

Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade do tema energia por meio de um júri simulado

Lucas de Paulo Lameu¹ e Alice Assis²

¹ Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bauru, Brasil. ² Universidade Estadual Paulista (UNESP), Guaratinguetá, Brasil. E-mails: prof.dr.lucasdepaulolameu@gmail.com, alice.assis@unesp.br

Resumo: Neste trabalho, aplicou-se, em uma escola do Programa de Ensino Integral, com alunos do primeiro ano do Ensino Médio, uma sequência didática de Física com a temática energia, pautada no enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade e aplicada de acordo com a metodologia dos Três Momentos Pedagógicos, que consiste na Problematização Inicial, na Organização do Conhecimento e na Aplicação do Conhecimento. Nessa dinâmica didático-pedagógica, ressalta-se a criação de possibilidades para o desenvolvimento e para a facilitação da compreensão de conceitos pelos alunos, por meio da interação social em sala de aula, baseada na Teoria Sociocultural de Vigotski. Diante disso, investigou-se como a interação ocorrida em sala de aula, mediante a utilização da dinâmica supracitada, propiciou que os alunos articulassem os conceitos científicos com os aspectos tecnológicos, sociais e ambientais. A análise dos dados foi realizada por meio da Análise de Conteúdo. Os resultados dessa análise mostraram que a articulação entre o enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade e a Teoria Sociocultural de Vigotski, viabilizada pelos Três Momentos Pedagógicos, permitiu que esses estudantes assumissem posturas críticas e reflexivas relativas à Ciência e à Tecnologia, além de promover a formação de conceitos associados ao referido tema.

Palavras-chave: enfoque CTS, teoria sociocultural de Vigotski, três momentos pedagógicos, ensino de física, júri simulado.

Title: Science, Technology and Society approach to the theme energy from the simulated jury

Abstract: In this research, a didactic sequence of Physics, whose theme was energy, was applied to students in their first year of High School in a Full-time Education Program. The sequence was based on the Science, Technology and Society approach and on the Three Pedagogical Moments methodology, which consists of the three following steps: Initial Questioning, Organization of Knowledge and Application of Knowledge. In such didactic-pedagogical dynamic it is important to create possibilities for students to develop and better understand concepts through social interaction in the classroom, which is based on Vigotski's Sociocultural Theory. Therefore, it was investigated how that interaction made students develop scientific concepts about energy and how they were articulated with technological, social and environmental aspects, through the methodology above. Data analysis was performed through Content Analysis and the results showed that the articulation between Science, Technology and Society approach and Vigotski's Sociocultural Theory, made possible by the

Three Pedagogical Moments, allowed these students to have a critical and reflective attitude towards Science and Technology and to develop concepts related to energy.

Keywords: STS approach, Vigotski's sociocultural theory, three pedagogical moments, physics teaching, simulated jury.

Introdução

O presente trabalho é fruto de uma tese de doutorado desenvolvida em uma escola que pertence ao Programa de Ensino Integral do Estado de São Paulo com o objetivo de investigarmos os efeitos da aplicação de uma sequência didática pautada no enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) em uma sala do primeiro ano do Ensino Médio, tendo como estrutura a dinâmica didático-pedagógica dos Três Momentos Pedagógicos.

O enfoque CTS tem sido pauta de pesquisas da área de Ensino de Ciências em trabalhos que investigam acerca da elaboração de materiais didáticos (Silva e Marcondes, 2015), do currículo (Cortez e Pino, 2018), da formação de professores (Binatto et al., 2017), do uso desse enfoque com alunos da Educação Básica (Zanotto, Silveira e Sauer, 2016), entre outros. Existem também trabalhos que abordam os temas controversos (Saucedo e Pietrocola, 2019), que são aqueles que, dentro das Ciências, permitem explorar questões polêmicas que abrangem aspectos positivos e negativos, a partir de um problema global ou regional, tais como o aquecimento global e a produção de energia. Esse tipo de abordagem visa à articulação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, buscando a formação de alunos críticos.

Com essa perspectiva, foi instituído o Programa de Ensino Integral do Estado de São Paulo visando, para além da cognição, a formação integral do aluno, ao contemplar outros fatores da vida do educando, tal como uma participação ativa e crítica na sociedade (São Paulo, 2012). Esse programa tem sido foco de discussão de algumas pesquisas da área de educação, entre elas: Barbosa (2019), que analisou as percepções de professores do Programa de Ensino Integral do Estado de São Paulo e que participam da "Avaliação 360 graus" associada à avaliação de desempenho desses professores; Cisi (2019), que confrontou a proposta do Programa de Ensino Integral do Estado de São Paulo com os anseios dos alunos de forma a apresentar as convergências e os distanciamentos entre a política pública e o público atendido; e Grund (2019), que analisou as mudanças ocorridas com a implementação do Regime de Dedicção Plena e Integral, no contexto do Programa de Ensino Integral do Estado de São Paulo.

Porém, o foco de análise dessas pesquisas tem sido apenas no professor. Como esse programa se propõe à formação integral do estudante, buscamos focar no aluno por meio da abordagem do tema energia, uma vez que ela abrange questões que vão desde a origem do universo até questões do dia a dia, como o uso de combustíveis e o consumo de energia elétrica. Além disso, ela está presente no próprio corpo humano, sendo essencial para a manutenção da vida. Nos dias atuais, a sociedade cada vez mais industrializada e tecnológica exige, a cada dia, mais fontes de energia para suprir a demanda exacerbada de tais fontes. Perante o exposto, percebe-se o crescimento exponencial dos impactos ambientais e um rápido avanço dos

estudos técnico-científicos acerca das questões energéticas. Ramos, Fernandes-Sobrinho e Santos (2017, p. 346) apontam a relevância de que

[...] o ensino de matriz energética (EME) nas disciplinas de Ciências Naturais ultrapasse demarcações do campo estritamente científico e inclua outras questões mais amplas que se articulam ao enfrentamento de limites no atual modelo de crescimento econômico a qualquer custo.

Diante disso, o ensino do tema energia abarca aspectos relevantes além dos científicos, o que está de acordo com o enfoque CTS. Sob esse contexto, o objetivo geral desta pesquisa foi o de propiciar aos alunos a formação dos conceitos relativos à temática Energia, bem como a articulação entre esses conceitos e os aspectos tecnológicos, sociais e ambientais, de forma crítica e reflexiva, o que se deu mediante a interação social (Vigotski, 2001) promovida pela aplicação da sequência didática sobre esse tema, por meio da dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos.

Nessa perspectiva, especificamente neste trabalho, fazemos um recorte de tal aplicação, em que analisamos apenas o encontro que ocorreu um Júri Simulado para que os alunos decidissem acerca da construção de uma usina hidrelétrica. Nessa análise, buscamos responder ao seguinte problema de pesquisa: de que forma os alunos estabeleceram a articulação entre os conhecimentos abordados e os aspectos tecnológicos, sociais e ambientais, a partir da interação social ocorrida em sala de aula mediante a utilização dos Três Momentos Pedagógicos, para abordar o tema Energia de acordo com o enfoque CTS? Acreditamos que essa prática pode favorecer que esses estudantes assumam posturas críticas e reflexivas relativas à Ciência e à Tecnologia.

Referencial teórico

Inicialmente, é importante falarmos sobre a noção de desenvolvimento. Qual é a relação entre aprendizagem e desenvolvimento da criança? Para Vigotski (1991), para compreendermos a aprendizagem escolar, é imprescindível diferenciarmos dois níveis de desenvolvimento: zona de desenvolvimento real e zona de desenvolvimento proximal. No nível da zona de desenvolvimento real, admite-se o indicativo da capacidade mental das crianças daquilo que elas conseguem fazer por si mesmas, sem a ajuda de outras pessoas. Por outro lado, a zona de desenvolvimento proximal é a distância entre o nível de desenvolvimento real e o nível de desenvolvimento potencial, determinado por meio da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes (Vigotski, 1991). Um fator capital nesse conceito é que a zona de desenvolvimento proximal hoje será a zona de desenvolvimento real amanhã, ou seja, o que a criança faz hoje com a assistência de um adulto mais capaz, amanhã poderá fazer sozinha.

Para tanto, é necessária a interação do aluno com o professor ou com outros colegas mais capazes ou experientes, para que haja o desenvolvimento, a aprendizagem e a formação de conceitos científicos a partir da relação entre esses e os conceitos espontâneos. A seguir, abordamos o processo de formação de conceitos, tendo como base a Teoria Sociocultural de Vigotski.

A interação social em sala de aula e a formação de conceitos

Como destaca Facci (2010), para Vigotski (2001), é na primeira infância que se encontra a raiz para o desenvolvimento dos processos que podem, tardiamente, dar lugar à formação de conceitos, mas “as funções intelectuais, necessárias para a formação de conceitos, desenvolvem-se plenamente apenas na adolescência, quando é possível a transição definitiva ao pensamento conceitual” (Facci, 2010, p. 129). Logo, antes da adolescência encontram-se, nas crianças, formações intelectuais originais que se assemelham ao conceito, tornando-se conceitos autênticos apenas na adolescência. Dentre os conceitos estão os espontâneos e os científicos.

