta. Pensamos que é preciso mudar esses padrões estimulando as energias renováveis (solar, hidráulica, eólica, biomassa, etc.), que poluem e agredem menos o meio ambiente, sendo consideradas energias limpas, isto é, são fornecidas pela natureza e sua utilização não contribui significativamente para a emissão de gases ou outros materiais tóxicos e nocivos para o ambiente natural.

Um exemplo interessante de energia renovável é o *etanol*, um combustível feito a partir da cana-de-açúcar e utilizado como uma alternativa à gasolina, gerada a base do petróleo. A partir da produção de álcool combustível (*etanol*) pode-se aproveitar integralmente o bagaço da cana - resíduo da produção do *etanol* - para a produção de energia elétrica, em um processo conhecido como *cogeração*, que consiste na queima do bagaço da

³ Energia não-renovável é a designação dada a um recurso energético que, depois de utilizado, não pode ser regenerado pelo ser humano ou pela natureza em um prazo útil. Fonte: <https://www.significados.com.br/energia-nao-renovavel/>.

cana, que gera vapor e, por sua vez, energia elétrica, sendo que a energia gerada é considerada 100% limpa⁴.

Outro exemplo de “energia limpa” é a energia solar voltaica. Segundo o Atlas Brasileiro de Energia Solar (2017, 2ª edição, p. 12)⁵:

O aproveitamento do recurso solar no Brasil se apresenta como uma excelente opção para complementação de fontes convencionais de energia já consolidadas, possibilitando o planejamento e otimização de novos investimentos em geração, transmissão e distribuição da energia, sendo uma estratégia que permite antever um possível processo de aumento da renda de algumas das regiões mais pobres do país com a promoção de uma economia socialmente justa e reduzindo assim uma assimetria regional secular de inclusão social e econômica.

O desenvolvimento e o aprimoramento de tecnologias mais limpas acompanhadas de legislações incentivadoras transformam as fontes renováveis em opção para um desenvolvimento sustentável, associando benéficamente as questões sociais, econômicas e ambientais, conforme ilustra a Figura 1, a seguir.

Figura 1 - Bases para o desenvolvimento sustentável.



Fonte: <https://www.passeidireto.com/arquivo/56051033/aula-gestaoambiental-pedro-marques-adm-2016>.

Esse desenvolvimento e aprimoramento devem vir sempre acompanhados de uma responsabilidade social que promove a cidadania com sustentabilidade e gestão ambiental.

⁴ Fonte: <http://www.bunge.com.br/Imprensa/Noticia.aspx?id=208>.

⁵ Fonte: http://ftp.cptec.inpe.br/labren/publ/livros/Atlas_Brasileiro_Energia_Solar_2a_Edicao.pdf.

5 Metodologia da pesquisa

A coleta e análise de dados contemplou uma abordagem quali-quantitativa ou abordagem mista. Segundo Creswell (2007, p. 211), essa abordagem decorre da necessidade de reunir dados quantitativos e qualitativos na coleta e análise de dados em um determinado estudo. O processo de coleta de dados, a partir de procedimentos mistos envolve dados numéricos ou estatísticos, bem como informações textuais. A respeito do método misto (quantitativo-qualitativo), Creswell (2007, p. 35) estabelece que:

Esta técnica (métodos mistos) emprega [...] a obtenção tanto de informações numéricas (por exemplo, em instrumentos) como informações de texto (por exemplo, em entrevistas), de forma que o banco de dados final represente tanto informações quantitativas quanto qualitativas.

A abordagem quali-quantitativa envolve o desenvolvimento de uma classificação caracterizada pela presença de categorias, processo assim descrito por Bardin:

A categorização é uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto por diferenciação e, em seguida, por reagrupamento segundo o gênero (analogia), com os critérios previamente definidos. As categorias são rubricas ou classes, as quais reúnem um grupo de elementos (unidades de registro, no caso da análise de conteúdo) sob um título genérico, agrupamento esse efetuado em razão das características comuns destes elementos (Bardin, 2011, p. 147).

Optar pela abordagem utilizando o método misto, associando as duas metodologias, qualitativa e quantitativa, foi uma forma encontrada de assegurar uma maior veracidade nos resultados alcançados.