Para Vigotski (2001), a experiência pessoal da criança e sua relação com os conceitos científicos se diferem da sua relação com os conceitos espontâneos. Os primeiros surgem e têm sua constituição no processo de aprendizagem escolar de forma muito diferente do processo de experiência pessoal. O autor ressalta, ainda, que tanto a formação dos conceitos científicos quanto a formação dos espontâneos apenas começam quando a criança assimila pela primeira vez um significado ou um termo novo para ela, de modo que, nesse momento, os conceitos científicos passam a pertencer aos conceitos reais da criança. Segundo Vigotski (2001):

Os conceitos científicos formam um grupo especial que, sem dúvida, faz parte dos conceitos reais da criança, que se mantêm em todo o resto da vida mas, pelo próprio curso do seu desenvolvimento, aproximam-se demais da formação experimental de conceitos e, assim, combinam os méritos dos dois métodos ora existentes e permitem o emprego da análise experimental do nascimento e do desenvolvimento do conceito que de fato existe na consciência da criança. (Vigotski, 2001, p. 270)

Em suma, como destacam Leão e Kalhil (2015), para Vigotski, os conceitos espontâneos serão formados por meio do conhecimento que o indivíduo já possui enquanto os conceitos científicos serão formados a partir da aprendizagem.

De acordo com Vigotski (2001), o estudo dos conceitos espontâneos e científicos é um caso particular de um estudo mais geral da questão da aprendizagem e do desenvolvimento. Mas, em síntese, os conceitos espontâneos ou cotidianos são formados por uma comunicação direta das crianças com pessoas que estão ao seu redor, apresentando-se puramente de forma empírica, a partir de manipulação e experiência direta por meio de interações sociais imediatas. Atualmente, esses conceitos espontâneos, também denominados de concepções alternativas, têm sido amplamente estudados em trabalhos acadêmicos, entre eles, o de Leão e Kalhil (2015). Esses autores ressaltam que:

As concepções alternativas também conhecidas como concepções espontâneas são entendidas como os conhecimentos que os alunos detêm sobre os fenômenos naturais e que muitas vezes não estão de acordo com os conceitos científicos, com as teorias e leis que servem para descrever o mundo em que vivem (Leão e Kalhil, 2015, p. 2).

Por outro lado, os conceitos científicos ou não cotidianos são aqueles apropriados no processo escolar ou educativo (Facci, 2010). Nessa

perspectiva, o professor tem o papel de articular os conceitos espontâneos com os conceitos científicos, a fim de que os primeiros possam se inserir em uma visão mais abrangente do real e os últimos tornem-se mais concretos. Diante disso, os alunos passam a compreender a sua realidade de forma mais abrangente (Martins, 1997).

Todavia, pesquisas sobre concepções alternativas, mostram uma visão complementar da percepção de Vigotski e demonstram que há um caráter contraditório de muitos conceitos cotidianos em relação aos científicos. No trabalho de Moreira e Greca (2003), a ideia de mudança conceitual é analisada criticamente no período entre 1982/1983 e 2002/2003. Na interpretação deles, o modelo piagetiano/popperiano de conflito cognitivo e o modelo kuhniano de Posner sugerem "a mudança conceitual como uma substituição de uma concepção por outra na estrutura cognitiva do aprendiz." (Moreira e Greco, 2003, p. 5). Para eles, isso não existe, ou seja, essas concepções são resistentes à mudança e, mesmo quando ocorrem, são adicionados apenas novos significados às concepções já existentes, que se tornam mais elaboradas, mantendo a sua identidade.

Para Vigotski (2001), a formação de conceitos está atrelada ao processo de interação social, em específico, na possível mudança da zona de desenvolvimento real para a zona de desenvolvimento potencial, sendo que entre as duas está a zona de desenvolvimento proximal, isto é, o professor, por meio da interação social, pode promover a formação de conceitos científicos, mesmo que eles coexistam com os conceitos espontâneos.

A interação social, mediante o processo de instrução promovida pelo professor e por meio da mediação simbólica, pode promover o desenvolvimento do aluno e isso inclui a formação de conceitos científicos. Nesse sentido, pode-se compreender que o professor atua na zona de desenvolvimento proximal do aluno.

É precípuo destacarmos como o enfoque CTS e os Três Momentos Pedagógicos podem estar entrelaçados à concepção de interação social e como é possível essa correlação entre eles.

A interação social, o enfoque CTS e os Três Momentos Pedagógicos

As inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade podem ser caracterizadas por duas denominações: CTS e CTSA, de modo que a letra "A" refere-se ao Ambiente, chamando atenção para possibilidades de integração com Educação Ambiental (Luz, Queiroz e Prudêncio, 2019). Para Santos (2007), o movimento CTSA surgiu para incluir de forma obrigatória, nessas inter-relações, as questões ambientais. No entanto, a denominação CTSA divide opiniões entre os pesquisadores. Alguns afirmam que a preocupação ambiental é algo inerente ao campo CTS estando já implícita na tríade. Enquanto outros entendem ser necessário adjetivar esse campo de conhecimento para conferir destaque à dimensão ambiental de forma a resgatar o papel da educação ambiental no movimento inicial CTS. Compartilhamos, neste trabalho, da primeira ideia, ou seja, utilizamos a nomenclatura CTS em vez de CTSA, considerando que as questões ambientais já estão implícitas nas relações CTS.

Segundo Strieder (2008, p. 40), a abordagem das relações CTS no ensino deve ter como objetivo "formar cidadãos melhor informados ou

alfabetizados em ciência e tecnologia, críticos em relação ao desenvolvimento científico-tecnológico, capazes de tomar decisões e lidar com as implicações sociais desse”.

Em consonância com essa ideia, Santos (2007) afirma que tal ensino deve capacitar o aluno para a tomada de decisões responsáveis, o que pode ocorrer mediante a educação científica e tecnológica que leve o educando à construção dos conhecimentos, habilidades e valores fundamentais para a solução de questões associadas à ciência e à tecnologia.

Usar o enfoque CTS com o intuito de formar os alunos nessa perspectiva requer que os conteúdos sejam abordados de modo contextualizado. De acordo com Santos (2007), a contextualização tem como objetivos: promover o desenvolvimento de atitudes e valores em um contexto humanístico ante às questões sociais relativas à ciência e à tecnologia; auxiliar a aprendizagem de conceitos científicos e de aspectos relacionados à natureza da ciência; e levar os alunos a relacionarem suas experiências em ciências com problemas do cotidiano.

Para tanto, no enfoque CTS, é necessário desenvolver a consciência crítica que, segundo Magalhães (2002), corresponde à formação na qual o indivíduo obtém as informações e consegue aprofundá-las, apresentando conexões dentro das áreas de estudo das Ciências, para facilitar seu caminho na procura de uma amplitude de visão do mundo. É importante destacar que tal formação também advém da possibilidade da experiência vivida pelo indivíduo e, assim, a formação científica apenas colabora com a formação de consciências. A construção da consciência ocorre quando o indivíduo se apropria de informações de uma maneira muito particular.

Nesse pensar crítico, é essencial existir uma tomada de decisão, como aponta Auler (2007) ao destacar que é necessário que os atores sociais participem mais, a partir de decisões mais democráticas e menos tecnocráticas. Segundo Santos e Mortimer (2001), essa tomada de decisão pode ser compreendida como uma maneira racional de escolha entre meios alternativos de ação, por meio de um julgamento em termos de seus valores, relacionados a questões pessoais ou públicas.

Consideramos que, no Ensino de Ciências, a abordagem dos conteúdos de acordo com a dinâmica didático-pedagógica dos Três Momentos Pedagógicos (Delizoicov e Angotti, 1992) pode propiciar aos alunos o desenvolvimento do pensar crítico, possibilitando a tomada de decisão.

O primeiro momento, denominado Problematização Inicial, consiste em abordar questões e/ou situações que permitam levar os alunos a explicitarem as suas ideias, promovendo-se ainda a articulação entre o assunto abordado e situações reais conhecidas e presenciadas por eles, as quais provavelmente os estudantes não dispõem de conhecimentos suficientes para interpretá-los de uma forma geral ou correta.

Na Organização do Conhecimento, segundo momento pedagógico, estuda-se de forma sistemática o conhecimento necessário para a compreensão do tema e da Problematização Inicial, com a orientação do professor. Um conteúdo é programado em termos instrucionais, de maneira que o aluno perceba a existência de outras visões e explicações para as questões problematizadoras e situações iniciais.