Utilizamos categorias de análises estabelecidas tanto *a priori* quanto *a posteriori*. Bardin (2011, p. 149) aponta que a categorização pode empregar dois processos inversos: quando “é fornecido o sistema de categorias e repartem-se da melhor maneira possível os elementos à medida que vão sendo encontrados”.

Em nosso contexto investigativo, entendemos que o uso de metodologias e recursos diversificados constituiu-se uma estratégia de ensino que facilitou a ocorrência de interações entre os alunos e o professor, entre os próprios alunos e entre estes e o conhecimento a ser construído, contribuindo para o desenvolvimento do pensamento crítico, de modo a ser capaz de exercer mais adequadamente sua cidadania na sociedade em que está inserido.

6 O contexto da pesquisa: os alunos e as atividades de intervenção

A pesquisa foi desenvolvida em duas turmas de 3º ano do Ensino Médio Integrado ao ensino Técnico (EMI) do Instituto Federal do Tocantins (IFTO) - Campus Palmas, com alunos dos cursos de Administração e Agronegócio, cada turma com 27 alunos, perfazendo um total de 54 alunos. Todos os alunos eram oriundos do próprio Campus Palmas, visto que a entrada de alunos em todos os cursos do EMI é feita através de processo seletivo, quando os mesmos finalizam o 9º ano do Ensino Fundamental em outras escolas públicas ou privadas. A faixa etária dos estudantes estava entre 17 e 18 anos no início do período letivo.

O curso **Técnico em Administração Integrado ao Ensino Médio do IFTO - Campus Palmas**⁶, autorizado pela Resolução nº 07/2010/CONSUP⁷/IFTO, de 30 de junho de 2010; alterado pela Resolução ad referendum nº 09/2013/CONSUP/IFTO, de 23 de março de 2013, convalidada pela Resolução nº 58/2014/CONSUP/IFTO, de 5 de dezembro de 2014, confere ao estudante após o seu término, a habilitação de Técnico em Administração e seu eixo tecnológico são as áreas de Gestão e Negócio. O curso visa a formação de um profissional habilitado para atuar junto ao setor de administração de empresas ou como gestor de sua própria empresa.

O curso **Técnico em Agronegócio Integrado ao Ensino Médio do IFTO - Campus Palmas**⁸, do IFTO foi autorizado pela Resolução nº 21/2008/Conselho Diretor⁹ da Escola Técnica Federal (ETF) de Palmas, de 24 de junho de 2008; alterado pela Resolução ad referendum nº 13/2013/CONSUP/IFTO, de 26 de março de 2013, convalidada pela Resolução nº 57/2014/CONSUP/IFTO, de 5 de dezembro de 2014, confere ao estudante após o seu término, a habilitação de Técnico em Agronegócio e seu eixo tecnológico é a área de Recursos Naturais. O curso visa preparar profissionais capacitados a viabilizar soluções tecnológicas competitivas para o desenvolvimento e crescimento das empresas rurais e para que alcancem seus objetivos de forma eficiente, eficaz e com

⁶ Fonte: <http://www.ifto.edu.br/palmas/campus-palmas/cursos/tecnicos/integrado-regular/tecnico-em-administracao>.

⁷ CONSUP: Conselho superior do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Tocantins.

⁸ Fonte: <http://www.ifto.edu.br/palmas/campus-palmas/cursos/tecnicos/integrado-regular/tecnico-em-agronegocio>.

⁹ A Escola técnica Federal de Palmas juntamente com Escola Agrotécnica Federal de Araguatins, posteriormente seriam transformados em Instituto Federal Do Tocantins (IFTO), através da Resolução Nº 02/2008 do Conselho Diretor da ETF-Palmas, de 29 de fevereiro de 2008.

responsabilidade social e ambiental a partir do domínio da produção, processos e gestão do agronegócio.

No que se refere às atividades de intervenção desenvolvidas junto aos estudantes das duas turmas, envolvendo abordagens didáticas e ações de levantamento de dados, podemos destacar as seguintes etapas da pesquisa:

a) Aplicação de questionários:

Questionário pré-intervenções e Questionário pós-intervenções.