No último momento pedagógico, nomeado Aplicação do Conhecimento, é abordado de forma sistemática o conhecimento incorporado pelo aluno, para interpretar e analisar as situações iniciais que determinaram o seu estudo e outras que não são ligadas ao conteúdo trabalhado, mas que podem ser explicadas pelo mesmo conhecimento. Podem ser cogitados exercícios, problemas e atividades que devem ser resolvidos pelos alunos.

Em Educação em Ciências, a articulação entre CTS e os Três Momentos Pedagógicos já tem sido discutida em alguns trabalhos, tais como Giacomini e Muenchen (2015) e Milli et al. (2017). No primeiro trabalho, os autores dialogam a abordagem temática de inspiração freireana com o movimento CTS, a partir da estruturação e análise de um processo formativo, pautada nos Três Momentos Pedagógicos, de um grupo de professores de uma escola estadual do Estado Rio Grande do Sul (RS), tendo como resultado formas de corroborar com um novo pensamento curricular por meio da abordagem temática. No segundo trabalho, os autores investigaram as contribuições da abordagem temática, a partir da articulação Freire-CTS, na elaboração de um plano de ensino pautado nos Três Momentos Pedagógicos. Entre as potencialidades desse trabalho, os autores destacam o fato de que os conceitos científicos ofereceram uma alternativa para superar as compreensões acríticas referentes ao uso de equipamentos de segurança, despertando a participação por meio da fiscalização efetiva.

No presente trabalho, à referida articulação acrescentamos a interação social (Vigotski, 2001), por considerarmos que o processo de problematização e dialogicidade, ocorrido nos Três Momentos Pedagógicos, pode privilegiar a interação entre professor e alunos, bem como entre os alunos, viabilizando a formação de conceitos científicos.

De acordo com Vigotski (1991), na interação social, o desenvolvimento da criança se dá a partir da sua interação com um adulto mais capaz, com a intenção de que ela venha a fazer sozinha o que faz hoje com a ajuda do sujeito mais experiente.

Para explicitarmos como os Três Momentos pedagógicos podem oportunizar a interação social mediante a abordagem dos conteúdos a partir do enfoque CTS, elaboramos o Triângulo Interacional (TI), destacado na Figura 1.

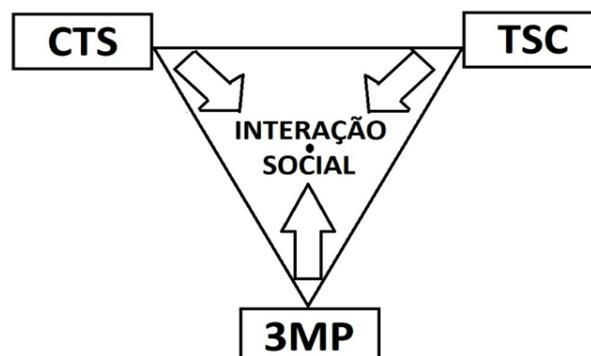


Figura 1.- Triângulo Interacional. Fonte: Lameu (2020).

Nessa Figura temos: a) Um triângulo equilátero (três lados iguais) – que representa a igualdade da relevância dos referencias teóricos em questão,

de maneira que um não se sobressaia em relação ao outro; b) Três vértices: CTS - Enfoque CTS; TSC - Teoria Sociocultural de Vigotski; 3MP - Três Momentos Pedagógicos. O vértice 3MP foi colocado propositalmente na base inferior, como se fosse um ponto de equilíbrio, porque são eles que viabilizam a correlação entre o Enfoque CTS e alguns conceitos da Teoria Sociocultural de Vigotski; c) Baricentro (ponto de intersecção): o ponto em comum dos três referenciais teóricos é a interação social.

Nesse cenário, inferimos que a problematização e a dialogicidade, presentes nos Três Momentos Pedagógicos, ocorrem mediante a interação social entre professor e aluno e entre alunos, de forma a promover a necessidade da busca de novos conhecimentos, tanto no campo científico quanto nos campos tecnológico, social e ambiental. Assim, quando se tem como objetivo a formação de um aluno crítico com uma visão ampla do mundo, é essencial que o enfoque CTS ocorra por meio de uma interação social representativa, de modo que o professor atue como o adulto mais capaz, de forma a provocar a passividade do aluno diante de certos temas.

Com base nessa perspectiva, neste trabalho, em particular, investigamos como tal interação, mediada pelo uso de uma sequência didática que aborda a temática Energia articulada aos aspectos tecnológicos, sociais e ambientais e elaborada de acordo com a dinâmica didático-pedagógica dos Três Momentos Pedagógicos, viabilizou que os alunos fizessem a referida articulação, construindo os valores necessários para que tomem decisões críticas.

Metodologia

Este trabalho é decorrente de uma pesquisa de doutorado (LAMEU, 2020), de cunho qualitativo-descritivo e exploratório, em que investigamos como se deu o processo de formação de conceitos relacionados à temática Energia e a articulação CTS, por meio da aplicação de uma sequência didática que foi construída na dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos.

É importante ressaltar que, nesta pesquisa, atuamos como pesquisador e como professor regente da turma, aplicando as aulas da sequência didática. No entanto, o professor de Física da turma foi convidado a participar como ouvinte, tendo a liberdade de interagir tanto com o pesquisador quanto com os alunos no decorrer das aulas.

O fato de o próprio pesquisador ser o professor regente da turma advém da questão de o mesmo atuar como professor em uma escola da rede pública de ensino e da importância do envolvimento de professores do ensino básico com pesquisas científicas. Como destacam Martins e Varani (2012), ao refletirem em seu trabalho sobre a relação entre ensino e pesquisa, há tanto proximidades quanto distanciamentos entre a prática profissional do professor e a do pesquisador, no entanto é essencial que esse diálogo ocorra trazendo uma melhoria científica e social na educação.

Essa sequência didática foi aplicada no primeiro semestre de 2018, no período de 07 de março a 06 de junho, totalizando 10 encontros. Cada encontro utilizou duas aulas consecutivas (100 minutos) por semana, referentes à disciplina Física, no período vespertino, às quartas-feiras, em uma sala do primeiro ano do Ensino Médio de uma Escola Integral da

Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte, São Paulo. Os sujeitos desta pesquisa foram os 36 alunos dessa sala.

A elaboração e a análise da sequência didática

O tema geral abordado na Sequência Didática foi Energia. Os 10 encontros foram divididos em 3 eixos que, por sua vez, foram subdivididos em 5 tópicos. O intuito dessa divisão foi estabelecer uma sequência de raciocínio de acordo com cada encontro, de forma que houvesse uma introdução, um desenvolvimento e uma conclusão. A proposta completa da sequência didática, com a metodologia utilizada ao longo de cada encontro e os seus objetivos, é destacada na Anexo1.

Este trabalho corresponde a uma situação específica delimitada à análise do Encontro 7, relativo à aplicação do Júri Simulado, em que foi abordada a temática "Construção de uma usina hidrelétrica fictícia - vantagens e desvantagens". Nessa atividade, trabalhamos o terceiro momento pedagógico, a Aplicação do Conhecimento.

Para uma melhor compreensão da proposta geral da sequência didática apresentamos, sucintamente, os temas abarcados nos encontros anteriores a essa atividade: história da energia na vida humana; o consumo de energia e o desenvolvimento da tecnologia; impactos da energia solar na sociedade; o Sol como fonte de energia; fusão nuclear; fontes diversas de energia; fontes renováveis e não renováveis; impactos ambientais de uma usina hidrelétrica; e funcionamento de uma usina hidrelétrica.

Nos Encontros 1 a 4, introduzimos a noção científica de energia que se difere do termo cotidiano, a partir da presença das diferentes fontes e formas de energia ao longo da humanidade, destacando o Sol como nossa principal fonte de energia e explorando, detalhadamente, o funcionamento de uma usina hidrelétrica e seus principais impactos ambientais. Embora não exista uma definição geral para energia, como destacam Feynman, Leighton e Sands (2008), há uma lei, a da conservação da energia, na qual determinada quantidade, que denominamos energia, não muda nas múltiplas modificações pelas quais passa a natureza. Esses autores destacam que o conceito de energia é muito abstrato para os alunos. Além disso, o tema "Energia" é considerado unificador dentro da física, podendo, ainda, favorecer "relações com temas de outras áreas, em nível interdisciplinar" (Angotti e Auth, 2001, p. 204).

Dessa forma, abordar o conceito de energia numa perspectiva CTS implica em evidenciar que é possível trabalhar as leis que regem esse conceito físico de uma maneira significativa e contextualizada, sem atermos a uma visão clássica presa apenas a definições e cálculos matemáticos. Por isso, abordamos a temática energia de uma forma diferenciada da tradicional. Buscamos diferenciá-lo do conceito cotidiano a partir de princípios essenciais no universo, como o princípio da conservação da energia, além de abordarmos a presença de diversas fontes e formas de energia essenciais para a existência do ser humano ao longo de sua história e de sua relação com a natureza. Por outro lado, ao final, destacamos que, na física, energia pode ser definida como a capacidade de realizar trabalho.