Questionário pré-intervenções

1ª ETAPA – Questões abertas

1. Como os conhecimentos adquiridos a partir de estudos sobre energia podem ajudar a solucionar problemas sociais em minha comunidade?
2. Você considera que Ciência e Tecnologia tem o mesmo significado? Por quê?
3. Que relações você percebe entre a Física, a energia e o agronegócio?
4. De que maneiras as unidades sucroalcooleiras do Brasil podem contribuir para a eficiência energética do país?
5. Explique qual é o seu conceito de Cidadania.
6. Você acredita que a Ciência e a Tecnologia podem resolver todos os problemas que prejudicam o mundo e os seres humanos? Justifique a sua resposta.
7. O que você entende por bioeletricidade?
8. De que maneira os seus hábitos cotidianos podem afetar a questão energética e ambiental?
9. Você acredita que pessoas que não possuem conhecimentos específicos devam participar e influenciar nos processos de decisão envolvendo questões científicas e tecnológicas? Justifique.
10. A Ciência e a Tecnologia são atividades neutras e, portanto, visam apenas melhorar o mundo e a qualidade de vida das pessoas?

Questionário pós-intervenções

2ª ETAPA – Afirmativas Escala LIKERT

Escala LIKERT	
Concorda totalmente	5
Concorda	4
Sem opinião	3
Discorda	2
Discorda totalmente	1

	AFIRMATIVA	1	2	3	4	5
1	Toda decisão é mais bem tomada quando apoiada em conhecimentos científicos e tecnológicos específicos.					
2	Os cientistas sempre se empenham na busca de um mundo melhor e mais justo.					
3	As novas tecnologias e os avanços da Ciência poderão salvar o planeta, pois sempre permitem encontrar as soluções que necessitamos para os problemas sociais e ambientais.					
4	A Ciência é influenciada por crenças religiosas e pessoais.					
5	As pessoas leigas não devem interferir nos rumos da Ciência e da Tecnologia, pois não possuem conhecimentos para isso.					
6	O meu comportamento envolvendo o consumo de energia afeta o entorno das minhas atividades, mas não interfere no âmbito global/planetário, pois a minha ação é bastante localizada.					
7	A Ciência e a Tecnologia não devem estar sujeitas a controles, interferências e amarras sociais, pois isto poderia impedir o seu adequado aprimoramento.					
8	As atividades científicas e tecnológicas por serem neutras sempre visam o progresso da sociedade e o bem-estar das pessoas.					
9	Tendo em vista a natureza da minha formação, o meu curso deve apresentar uma abordagem centrada exclusivamente nos aspectos técnicos e científicos relacionados à minha área de atuação profissional.					
10	A Tecnologia se apoia estritamente em critérios de eficiência técnica e por isso ela não sofre influências de valores e atitudes humanas.					
11	Por estarem amparados no rigor do Método Científico, os conhecimentos produzidos pela Ciência são verdadeiros e, portanto, não cabem questionamentos, uma vez que já foram devidamente comprovados.					
12	A Ciência e a Tecnologia possuem procedimentos e objetivos próprios bem consolidados e por isso eventuais influências externas poderão prejudicar o seu desenvolvimento natural.					

b) Estudos dirigidos a partir de textos selecionados e disponibilizados:

- Texto 1: adaptado pela autora a partir do artigo “CIÊNCIA E TECNOLOGIA: Transformando a relação do ser humano com o mundo” de Rosemari Monteiro

Castilho Foggatto Silveira e Walter Antônio Bazzo (Disponível em: <http://www.uel.br/grupo-estudo/processoscivilizadores/portugues/sitesanais/anais9/artigos.html>).

- Texto 2: Tecnologia a favor do meio-ambiente (Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Caminhos-para-o-futuro/Desenvolvimento/noticia/2016/06/tecnologia-favor-do-meio-ambiente.html>).
- Texto 3: Como a inovação cresce na pobreza (Revista Veja 2392, 24 de setembro de 2014, p. 96-97).
- Texto 4: Cinco atividades cotidianas transformadas pela tecnologia (Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/4608/cinco-atividades-cotidianas-transformadas-pela-tecnologia>).
- Texto 5: Usinas autossustentáveis: combustíveis e energia a partir da cana-de-açúcar (Disponível em: <http://www.essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/BolsistaDeValor/index>).
- Texto 6: Agronegócio é, ao mesmo tempo, vilão e herói na história do aquecimento global, adaptado pelos autores (Disponível em: <https://www.correio24horas.com.br/noticia/nid/agronegocio-e-ao-mesmo-tempo-vilao-e-heroi-na-historia-do-aquecimento-global/>).

c) Recurso multimídia

- PowerPoint (elaborado pelos autores).
- Trecho do filme “Tempos Modernos”, especificamente, a cena da fábrica com 9’30”, (Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=KPgxcac-zYo>).
- Vídeos – cogeração de energia: “Conheça a Bioeletricidade, a energia verde e inteligente do Brasil” (3’26”, Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=zwnNxxDCb8wc>).
- “Globo ecologia - Parte 1 – Aquecimento Global” (9’53”, Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=LPqKMEb86vc&list=PL7E3D7FB24AD3A70F>); “Energia, meio ambiente e sociedade” (10’26”, Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=p9lGIAzCR9E>); “Calçando meia de uma forma diferente” (46”, Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=7lfGpMAL7M0>); “Mandioca substitui plástico na Indonésia” (1’34”, Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=hPTunb4kddo&feature=player_embedded).

d) Resolução de exercícios e atividade escrita convencional – individuais ou em grupos (elaborados pelos autores).

e) Seminários e debates com temas relativos a: energia elétrica; energia da biomassa do bagaço da cana-de açúcar e outros resíduos; energias renováveis e não renováveis; transformação de energia; conservação de energia; hábitos alimentares, Saúde e impactos socioambientais; gestão ambiental; agricultura familiar e energia.

f) Atividades experimentais.

g) Visita técnica.

As atividades foram realizadas ao longo do ano letivo de acordo com o Quadro 1 a seguir.

Quadro 1 - Distribuição das atividades realizadas ao longo do ano letivo.

Elementos que compõem a Componente Curricular		Atividades desenvolvidas
Início do ano letivo		Questionário pré-intervenções
1º Bimestre	Carga elétrica e processos de Eletrizção; Força elétrica e Campo elétrico; Potencial Elétrico; Trabalho da Força Elétrica.	Atividade 1: Recurso multimídia – apresentação PowerPoint. Atividade 2: Recurso multimídia - filme, leitura e análise de textos. Atividade 4: Resolução de exercícios e atividade escrita convencional.
2º Bimestre	Elétrica Corrente Elétrica e Resistores (associação: série e paralelo)	Atividade 3: Leitura e análise de textos. Atividade 7: Atividades experimentais. Atividade 4: Resolução de exercícios e atividade escrita convencional.
3º Bimestre	Propriedades gerais dos ímãs; Fontes de Campo Magnético; Força Magnética sobre uma carga puntiforme e condutores retilíneos; Indução Magnética.	Atividade 6: Recurso multimídia – vídeos. Atividade 9: Visita técnica. Atividade 4: Resolução de exercícios e atividade escrita convencional.
4º Bimestre	Noções de Física Moderna (modelo ondulatório para as radiações eletromagnéticas, radiação térmica e o corpo negro, modelo quântico para as radiações eletromagnéticas, efeito fotoelétrico).	Atividade 8: Atividade experimental. Atividade 5: Aquecimento Global, Efeito Estufa, energia e agronegócio. Atividade 10: Seminários e debates. Atividade 4: Resolução de exercícios e atividade escrita convencional.
Final do ano letivo		Questionário pós-intervenções

Fonte: próprios autores.

A abordagem dos conteúdos curriculares normais foi associada aos desdobramentos CTS envolvendo aspectos do agronegócio, relativos ao tema “Energia”, buscando-se sempre explicitar as relações que se estabelecem entre a Ciência e a Tecnologia em um contexto socioambiental, em atividades especialmente elaboradas com essa finalidade.

7 Apresentação e análise dos dados obtidos

Ao final do ano letivo foram feitas análises das respostas dos 54 alunos das duas turmas de 3º ano do EMI (Ensino Médio Integrado), coletadas nas etapas pré e pós intervenções.