Nos Encontros 5 e 6, abordamos a temática referente ao funcionamento e aos impactos ambientais de uma usina hidrelétrica. Na Problematização Inicial, ocorrida no Encontro 5, apresentamos e discutimos o vídeo "Usina de Belo Monte em Altamira no Pará", com o objetivo de problematizar os principais impactos ambientais das usinas hidrelétricas, a partir da análise da construção dessa Usina. Na Organização do Conhecimento, transcorrida no Encontro 6, caracterizamos o funcionamento de uma usina hidrelétrica, introduzindo a concepção de transformação e conservação de energia. Isso foi feito a partir da apresentação e discussão do vídeo "Como funciona uma usina hidrelétrica", da apresentação de uma figura que continha a estrutura de uma usina hidrelétrica e da apresentação de um texto denominado "Usinas hidrelétricas", que caracteriza o funcionamento dessas usinas. Na sequência, utilizamos um experimento demonstrativo de baixo custo denominado "Regador de Jardim", montado com uma garrafa PET, dois canudos no formato de "L" e um pedaço de barbante, para explicitar a conversão da energia potencial gravitacional em energia cinética.

Ao final do Encontro 6, propusemos aos alunos a realização da atividade relativa ao Júri Simulado. Facultamos a eles a escolha do papel de cada um nessa atividade. Mesmo quando a quantidade de alunos interessados em um determinado papel era maior do que o necessário, permitimos que eles assumissem os papéis por eles escolhidos, sem restrição relativa ao número de pessoas.

Essa proposta do Júri Simulado foi aplicada no Encontro 7 e adaptada como ferramenta pedagógica de avaliação da concepção de Tribunal do Júri, que consta no artigo 5.º, XXXVIII, da Constituição Federal brasileira (Brasil, 1988) e em outras concepções mundiais baseadas no Direito Romano.

Para Nucci (2017), o Tribunal do Júri pode ser compreendido como uma garantia humana fundamental formal ao devido processo legal, para o julgamento dos autores de crimes dolosos contra a vida e demais delitos conexos baseados na lei. Ele é presidido, na maioria dos julgamentos, por juízes togados (com uma beca, ou seja, com uma vestimenta específica para magistrados), que sejam concursados e sem qualquer influência política. Também, há um Jurado ou Júri que pode votar pela "condenação" ou "absolvição" do réu. Dessa forma, lhe é conferida uma responsabilidade que provoca o civismo que é de suma importância para a democracia.

Além disso, o Júri Simulado já tem sido usado como ferramenta pedagógica, tanto no ensino superior para se avaliar o desempenho dos alunos na graduação quanto em pesquisas, que argumentam seu uso como estratégia e metodologia aplicadas em diferentes níveis de ensino. Como exemplo, citamos a pesquisa realizada por Vieira, Melo e Bernardo (2014), que apresentam as contribuições do uso dos júris simulados para a produção discursiva e para o aprendizado de licenciandos em um curso de formação de professores de física. Os debates sobre o problema de ligações elétricas irregulares, tema do Júri Simulado, evidenciaram que essa ferramenta possibilitou a produção de argumentos e contra-argumentos sobre a temática proposta.

Ressaltamos que a proposta da construção de uma usina hidrelétrica não se adequaria tecnicamente a um Tribunal do Júri. No entanto, adaptamos essa concepção como uma ferramenta pedagógica, uma vez que ela

apresenta características que vão ao encontro de nossa proposta que é baseada nos Três Momentos Pedagógicos, que exigem a dialogicidade e a problematização, e no enfoque CTS, que propõe a formação da criticidade e da tomada de decisão.

Como mencionado anteriormente, no Encontro 6, cada aluno escolheu voluntariamente a sua função, com o intuito de formar um Júri Simulado para julgar o caso referente à construção de uma usina hidrelétrica fictícia, considerando os seus principais impactos ambientais, a fim de permitir ou não a sua construção em uma cidade. A seguir, apresentamos o papel assumido por cada aluno e sua respectiva função:

(a) Juiz – (pesquisadores): responsável pelo andamento do Júri, fazendo as intervenções necessárias para que tudo ocorra da forma mais organizada possível. É quem estipula a pena, caso o réu seja considerado culpado;

(b) Autores da ação – (duas alunas): responsáveis por fazer o pedido da ação contra a usina hidrelétrica. Pode representar algum cidadão que de alguma forma pode ser prejudicado pela usina. Atua em conjunto com os advogados de acusação.

(c) Réu – (usina hidrelétrica - representada por um aluno que exerceu o papel de proprietário, gerente ou algum responsável legal da empresa): o acusado, cujo ato específico é o objeto de discussão do Júri. Também há a possibilidade de não existir réu. Assim, trata-se da acusação ou da defesa de um assunto específico.

(d) Advogados de defesa – (três alunos): como o nome sugere, eles defendem o acusado (réu), com base em argumentos coerentes, provas e apresentação de testemunhas;

(e) Promotores – (três alunos): também chamados de advogados de acusação, buscam condenar o réu, por meio de argumentos coerentes, provas e apresentação de testemunhas;

(f) Testemunhas – (dois alunos): fornecem argumentos que podem reforçar a suposta inocência do acusado, ou sua responsabilidade no caso em questão;

(g) Jurados – (demais alunos da turma): responsáveis por analisar os fatos expostos e, ao final, dar o veredicto (Culpado? Inocente?).

A atribuição das funções, como aqui apresentada, é uma das várias possibilidades de divisão dos papéis. A distribuição e a quantidade de alunos também podem ser variadas, de acordo com a quantidade de alunos por turma ou por interesse dos alunos e/ou professor. Após a escolha dos alunos para as funções dentro da dinâmica proposta, explicamos todo o roteiro do Júri Simulado, que deveria ser seguido no dia oficial (Encontro 7). Além disso, conversamos separadamente com cada grupo de alunos explicando o seu papel (o que seria esperado deles no Júri) e tirando as dúvidas remanescentes. Os alunos que deveriam trabalhar em conjunto também conversaram entre si, como os autores da ação com os promotores e o réu com os advogados de defesa, com suas respectivas testemunhas. Foi reforçada ainda a importância da elaboração dos textos de defesa e acusação por parte dos promotores e advogados de defesa, que deveriam

ser feitos em casa, estudados e trazidos no dia do Júri. O Júri Simulado foi dividido em oito partes:

(a) Parte I: Abertura (a ser lida pelo juiz)

A empresa Hidroeletron, localizada a _____, fazendo um estudo da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte, em especial, da cidade _____, propôs a construção de uma usina hidrelétrica na cidade. Ela possui uma área de ___ km² e sua população foi estimada em 2016 em _____ habitantes. Se construída, a usina irá alagar 100 km², sendo necessário o deslocamento de aproximadamente 27.000 habitantes. A população revoltada não aceitou a proposta, mesmo com o contrato sendo fechado entre a empresa e os governos federal, estadual e municipal, e entraram na justiça contra a construção da usina na cidade. Acusam a empresa de trazer muitos impactos ambientais, sociais e econômicos na cidade. Observação: as testemunhas, o autor e o réu ficam do lado de fora do recinto.

(b) Parte II: Entrada do autor da ação

1) O juiz pede para o oficial chamar o autor que o conduz até o banco para ser interrogado.

2) O advogado de acusação faz perguntas ao autor.

3) O advogado de defesa faz perguntas ao autor.

4) O autor se senta próximo aos seus advogados.

(c) Parte III: Entrada do réu

1) O juiz pede para o oficial chamar o réu que o conduz até o banco para ser interrogado.

2) O advogado de acusação faz perguntas ao réu.

3) O advogado de defesa faz perguntas ao réu.

4) O réu se senta próximo aos seus advogados.

(d) Parte IV: Entrada das testemunhas do autor.

1) O juiz chama as testemunhas do autor, uma por uma.

2) A testemunha faz o seguinte juramento: "Você jura dizer a verdade e nada mais que a verdade em nome da lei?"

3) O advogado de acusação faz perguntas à testemunha.

4) O advogado de defesa faz perguntas à testemunha.

5) As testemunhas saem.

(e) Parte V: Entrada das testemunhas do réu

1) O juiz chama as testemunhas do réu, uma por uma.

2) A testemunha faz o seguinte juramento: "Você jura dizer a verdade e nada mais que a verdade em nome da lei?"

3) O advogado de defesa faz perguntas à testemunha.

4) O advogado de acusação faz perguntas à testemunha.

5) As testemunhas saem.

(f) Parte VI: Teses dos advogados de defesa e de acusação

1) Os advogados de defesa são chamados para defender o réu.

2) Os advogados de acusação são chamados para acusar o réu.

(g) parte VII: Votação do Júri Simulado

1) O juiz promove a votação. O auxiliar irá entregar um papel onde o Júri deverá votar a favor ou contra a construção da usina hidrelétrica.