Utilizamos a Análise de Conteúdo proposta por Bardin (2011), com categorias estabelecidas tanto *a priori* (4 categorias: 1 - Energia e suas implicações na sociedade e no meio ambiente; 2 - Relações entre Energia e Tecnologia; 3 - Relações entre C-T-S; 4 - Cidadania e responsabilidade social e ambiental) quanto *a posteriori* (8 categorias: A - Meio ambiente e sustentabilidade; B - Inovação e conhecimento; C - Espiritualidade; D - Valores e ética; E - Cotidiano; F - Direitos e deveres; G - Vivência e senso comum; H - Mitificação da Ciência e Tecnologia).

Nas tabelas a seguir quantificamos as respostas dos alunos ao questionário pré e pós-intervenções por categorias construídas *a posteriori*, estando as questões ordenadas por afinidade com as 4 categorias construídas *a priori*, sendo essas caracterizadas por:

- **Categoria 1 - Energia e suas implicações na sociedade e no meio ambiente:** relações que envolvem a produção e o consumo de energia.
- **Categoria 2 - Relações entre Energia e Tecnologia:** os artefatos tecnológicos, desenvolvimento da tecnologia através da utilização da energia.
- **Categoria 3 - Relações entre C-T-S:** desenvolvimento e aplicações da Ciência e da Tecnologia; a questão da “neutralidade” da Ciência; as relações dinâmicas envolvidas no desenvolvimento da C&T; participação social e tomada de decisões em questões de C&T.
- **Categoria 4 - Cidadania e responsabilidade social e ambiental:** mudanças nos valores, atitudes e comportamentos dos alunos.

Na Tabela 1 a seguir quantificamos as respostas dos alunos ao questionário pré e pós-intervenções na categoria 1 construída *a posteriori*, em afinidade com as categorias construídas *a priori*, nas questões 1, 3 e 4.

Tabela 1 - Quantificação das respostas das questões 1, 3 e 4.

Categorias de análise		Número de respostas	
<i>a priori</i>	<i>a posteriori</i>	Pré-intervenções	Pós-intervenções
Categoria 1 - Energia e suas implicações na sociedade e no meio ambiente	A - Meio ambiente e Sustentabilidade	30	35
	B - Inovação e	5	5

	conhecimento		
	D - Valores e ética	5	7
	E - Cotidiano	14	7
Total		54	54

Questão 3. “Quais relações você percebe entre a Física, a energia e o agronegócio?”

Categorias de análise		Número de respostas	
<i>a priori</i>	<i>a posteriori</i>	Pré-intervenções	Pós-intervenções
Categoria 1 - Energia e suas implicações na sociedade e no meio ambiente	A - Meio ambiente e Sustentabilidade	10	10
	B - Inovação e conhecimento	9	10
	D - Valores e ética	5	2
	E - Cotidiano	30	32
Total		54	54

Questão 4. “De que maneiras as unidades sucroalcooleiras do Brasil podem contribuir para a eficiência energética do país?”

Categorias de análise		Número de respostas	
<i>a priori</i>	<i>a posteriori</i>	Pré-intervenções	Pós-intervenções
Categoria 1 - Energia e suas implicações na sociedade e no meio ambiente	A - Meio ambiente e Sustentabilidade	29	32
	B - Inovação e conhecimento	10	12
	E - Cotidiano	15	20
Total		54	54

Fonte: próprios autores

Na Tabela 2 a seguir quantificamos as respostas dos alunos ao questionário pré e pós-intervenções na categoria 2 construída *a posteriori*, em afinidade com as categorias construídas *a priori*, nas questões 6 e 7.

Tabela 2 - Quantificação das respostas das questões 6 e 7.

Questão 6. “Você acredita que a Ciência e a Tecnologia podem resolver todos os problemas que prejudicam o mundo e os seres humanos? Justifique a sua resposta.”

Categorias de análise		Número de quantificações	
<i>a priori</i>	<i>a posteriori</i>	Pré-intervenções	Pós-intervenções
Categoria 2 - Relações entre Energia e Tecnologia	A - Meio ambiente e Sustentabilidade	10	12
	C - Espiritualidade	20	8
	D - Valores e ética	15	20

	E - Cotidiano	9	14
Total		54	54

Questão 7. “O que você entende por bioeletricidade?”

Categorias de análise		Número de quantificações	
<i>a priori</i>	<i>a posteriori</i>	Pré-intervenções	Pós-intervenções
Categoria 2 - Relações entre Energia e Tecnologia	A - Meio ambiente e Sustentabilidade	18	25
	B - Inovação e conhecimento	20	20
	E - Cotidiano	16	9
Total		54	54

Fonte: próprios autores.

Na Tabela 3 a seguir quantificamos as respostas dos alunos ao questionário pré e pós-intervenções na categoria 3 construída *a posteriori*, em afinidade com as categorias construídas *a priori*, nas questões 2, 9 e 10.

Tabela 3 - Quantificação das respostas das questões 2, 9 e 10.

Questão 2. “Você considera que Ciência e Tecnologia tem o mesmo significado? Por quê?”

Categorias de análise		Número de quantificações	
<i>a priori</i>	<i>a posteriori</i>	Pré-intervenções	Pós-intervenções
Categoria 3 - Relações entre C-T-S	B - Inovação e conhecimento	34	28
	E - Cotidiano	20	26
Total		54	54

Questão 9. “Você acredita que pessoas que não possuem conhecimentos específicos devem participar e influenciar nos processos de decisões envolvendo questões científicas e tecnológicas? Justifique.”

Categorias de análise		Número de quantificações	
<i>a priori</i>	<i>a posteriori</i>	Pré-intervenções	Pós-intervenções
Categoria 3 - Relações entre C-T-S	B - Inovação e conhecimento	30	25
	E - Cotidiano	10	12
	G – Vivência e senso comum	14	27
Total		54	54

Questão 10. “A Ciência e a Tecnologia são atividades neutras e, portanto, visam apenas melhorar o mundo e a qualidade de vida das pessoas?”

Categorias de análise		Número de quantificações	
<i>a priori</i>	<i>a posteriori</i>	Pré-intervenções	Pós-intervenções
Categoria 3 - Relações entre C-T-S	A - Meio ambiente e sustentabilidade	14	16
	E - Cotidiano	20	11
	H - Mitificação da Ciência e Tecnologia	20	27
Total		54	54

Fonte: próprios autores.

Na Tabela 4 a seguir quantificamos as respostas dos alunos ao questionário pré e pós-intervenções na categoria 4 construída *a posteriori*, em afinidade com as categorias construídas *a priori*, nas questões 5 e 8.

Tabela 4 - Quantificação das respostas das questões 5 e 8.

Questão 5. “Explique qual é o seu conceito de Cidadania.”

Categorias de análise		Número de quantificações	
<i>a priori</i>	<i>a posteriori</i>	Pré-intervenções	Pós-intervenções
Categoria 4 - Cidadania e responsabilidade social e ambiental	D - Valores e ética	14	16
	E - Cotidiano	20	11
	F - Direitos e deveres	20	27
Total		54	54

Questão 8. “De que maneira os seus hábitos cotidianos podem afetar a questão energética e ambiental?”

Categorias de análise		Número de quantificações	
<i>a priori</i>	<i>a posteriori</i>	Pré-intervenções	Pós-intervenções
Categoria 4 - Cidadania e responsabilidade social e ambiental	A - Meio ambiente e sustentabilidade	18	20
	D – Valores e ética	20	27
	E - Cotidiano	16	7
Total		54	54

Fonte: próprios autores.

De modo geral, há um entendimento por parte dos alunos de que praticamente tudo que fazemos e usamos envolve algum gasto de energia e interferem de um modo ou de outro nas questões energética e ambiental.

A partir das intervenções realizadas, buscamos fortalecer a capacidade dos alunos se preocuparem com problemas relacionados ao meio ambiente e desenvolver um novo modo de se envolverem com o consumo, apresentando consciência e responsabilidade.

Sendo assim, entendemos que as atividades realizadas forneceram suporte para reflexão crítica sobre os hábitos de consumo de energia dos alunos, oferecendo condições para a formação de atitudes conscientes de conservação dos recursos naturais e preservação do meio em que eles estão inseridos no que diz respeito ao uso da energia.