2) O auxiliar irá contar e dar o resultado final e o juiz o anuncia apresentando as consequências.

(h) Parte VIII: Encerramento

O juiz declara o encerramento da audiência.

Detalhamos que, para que tivéssemos um melhor preparo dos alunos para o Júri Simulado, entre o Encontro 6 e o Encontro 7, fizemos um ensaio com todos os alunos de forma que eles pudessem vivenciar os seus papéis interagindo entre si e conosco, para tirarem suas dúvidas, apresentarem suas dificuldades e darem contribuições. Primeiro, eles foram colocados nos seus respectivos grupos de forma a socializarem e acordarem quando e o que cada um falaria e as possibilidades de intervenção ao longo do protocolo do Júri. Os autores da ação, os promotores e as testemunhas puderem socializar entre si, assim como os advogados de defesa, os réus e as suas respectivas testemunhas. Nós também interagimos com os demais alunos que fariam os papéis de Júri, explicando a importância da neutralidade e de ficarem atentos às falas dos advogados de defesa e de acusação, de forma a tomarem uma decisão final por meio de votação. Por último, fizemos um ensaio com todos. Destacamos que, nesse dia, não filmamos para que os alunos ficassem mais à vontade.

Após a aplicação do Júri Simulado, nos Encontros 8 e 9, abordamos de forma mais detalhada, tanto conceitualmente quanto quantitativamente, as energias cinética, potencial gravitacional e energia mecânica. Por fim, no Encontro 10, trabalhamos a noção de trabalho, com o intuito de explorarmos a seguinte questão: afinal, o que é energia? Foi esclarecido ao aluno que não há uma definição exata para energia, mas que pode ser utilizada, com limitações, aquela relacionada à concepção de trabalho, no contexto do Princípio da Conservação da Energia Mecânica.

É importante ressaltar que, para se trabalhar energia, normalmente se apresenta uma definição a partir de trabalho mecânico no qual há a transformação da energia potencial em cinética. Também há a possibilidade de se trabalhar o tema energia independentemente de trabalho, ao se falar do conceito de quantidade de calor. Neste trabalho, por meio do enfoque CTS, partimos de contextos como a construção de usinas hidrelétricas, as transformações de energia associadas ao seu funcionamento e o princípio da conservação da energia. Teixeira, Muramatsu e Alves (2017) também destacam a possibilidade de se trabalhar estes conceitos, ao proporem um modelo de usina hidrelétrica para ensinar tópicos de Física.

Neste trabalho, analisamos o que chamamos de Episódio de Ensino 6. Para Carvalho (1996), episódios de ensino podem ser compreendidos como

“o momento em que fica evidente a situação que queremos investigar” (p. 6). Na tese, pesquisa matriz deste trabalho, analisamos mais seis episódios de ensino: Episódio de Ensino 1 – História da energia na vida humana; Episódio de Ensino 2 – Atividade I; Episódio de Ensino 3: O Sol como fonte de energia; Episódio de Ensino 4: Impactos ambientais de uma usina hidrelétrica; Episódio de Ensino 5: Funcionamento de uma usina hidrelétrica; Episódio de Ensino 7: Atividade IV. Como destacado anteriormente, neste trabalho, focamos apenas nas aulas referentes ao Júri Simulado, realizado no Encontro 7.

Fizemos a análise dos dados por meio da Análise de Conteúdo (Bardin, 2016), que consistiu na elaboração de categorias, a partir de unidades de registro e de contexto. Nessa perspectiva, investigamos se a presente proposta atingiu o seu objetivo, elencando todas as considerações e discussões pertinentes a fim de verificarmos, no decorrer do Júri Simulado, se as atividades desenvolvidas desde o início da presente pesquisa propiciaram aos alunos a visão crítica das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, associadas aos principais impactos ambientais relativos à construção de uma usina hidrelétrica bem como se os alunos fizeram tal articulação e como a fizeram. Para essa análise, em particular, utilizamos a transcrição da gravação em vídeo do Encontro 7.

Resultados e discussão

A realização do Júri Simulado em questão correspondeu ao momento da Aplicação do Conhecimento (Delizoicov e Angotti, 1992), considerando que os alunos deveriam analisar e interpretar tudo que foi discutido nas aulas anteriores.

O Episódio de Ensino compõe todas as unidades de registro apresentadas na análise. Essas unidades foram obtidas a partir das falas dos alunos que atuaram como advogados de defesa e de acusação, do juiz (pesquisadores) e das testemunhas. Os alunos se prepararam para o Júri Simulado a partir das discussões desenvolvidas nos encontros anteriores acerca do funcionamento e dos impactos ambientais associados às usinas hidrelétricas. Para cumprir os seus papéis dentro da dinâmica estabelecida, cada um deles poderia se expressar da maneira que achasse mais interessante, de forma a atingir o objetivo da atividade. Para facilitar o processo de análise e por questão de ética, os alunos foram nomeados como A1, A2, A3, etc. Nos diálogos, fomos identificados pela sigla PES.

A seguir, apresentamos as unidades de registro e de contexto obtidas de alguns diálogos, presentes no referido Episódio de Ensino. Em síntese, primeiro, obtivemos as unidades de registro exclusivamente de parte dos diálogos dos alunos que, por sua vez, foram formatadas em unidades de contexto, que deram base para o processo de categorização, ou seja, as unidades de registros deram base para as unidades de contexto que foram utilizadas para criarmos as categorias de análise exploradas neste trabalho. Ressaltamos que, por se tratar de um recorte, apenas parte das falas dos alunos foram apresentadas.

Unidade de Registro 1:

A1 (advogado de acusação) – Eu queria começar com a pergunta para a senhorita A17 (testemunha de defesa). Você seria, deveria ser

a principal, umas das principais, a saber como veterinária que isso afeta diretamente, no ecossistema, do rio. E além do ecossistema ali no rio, há fauna e há flora presentes ao lado. E o senhor A18 (testemunha de defesa), queria saber do senhor, essa empresa vai gerar emprego sim, mas por quanto tempo?

A18 – Por prazo determinado.

A1 – Sim, a empresa vai gerar emprego na construção dela e como sabemos nem todo mundo tem curso superior para continuar trabalhando depois da construção, você poderia me dizer, se essa empresa continuaria gerando empregos depois da construção dela?

A18 – Não.

PES (juiz) – Vocês têm mais perguntas? Advogados de defesa, gostaria de falar algo?

A13 (advogado de defesa) – Como veterinária, eu não acho que ela deveria saber a questão do ecossistema porque isso cabe ao biólogo, biólogo marinho, biólogo...

A partir da Unidade de Registro 1, obtivemos a Unidade de Contexto 1: um dos impactos ambientais da construção de uma usina hidrelétrica, que advém da construção de seu reservatório, é afetar diretamente o ecossistema do rio desviado, além de outras consequências.

Unidade de Registro 2:

A9 (advogado de acusação) – A gente pode fazer mais uma pergunta?

PES – Última pergunta.

A9 – Essa casa que você comprou, foi comprado com o dinheiro do seu trabalho, certo? E é feito, é com a venda de peixe, quando tiver a usina, você continuar tendo esse dinheiro para construir sua casa? Mesmo que ele dê a moradia para vocês, você vai continuando tendo trabalho, já que você vai morar longe desse rio [...]

A11 (testemunha de acusação) – Vou continuar tendo trabalho, mas, porém, vai ser mais difícil, porque fica mais longe [...]

A9 – Obrigado.

A partir da Unidade de Registro 2, chegamos à Unidade de Contexto 2: Um dos impactos ambientais causados por uma usina hidrelétrica é afetar pescadores locais que dependem do rio para pesca. Embora algumas usinas proponham a criação de peixes nos reservatórios, como alternativa, nas discussões ocorridas durante o Júri Simulado, os alunos não consideraram essa possibilidade, destacando apenas a morte de parte dos peixes após a construção de uma usina.

Unidade de Registro 3:

PES - Agora passaremos para o momento onde cada advogado vai fazer o seu ponto de acusação ou a defesa. Gostaria que o Júri prestasse muita atenção [...] porque após será feita a votação se a empresa Hidroeletron poderá ou não continuar instalada aqui na

cidade. Começaremos, não podem falar nesse momento, gostaria que os advogados de defesa começassem ou lesse o texto ou falassem. Vocês têm no máximo cinco minutos. Advogados de acusação não podem falar nesse momento.