Outro aspecto positivo foi à promoção da reflexão crítica acerca de questões que envolvem a produção e consumo de alimentos, uma vez que muitos dos alunos constataram que até então não tinham analisado a importância dessa temática em seu cotidiano.

Por conseguinte, os estudos CTS podem produzir novos conhecimentos e estimular mudanças nos valores e comportamento dos estudantes, tendo em vista o contexto do seu meio tecnológico e social, permitindo integrar conhecimentos científicos e tecnológicos ao seu mundo vivencial e escolar.

8 Considerações finais

O conhecimento descontextualizado da Ciência e da Física não aguça a vontade pelo saber. Para que tenhamos estudantes críticos e participativos, o novo conhecimento a ser adquirido precisa estar conectado ao seu contexto de vida e de trabalho, assumindo com isso importância para eles. Esta reflexão embasou nossa procura por caminhos alternativos ao ensino oferecido aos estudantes dos dois cursos técnicos envolvidos nesta pesquisa.

Dada a natureza das atividades planejadas e desenvolvidas podemos afirmar que foram capazes de oportunizar aos estudantes meios de estabelecer elos de ligação e de articulação entre o conteúdo normal curricular e os contextos sociais e ambientais apresentados nas atividades. Entendemos que essa integração tende a contribuir para que o aluno tenha subsídios para melhor compreender os impactos da Ciência e da Tecnologia sobre a sociedade e o meio ambiente, possibilitando a sua participação social como requisito para o desenvolvimento das localidades onde futuramente venham a atuar profissionalmente.

Nossa expectativa era de que os estudantes pudessem “aprender Física” com o intuito de se tornarem cidadãos capazes de compreender, avaliar, se posicionar e tomar decisões a respeito de questões científicas e tecnológicas relacionadas ao mundo onde vivem. Esse exercício consciente e participativo da cidadania favorece a transformação de sua realidade e da comunidade onde atuam.

Entendemos que nossas expectativas podem não ter sido cumpridas em sua totalidade, mesmo porque as atividades planejadas e alinhadas à perspectiva CTS não são uma “receita

pronta” e garantida para se conseguir formar cidadãos críticos, autônomos e participativos, mas sim um caminho possível e promissor tendo em vista os objetivos deste movimento.

O confronto de visões e opiniões proposto em nossas atividades teve o intuito de ser acompanhado pelo desenvolvimento de valores éticos, políticos e sociais subjacentes às questões científicas conceituais, fazendo delas um terreno fértil para se colocar em xeque as opções adotadas pela Ciência e pela Tecnologia no mundo moderno. Ou seja, entendemos abordar e discutir os valores que definem os rumos da Ciência e da Tecnologia constitui a base para o desenvolvimento do espírito crítico e reflexivo dos estudantes.

Com essa pesquisa foi possível mostrar que mesmo em uma situação onde a estrutura curricular se mostra rigorosa e um tanto inflexível, pode-se propiciar aos estudantes uma prática pedagógica capaz de ampliar os horizontes formativos, ultrapassando as barreiras da mera aprendizagem descontextualizada dos conceitos específicos da área de conhecimento.

Consideramos que, por meio do enfoque CTS utilizado no contexto de nossa pesquisa, estabelecemos uma forma de aproximar o currículo técnico com a realidade social e profissional de nossos estudantes, mostrando que essa integração é adequada e fecunda.

Sendo assim, foi possível proporcionar aos estudantes a construção de novos conhecimentos, favorecendo ainda o desenvolvimento de valores e atitudes relevantes, permitindo a ampliação do espírito crítico e reflexivo dos estudantes, aspectos que podem propiciar uma melhor qualidade de vida na sociedade em que vivem e trabalham, considerando as diferentes perspectivas envolvidas: científica, tecnológica, econômica, ética, solidariedade, responsabilidade social e ambiental, entre outras, consolidando a almejada formação cidadã.

Referências

Acevedo, J.A., Acevedo, P., Manassero, M.A. & Vázquez, A. (2001). Avances metodológicos en la investigación sobre evaluación de actitudes y creencias CTS. *Revista Iberoamericana de Educación: Edição eletrônica*, DOI: <http://www.campus-oei.org/revista/deloslectores/Acevedo.pdf>.

Angotti, J.A.P. (1991). *Fragmentos e Totalidades do Conhecimento Científico e do Ensino de Ciências*. 324 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de São Paulo, São Paulo. DOI: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48133/tde-20052015-095531/pt-br.php>.

Araújo, M.S.T. & Formenton, R. (2012). *As Fontes de Energia Automotiva Abordadas Sob o Enfoque CTS no Ensino Médio Profissionalizante*. Alexandria, 5(1), 33-61.

Auler, D. (2007). *Enfoque ciência-tecnologia-sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro*. Revista *Ciência & Ensino*, 1(número especial). DOI <http://200.133.218.118:3535/ojs/index.php/cienciaeensino/article/viewFile/147/109>.

Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70.

Bazzo, Walter Antonio (1998). *Ciência, Tecnologia e Sociedade: e o contexto da educação tecnológica*. Florianópolis: Editora da UFSC.

Bazzo, W.A., Pereira, L.T.V. & von Linsingen, I. (2008). *Educação Tecnológica Enfoques para o Ensino de Engenharia*. Florianópolis: Editora da UFSC.

Bernardo, J. R. R. (2008); *A construção de estratégias para abordagem do tema Energia a luz do enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) junto a professores de Física do ensino médio*. 243 f. Tese (Doutorado em Ensino de Biociências e Saúde) - Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro. DOI: <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp074907.pdf>.

Brasil (2015). *LDB. Lei 9394, de 23 de dezembro de 1996*. Brasília: Edições Câmara.

Brasil (2000). *Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio*. Brasília: MEC.

Brasil (2002). *PCN+ Ensino Médio; Orientações Educacionais Complementares ao PCN. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Secretaria de Educação Média e Tecnológica*. Brasília: MEC/SEMTEC.

- Bush, Vannevar (2010). *Ciência, a Fronteira Sem Fim: o documento que ajudou a moldar a pesquisa na segunda metade do século XX*. Revista Ensino Superior UNICAMP, n. 2, 86-95. DOI:<https://www.revistaensinosuperior.gr.unicamp.br/artigos/ciencia-a-fronteira-sem-fim-o-documento-que-ajudou-a-moldar-a-pesquisa-na-segunda-metade-do-seculo-xx>.
- Cabral, C.G. & Pereira, G.R. (2011). *Ciência, Tecnologia e Sociedade I*. Natal: EDUFRN.
- Chassot, A. (2003). *Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social*. Revista Brasileira de Educação, n. 22, 89-100. DOI: <http://www.scielo.br/pdf/rbedu/n22/n22a09.pdf>.
- Creswell, J. W. (2007). *Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto*. Porto Alegre: Artmed.
- Fernandes, J. P. *O tema energia e a perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) no Ensino de Física: possíveis articulações nos documentos oficiais curriculares*. Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC, Águas de Lindóia-SP, 10 a 14 de novembro de 2013.
- Feynman, Richard P. (2008). *Lições de Física. Volume 1*. Porto Alegre: Bookman.
- Martins, I. P. (2002). *Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português*. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 1(1), 1-13. DOI: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen1/REEC_1_1_2.pdf.
- Moraes, J. U. P.; Araújo, M. S. T. (2012). *O Ensino de Física e o Enfoque CTSA: Caminhos para uma educação cidadã*. Editora Livraria da Física, São Paulo, 144p.
- Pereira, Enio Bueno; Martins, Fernando Ramos; Gonçalves, André Rodrigues; Costa; Rodrigo Santos; Lima, Francisco J. Lopes de; Rütther, Ricardo; ABREU, Samuel Luna de; Tiepolo, Gerson Máximo; Pereira, Silvia Vitorino; Souza, Jefferson Gonçalves de (2017). *Atlas Brasileiro de Energia Solar*. São José dos Campos/SP: INPE.

Pinheiro, Nilcéia A. M. (2005) *Educação crítico-reflexiva para um ensino médio científico tecnológico: a contribuição do enfoque CTS para o ensino-aprendizagem do conhecimento matemático*. 306 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. DOI:

<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/101921/222011.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Nádia Vilela Pereira - 50%

Mauro Sérgio Teixeira de Araújo - 50%