A13 - Podemos apontar como questões positivas desse tipo de construção, e de maneira mais óbvia, é a geração de eletricidade, e que dessa forma faz com que o PIB per capita cresça. Além disso podemos apontar que a energia fica cada vez mais barata para a população e assim como pode ser apresentado, favorece uma energia mais renovável e limpa, além da pouquíssima emissão de gases poluentes, podendo gerar desenvolvimento da cidade. Em questões negativas, os impactos principais são: desmatamento, impacto sócio-ambiental será feito a melhor, melhor cálculo para se dizer, possível para poder diminuir os agravamentos físicos e sociais, assim diminuindo a construção. Em respeito aos moradores, será proposto, novas moradias, sendo mais [...] necessários para um agrupamento, um condomínio. E em relação à flora e à fauna, em questão de extinção, outros, será manuseada para outro habitat, apresente as mesmas condições que lá fora será armazenada.

Da Unidade de Registro 3, emergiu a Unidade de Contexto 3: A construção de usinas hidrelétricas pode apresentar várias vantagens: geração de eletricidade, aumento do PIB, energia barata e limpa, além de algumas desvantagens que podem ser sanadas se for planejado.

Unidade de Registro 4:

PES - Advogados de acusação, vocês têm até cinco minutos para falar sobre a acusação de vocês.

A1 - Pode ser aqui ou ali?

PES - Por favor, fale para o Júri.

A1 - Queria começar falando sobre a área de construção dessa hidrelétrica. Já sabendo aonde é, poderíamos dizer que de qualquer forma haveria resultados negativos para a cidade, primeiro, se a área da construção fosse uma área que tivesse população, teria que mover muita parte da população [...]. Levando em conta isso, muitos desses, esse condomínio com certeza seria feito em uma área afastada da cidade, eu não tenho o conhecimento se a empresa faria escolas e todo tipo de comércio, fora, afastado da cidade, junto com esse condomínio, já que a maior parte da população que vive perto do rio, vive da renda dos peixes e com isso não tem uma grande renda, e como sabemos, o comércio de peixes é muito pequeno já que a maioria vem das fábricas. [...], então você disse que ele poderia pegar peixes em outro lugar, estudando um pouco mais a hidrelétrica, não poderíamos achar outro lugar para a hidrelétrica? É e também, é, eu também acredito que a hidrelétrica é uma grande produtora de energia limpa, mas o problema que o rio Paraíba já é um rio poluído e com o mesmo, a pequena taxa de emissão de gases, já pioraria a situação, do habitat natural daqueles peixes.

Por meio da Unidade de Registro 4, elaboramos a Unidade de Contexto 4: A construção de usinas hidrelétricas pode apresentar várias desvantagens: deslocamento da população local e interferência na pesca.

A partir dessas quatro unidades de registro e de contexto, criamos três categorias:

(a) Categoria 1: impactos ambientais causados pelas usinas hidrelétricas. Ela engloba as Unidades de Registro e de Contexto 1 e 2. Retrata alguns impactos ambientais trazidos pela construção de uma usina hidrelétrica como a interferência no ecossistema do rio desviado.

(b) Categoria 2: vantagens da construção de uma usina hidrelétrica. Inclui apenas as Unidades de Registro e de Contexto 3. Ela destaca as principais vantagens da construção de uma usina hidrelétrica, como, por exemplo, a produção de energia.

(c) Categoria 3: desvantagens da construção de uma usina hidrelétrica. É relacionada às desvantagens da construção de uma usina hidrelétrica, como o deslocamento da população local. Ela engloba as Unidades de Registro e de Contexto 4.

Destacamos que, na interação entre os alunos, eles dialogaram e debateram entre si de forma a apresentarem as principais vantagens e desvantagens da construção de uma usina hidrelétrica. Como destaca Vigotski (2001), é importante o processo de instrução por parte do professor para que ocorra o desenvolvimento do aluno. Da análise das falas dos alunos que deram origem às três categorias, destacamos:

(a) Categoria 1. Dentre as vantagens das usinas hidrelétricas, o aluno A13 apresentou a questão de essa usina gerar eletricidade, de ser uma fonte renovável e limpa, apesar de seus impactos ambientais.

Dessa forma, observamos que o aluno A13 conseguiu compreender que a usina hidrelétrica tem um grande potencial para a produção de energia renovável, o que foi discutido ao longo dos encontros anteriores.

(b) Categoria 2. O aluno A1 explicitou várias desvantagens para a construção de uma usina hidrelétrica, porém, também evidenciou a concepção de energia limpa, no quesito de não emitir gases poluentes na atmosfera, outra concepção que também foi trabalhada no decorrer dos encontros.

Dessa forma, tanto a Categoria 1 quanto a Categoria 2 mostraram que conseguimos atuar na zona de desenvolvimento proximal dos alunos A1 e A13, uma vez que suas colocações sugerem que eles passaram da zona de desenvolvimento real para a zona de desenvolvimento potencial, em específico, no desenvolvimento do conceito referente ao funcionamento de uma usina hidrelétrica.

Do ponto de vista conceitual, o aluno de modo independente sempre atua na zona de desenvolvimento real. Com subsídio, ele pode operar na zona de desenvolvimento proximal. Nesse processo, a zona de desenvolvimento real cresce, podendo se deslocar até a zona de desenvolvimento potencial.

Esses alunos apresentaram uma explicação correta para a construção e o funcionamento de uma usina hidrelétrica. Portanto, esses dados corroboram

com a concepção de Vigotski (1991) de que a interação social promovida em sala de aula pode promover o desenvolvimento do aluno. Isso incluiu também todos os impactos ambientais apresentados pela Usina. Como é visto na Categoria 3.

(c) Categoria 3. Os alunos A1, A13 e A18 discutiram sobre o impacto da usina no ecossistema local, interferindo na fauna e na flora, além da questão do desemprego gerado na comunidade local afetada. Aqui percebemos impactos ambientais e sociais. Por outro lado, das Categorias 1 e 2, também conseguimos elencar outros impactos tanto positivos quanto negativos trazidos pela usina, tais como: desvio do rio e consequências no ecossistema ligado a ele, influência na pesca local de pescadores que dependem disso para a sobrevivência, deslocamento da população local, como também, geração de eletricidade, aumento do PIB, energia barata e limpa.

Com relação aos impactos ambientais, os alunos elencaram a morte de peixes devido à redução do oxigênio da água por causa dos troncos das árvores que foram alagadas, o que levou à redução dos alimentos dos peixes também. Destacaram ainda que não apenas os peixes, mas outros animais também podem morrer com o alagamento.

Sobre os impactos sociais, os alunos observaram que com o alagamento de determinada região é necessário o deslocamento de pessoas para outras áreas e isso exige uma logística bem elaborada. Outro fato por eles destacado é o de que essas pessoas poderiam ter lembranças afetivas de suas casas, que remetessem à sua história de vida, fato que poderia afetar a saúde emocional dessas pessoas. Além disso, algumas delas teriam que mudar de profissão, com a mudança para o novo local de moradia.

Nessa categoria, observamos que os alunos demonstraram compreender que as usinas hidrelétricas causam vários impactos ambientais, porém ficou confuso quando citaram a questão da poluição das águas, no sentido da liberação de rejeitos nos rios, fato que não ocorre de forma direta nesse tipo de usina. Essa concepção veio de um dos vídeos apresentados, "Usina de Belo Monte em Altamira no Pará", no qual foi revelado o deslocamento da comunidade local, que foi atingida pela inundação da represa da usina hidrelétrica de Belo Monte, para um conjunto de habitações fornecido pela empresa responsável pela construção da usina. Logo, ela não fez o saneamento adequado dessas novas habitações, uma vez que o esgoto convergia diretamente no rio, sem nenhum tratamento, poluindo, assim, a água do rio. Nessa perspectiva, as discussões apresentadas pelos alunos sugerem que eles não souberam explicar de forma explícita a ligação entre a construção da usina e a questão do esgoto a céu aberto, e, conseqüentemente, a poluição das águas. A relação ficou implícita. Por outro lado, apresentaram uma relação CTS complexa, mostrando compreender que há muitas conseqüências trazidas com a construção de uma usina hidrelétrica.

As Categorias 1, 2 e 3, destacadas anteriormente, evidenciam que a aplicação da atividade Júri Simulado viabilizou uma visão mais ampla dos alunos sobre as potencialidades e as desvantagens das usinas hidrelétricas.

Observamos que os alunos conseguiram estabelecer relações CTS diante do funcionamento e da construção de uma usina hidrelétrica. E, o mais importante, é que a atividade proposta também propiciou aos alunos a tomada de decisão. Isso ocorreu ao final do Júri Simulado, uma vez os alunos que representavam o corpo do Júri deveriam optar entre autorizar ou não a construção da usina fictícia na cidade, tomando como base as falas do debate entre os advogados de defesa e de acusação, mediadas pelo juiz (pesquisador). A decisão se deu por meio de uma votação feita em papel de forma escrita. Como resultado, o Júri votou contra a construção da usina hidrelétrica. Como destaca Auler (2007), é importante que os atores sociais participem, por meio de decisões democráticas. O Júri Simulado foi apenas uma possibilidade do que poderia acontecer na vida real e os alunos tiveram que tomar uma decisão sobre a construção fictícia de uma usina hidrelétrica.

Conclusões e implicações

Os dados foram analisados por meio da Análise de Conteúdo (Bardin, 2016), primeiro a partir de excertos das falas de alunos que participaram de Júri Simulado, compondo as unidades de registro. Esses, por sua vez, compuseram as unidades de contexto que deram base para a elaboração de três categorias: Categoria 1: impactos ambientais causados pelas usinas hidrelétricas; Categoria 2: vantagens da construção de uma usina hidrelétrica; Categoria 3: desvantagens da construção de uma usina hidrelétrica.

Delas, podemos inferir que os alunos compreenderam que os principais impactos de uma usina hidrelétrica são: deslocamento da população local, desvio dos rios, redução do oxigênio na água e morte de peixes, destruição da flora e da fauna, interferência na pescaria local; as principais vantagens de uma usina hidrelétrica são: geração em larga escala de eletricidade, aumento do PIB, energia barata e limpa. Esses resultados corroboram com Silva (2014), que discorre sobre os impactos tanto positivos quanto negativos da construção de usinas hidrelétricas, no século XXI.

Em relação à articulação entre os aspectos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais, tais atividades propiciaram que muitos dos alunos compreendessem que as usinas hidrelétricas apresentam vantagens e desvantagens relativas à sua construção.

A postura dos alunos no Júri Simulado sugere que eles expressaram ideias críticas e reflexivas sobre a construção fictícia de uma usina hidrelétrica, de forma a articular os conceitos científicos (a transformação e a conservação da energia), com os aspectos tecnológicos (relacionados à construção da usina) e com questões sociais, que incluem aspectos diversos tanto nas relações sociais da comunidade envolvida quanto ambientais.

Assim, os resultados da análise mostraram que a articulação entre o enfoque CTS e a interação social de Vigotski, viabilizada pelos Três Momentos Pedagógicos, permitiu que esses estudantes assumissem posturas críticas e reflexivas relativas à Ciência e à Tecnologia, tais como: a usina hidrelétrica pode produzir energia em larga escala e ser considerada uma fonte de energia limpa, porém, acarreta muitos impactos ambientais,

tanto à humanidade quando à fauna e à flora, e a sua construção exige muita reflexão e planejamento.

Nessa perspectiva, corroboramos algumas características apontadas pelo enfoque CTS, dentre elas, a formação de uma consciência crítica, como é destacado por Magalhães (2002), uma vez que, neste trabalho, aprofundamos as informações de modo que os alunos adquiriram uma visão mais ampla de mundo, correlacionando várias áreas de estudo das Ciências. Essa consciência propiciou que eles construíssem valores que os levaram a julgar imprópria a construção da usina hidrelétrica, em virtude dos grandes impactos ambientais gerados, mesmo com seus benefícios. Nessa perspectiva, também consideramos que este trabalho levou os alunos à tomada de decisão (Santos e Mortimer, 2001) em decorrência das discussões, em específico, do Júri Simulado.

Em relação às potencialidades desta pesquisa, destacamos que ela facilitou a formação integral dos alunos, promoveu a articulação CTS, apresentou metodologias diversificadas, promoveu a dialogicidade, desenvolveu uma formação mais crítica.

Pensar em formação integral não é algo que seja exclusivo do Programa de Ensino Integral, é essencial por parte de qualquer escola. Porém, para que isso possa ocorrer, propomos uma articulação entre os Três Momentos Pedagógicos, o enfoque CTS e a Teoria Sociocultural, já que essa articulação nos permite inferir que: a dialogicidade e a problematização podem promover a interação social; essa, por sua vez, permite a formação de conceitos; a abordagem temática, no viés CTS, é essencial para a formação da consciência crítica e da tomada de decisão dos alunos.

Portanto, validamos a articulação que estabelecemos neste trabalho relativa ao Triângulo Interacional, no qual os Três Momentos Pedagógicos, que visam à problematização e à dialogicidade, podem propiciar a interação social entre professor e alunos e entre os alunos, de forma a promover a necessidade de busca de novos conhecimentos que articulem aspectos sociais, tecnológicos e ambientais, o que é consonante com o enfoque CTS.

Para finalizar, ressaltamos a importância da abertura dada, tanto pela gestão da escola quanto pelo professor de Física da turma, para que esta pesquisa fosse realizada.

Destacamos a possibilidade de desdobramentos da aplicação desta pesquisa, porém é necessário que os gestores permitam a aplicação de abordagens que propiciem a problematização e a interação social em sala de aula. Ressaltamos, ainda, a importância de que professores e gestores da Educação Básica tenham acesso a esta pesquisa, a fim de que ela possa ser replicada em outras escolas.

Referências bibliográficas

Angotti, J. A. P., e Auth, M. A. (2001). Ciência e tecnologia: implicações sociais e o papel da educação. *Ciência & Educação*, 7(1), 15-27.

Auler, D. (2007). Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. *Ciência & Ensino*, 1(n. especial), 1-20.

Barbosa, M. L. C. S. (2019). *A Avaliação 360º: percepções dos professores do Programa de Ensino Integral*. (Dissertação Mestrado em Educação). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, Brasil.

Bardin, L. (2016). *Análise de Conteúdo*. São Paulo: Edições 70.

Binatto, P. F., Duarte, A. C. S., Teixeira, M. M., e Soares, M. N. (2017). Análise das reflexões de futuros professores de biologia em discussões fundamentadas pelo enfoque CTS. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 17(3), 931-951. Recuperado de: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2017173931>.

Brasil (1988). *Constituição Federal de 1988*. Recuperado de: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm

Carvalho, A. M. P. (1996). O uso do vídeo na tomada de dados: pesquisando o desenvolvimento do ensino em sala de aula. *Pro-Posições*, 7(1), 5-13.

Cisi, P. H. R. (2019). *A implementação do programa ensino integral em uma unidade do interior paulista*. (Dissertação Mestrado em Planejamento e Análise de Políticas Públicas). Universidade Estadual Paulista, Franca, Brasil.

Cortez, J., e Pino, J. C. D. (2018). As Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Licenciatura em Ciências da Natureza e o Enfoque CTS. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 18 (1), 27-47. Recuperado de: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec201818127>

Delizoicov, D., e Angotti, J. A. (1992). *Metodologia do ensino de ciências*. São Paulo: Cortez.

Facci, M. G. D. (2010). *Vigotski e o processo de ensino-aprendizagem: a formação de conceitos*. Em S. G. L. Mendonça e S. Miller (Eds.), *Vigotski e a escola atual: fundamentos teóricos e implicações pedagógicas* (pp. 123-148). Araraquara: Junqueira & Marin; Marília: Cultura Acadêmica.

Feynman, R. P., Leighton, R. B., e Sands, M. (2008). *Lições de física de Feynman: a edição definitiva*. Porto Alegre: Bookman.

Giacomini, A., e Muenchen, C. (2015). Os três momentos pedagógicos como organizadores de um processo formativo: algumas reflexões. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 15(2), 339-355.

Grund, Z. C. (2019). *Jornada de trabalho docente: regime de dedicação plena e integral (RDPI) na rede estadual de ensino de São Paulo*. (Dissertação Mestrado em Educação). Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, Brasil.

Leão, N. M. M, e Kalhil, J. B. (2015). Concepções alternativas e os conceitos científicos: uma contribuição para o ensino de ciências. *Latin-American Journal of Physics Education*, 9(4), 1-3.

Lameu, L. P. (2020). *Abordagem do tema Energia por meio do Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade em uma escola do Programa de Ensino Integral do Estado de São Paulo*. (Tese de Doutorado em Educação para a Ciência). Universidade Estadual Paulista, Bauru, Brasil.

Luz, R, Queiroz, M. B. A., e Prudêncio, C. A. V. (2019). CTS ou CTSA: o que (não) dizem as pesquisas sobre Educação Ambiental e Meio Ambiente? *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 12 (1), 31- 54.

Magalhães, J. (2002). A formação da consciência crítica e o Ensino de Ciências. *Revista Urutaguá – Revista Acadêmica Multidisciplinar*, 1(4).

Martins, J. C. (1997). Vygotsky e o papel das interações sociais na sala de aula: reconhecer e desvendar o mundo. *Série Ideias*, 28, 111-122. Recuperado de http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/ideias_28_p111-122_c.pdf

Martins, f. M., e Varani, A. (2012). Professor e pesquisador: considerações sobre a problemática relação entre ensino e pesquisa. *Revista Diálogo Educacional*, 12(37), 647-680.

Milli, J. C. L., Almeida, E. S., Fonseca, K. N., Silva, H. L. N., Silva, M. B., e Gehlen, S. T. (2017). Relações Freire-CTS: A Física e o rompimento da cultura do silêncio. *Anais do XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física*. São Carlos: Sociedade Brasileira de Física.

Moreira, M. A., e Greca, I. M. (2003). Mudança conceitual: análise crítica e propostas à luz da teoria da aprendizagem significativa. *Ciência e Educação*, 9(2), 301-315.

Nucci, G. S. (2017). *Código Penal Comentado*. Rio de Janeiro: Forense.

Paes, M. S. P. (2019). *Educação para o trabalho e escola em tempo integral: análise de formação oferecida aos jovens no Ensino Médio no estado de São Paulo*. (Tese Doutorado em Educação). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

Ramos, T. C., Fernandes-Sobrinho, M., e Santos, W. L. P. (2017). Pesquisas sobre o ensino de matriz energética em periódicos nacionais e internacionais: desafios para a educação Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, 34 (2), 344-371.

Santos, W. L. P. (2007). Contextualização no Ensino de Ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*, 1 (n. especial), 1-12.

Santos, W. L. P., e Mortimer, E. F. (2001). Tomada de decisão para ação social responsável no Ensino de Ciências. *Ciências & Educação*, 7(1), 95-111.

São Paulo. (2012). *Assembleia Legislativa. Lei complementar nº 1.164, de 04 de janeiro de 2012*. Institui o Regime de dedicação plena e integral - RDPI e a Gratificação de dedicação plena e integral - GDPI aos integrantes do quadro do Magistério em exercício nas escolas estaduais de Ensino Médio de período integral, e dá providências correlatas. Recuperado de: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei.complementar/2012/alteracao-lei.complementar-1164-04.01.2012.html>

Saucedo, K. R. R., e Pietrocola, M. (2019). Características de pesquisas nacionais e internacionais sobre temas controversos na Educação Científica. *Ciência & Educação*, 25(1), 215-233. Recuperado: <https://doi.org/10.1590/1516-731320190010014>

Silva, P. J. (2014). Usinas hidrelétricas do século 21: empreendimentos com restrições à hidroeletricidade. *Revista de Engenharia* 619, 83-90.

Silva, E. L., e Marcondes, M. E. R. (2015). Materiais didáticos elaborados por professores de química na perspectiva CTS: uma análise das unidades produzidas e das reflexões dos autores. *Ciência & Educação*, 21(1), 65-83. Recuperado: <http://dx.doi.org/10.1590/1516-731320150010005>

Strieder, R. B. (2008). *Abordagem CTS e Ensino Médio: espaço de articulação*. (Dissertação Mestrado em Ensino de Ciências). Universidade de São Paulo, São Paulo.

Teixeira, J. N., Muramatsu, M., e Alves, L. A. (2017). Um modelo de usina hidrelétrica como ferramenta no ensino de Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*. 34 (1), 248-264.

Vieira, R. D., Melo, V. F, e Bernardo, J. R. R. (2014). O Júri Simulado como recurso didático para promover argumentações na formação de professores de Física: o problema do "gato". *Revista Ensaio*, 16(3), 203-225. Recuperado: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172014160310>

Vigotski, L. S. (1991). *A formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes.

Vigotski, L. S. (2001). *A construção do pensamento e da linguagem*. São Paulo: Martins Fontes.

Zanotto, R. L., Silveira, R. M. C. F., e Sauer, E. (2016). Ensino de conceitos químicos em um enfoque CTS a partir de saberes populares. *Ciência & Educação*, 22(3), 727-740. Recuperado de: <https://doi.org/10.1590/1516-731320160030011>

Anexo 1.- Proposta completa da Sequência Didática. Fonte: Lameu (2020). E= Encontro

E	Descrição/metodologia	Objetivo
1	Uso dos experimentos "Lata adestrada" e "Ebulidor de Franklin" e demonstração do Vídeo "Metamorfose Ambulante".	PI - Problematizar o conceito de energia e os impactos de seu consumo, por meio do uso de tecnologias, ao longo da história da humanidade.
	Leitura e discussão dos textos didáticos: Texto I - "Energia: os vários significados da palavra" e Texto II - "A energia na história da humanidade".	OC - Apresentar a concepção que a Física tem do conceito de energia, diferenciando-a do conceito cotidiano e elencar historicamente o consumo de energia pelo homem ao longo de sua história.
2	Aplicação da Atividade I, por meio de uma pergunta e de uma figura.	AC - Apresentar ideias sobre o consumo de energia por meio da relação entre o homem e a natureza.
	Apresentação dos vídeos "Tipos de câncer de pele", "Vitamina D - a força que vem do Sol" e "Universo 3D/Comparação: planetas e estrelas".	PI - Problematizar as vantagens e as desvantagens do uso da energia solar de forma natural, a partir da questão do câncer de pele e da produção da vitamina D.
3	Apresentação do vídeo "ABC da Astronomia - Sol" e do Texto III: "O Sol como principal fonte de energia na Terra".	OC - Apresentar o Sol como uma estrela e o seu aproveitamento como fonte principal de energia na Terra.
	Apresentação dos textos didáticos: Texto IV - "A radiação solar recebida pela Terra", em conjunto com uma figura; e Texto V - "A fusão nuclear no sol" e mostra do vídeo "Fusão nuclear".	OC - Demonstrar numericamente a quantidade de energia solar aproveitada pela Terra e explicar o processo de produção de energia solar a partir da fusão nuclear.
4	Leitura em grupo, dos textos didáticos: Texto VI - "Combustíveis"; Texto VII - "Combustíveis Fósseis"; Texto VIII - "Combustíveis Fósseis II"; Texto IX - "Fontes de energia diversas"; Texto X - "Fontes terrestres de energia independentes dos Sol"; Texto XI - "Outras fontes de energia independentes do Sol"; e Texto XII - "Usinas nucleares".	OC - Elencar as principais características das fontes de energia, classificando-as como combustíveis fósseis e não fósseis, além de dependentes ou não do sol.
	Aplicação da Atividade II para ser feita em casa e a Atividade III para ser realizada em sala de aula, de forma individual.	AC - Destacar os principais impactos ambientais dos combustíveis fósseis, apresentar como se deu o consumo de energia solar na história da humanidade, calcular a quantidade de energia solar recebida pela Terra e estimar a quantidade de calorias que um idoso deve obter a partir do consumo de alimentos ricos em vitamina D.
5	Utilização dos Textos VI ao XII para uma nova discussão.	PI - Diferenciar fontes renováveis de fontes não renováveis de energia.

	Apresentação e discussão do vídeo "Usina de Belo Monte em Altamira no Pará".	PI – Problematizar os principais impactos ambientais das usinas hidrelétricas, a partir, da análise da construção da Usina de Belo Monte.
6	Apresentação do vídeo "Como funciona uma usina hidrelétrica", realização do experimento "Regador de Jardim", apresentação da estrutura de uma usina hidrelétrica e apresentação do Texto XIII: "Usinas hidrelétricas".	OC – Caracterizar o funcionamento de uma usina hidrelétrica, introduzindo a concepção de transformação e conservação de energia.
7	Proposta de um Júri Simulado com a seguinte temática: Construção de uma usina hidrelétrica fictícia em Cruzeiro – SP – vantagens e desvantagens.	AC – Elencar os principais impactos ambientais, as vantagens e as desvantagens de uma usina hidrelétrica, a partir da construção hipotética de uma usina desse tipo.
8	Uso de uma figura que representa a estrutura de uma usina hidrelétrica e apresentação das principais formas de energia a partir de outra figura.	PI – Apresentar as principais formas de energia no funcionamento de uma usina hidrelétrica. OC – Nomear e descrever as principais formas de energia.
	Apresentação do texto didático Texto XIV: "Formas e conservação da energia".	OC – Caracterizar a energia cinética, a energia potencial gravitacional e a energia mecânica.
9	Demonstração do experimento "Base inclinada".	OC – Apresentar o princípio da conservação da energia.
	Aplicação da Atividade IV em conjunto com o uso de uma figura.	AC – Relacionar o uso de telefones celulares com o consumo, formas e transformações de energia, além de apresentar seus impactos sociais na sociedade do século XXI.
10	Demonstração do vídeo "São Paulo, desabastecimento e longas filas em postos", apresentação e discussão do texto didático XV: "Afim, o que é energia?" e apresentação de uma figura.	PI – Problematizar o consumo de energia a partir do "Greve dos caminhoneiros" ocorrida em 2018. OC – Apresentar a noção física para o conceito de energia e enunciar matematicamente o princípio da conservação da energia, através da introdução do conceito de trabalho.
	Discussão do Texto XVI: "Trabalho e energia" e aplicação da Atividade V em conjunto com o uso de duas figuras.	OC – Definir e exemplificar o conceito de trabalho. AC – Discorrer sobre a importância e os principais impactos ambientais e sociais do uso das diversas fontes de energia pela sociedade do atual século, apresentar as principais fontes, formas e transformações de energia que ocorrem no funcionamento de uma usina hidrelétrica, assim como as suas principais vantagens e desvantagens e apresentar a concepção de trabalho a partir da questão da seca no sertão nordestino.