

ENERGIA HIDRELÉTRICA E TÉRMICA: UMA ABORDAGEM CTS NO ENSINO DE QUÍMICA

Alexmilde Fernandes da Silva¹
Valeska Cristina Silva Marinho²
Rick Anderson Freire Mangueira³
Jocielys Jovelino Rodrigues⁴

RESUMO

Neste trabalho está apresentado o enfoque CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) como meio de abordagem da problemática de fontes alternativas de energia no contexto da educação realizada no ensino de Química. Entre seus pressupostos, engloba a complexidade, que dificulta a abordagem de temas ambientais sem as necessárias junções com esferas política, social, econômica, histórica, cultural, etc. Na concepção de uma educação crítico-reflexiva, procurou-se neste trabalho apresentar um estudo a respeito das interações entre ciência, tecnologia e sociedade, das quais aparecem associadas diretamente a fontes alternativas de energia como a energia hidrelétrica e térmica. Aplica-se a descrição de metodologias de inserção CTS na educação tecnológica, contextualizada com referenciais sobre visões de mundo. Neste sentido merece destaque a contribuição desse enfoque como meio de favorecer a interpretação de tecnologias e suas repercussões na sociedade, de apontar seus limites e poderes e de estimular novos valores e novos modos de produção em bases sustentáveis, pertinentes à adaptação que a habilitação tecnológica requer no contexto atual.

Palavras-chave: Enfoque CTS, Ensino de Química, Energia Hidrelétrica, Sociedade.

INTRODUÇÃO

A cada ano os problemas relacionados ao ambiente vêm se agravando, ocasionados principalmente por contaminações do ar, água, solo. Assim como, esgotamento dos recursos naturais e perda da biodiversidade. Desequilíbrios provocados pela explosão demográfica, consumismo descontrolado, atividades empresariais e tecnológicas predatórias, que favorecem a uma crise ambiental sem precedentes, promovendo um consumo desenfreado de recursos naturais e de energia. Entretanto, um movimento de reordenação está em curso e requerem da educação em geral e em particular da educação científica e tecnológica a contingência de seu vir a ser.

De um lado o desenvolvimento técnico científico possibilitou um avanço de

¹ Graduanda do Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal - UF, jocielys@yahoo.com.br

² Graduada pelo Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal - UF, j_j_rcg@hotmail.com

³ Doutor do Curso de Estatística da Universidade Federal de Campina Grande UFCG, will.ufcg@gmail.com

⁴ Doutor pelo Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal - UFCG, jocielysr@gmail.com

conhecimentos a respeito das questões ambientais, entretanto, por outro, tal conhecimento ainda não é utilizado de forma adequada e conveniente ao equilíbrio almejado.

Assim, buscando enfoque com a realidade social e tecnológica, a questão da problemática ambiental, de geração de energia e de consumo de recursos naturais, de forma circunstancial, demanda o esforço de conscientização das mentes, com o objetivo de construir uma nova compreensão de ambiente, que privilegie a sua multidimensionalidade.

Nesse contexto apresentado, é importante explorar a área de estudos de outras ciências e ultrapassar as fragmentações que separam o homem da natureza e lhe confirma o poder de dominação. É importante evoluir para entender a realidade, e para uma observação de mundo mais integrada.

É nesse enfoque que se evidenciam as novas possibilidades que poderão ser inseridas pela operacionalização de estudos no enfoque CTS no ensino de Química, as quais considerando, entre outros, os temas ambientais, geração de energia e consumo de recursos naturais, incluem novos espaços para interações, e também introduz um novo fazer pedagógico, mais crítico e contextualizado (MORIN, 2001).

Este trabalho teve como objetivo abordar sobre a importância da utilização do enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade - CTS para a abordagem da problemática relacionada ao consumo de recursos naturais e fontes alternativas de energia no ensino de Química. Entende-se que a aprendizagem em relação ao meio ambiente é uma das vertentes necessárias à formação no ensino de Química, visto que sua prática profissional se encontra relacionada com a utilização de recursos do ambiente, execução de tecnologias e atendimento de necessidades e interesses da sociedade.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este trabalho trás uma pesquisa de natureza qualitativa Sobre este tipo de pesquisa, Gerhardt e Silveira (2009) apresentam,

[...] A pesquisa qualitativa não se preocupa com representatividade numérica, mas, sim, com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização, etc. Os pesquisadores que adotam a abordagem qualitativa opõem-se ao pressuposto que defende um modelo único de pesquisa para todas as ciências, já que as ciências sociais têm sua especificidade, o que pressupõe uma metodologia própria [...] (Gerhardt e Silveira, 2009, p. 31)

Histórico do Ensino de Química no Brasil

A química e em geral as Ciências não tinham muito espaço nas escolas no passado. Tais ciências adquiriram espaço na educação devido aos avanços e atribuições favorecidas pelo seu desenvolvimento favorecendo mudanças de práticas sociais e na forma de ver as coisas (ROSA, 2005).

As ciências foram inseridas no ensino das escolas no início do século XIX, nessa época o ensino tinha forte pauta na matemática e no estudo das línguas clássicas. A partir da revolução industrial, houve a criação de unidades escolares com enfoque na área da química, motivados principalmente pelo reconhecimento da ciência e tecnologia como vitais para a economia da sociedade.

De acordo com estudos realizados por Lopes (2007), a partir da década de 50, verifica-se que o reconhecimento da Ciência e Tecnologia como fundamentais para o desenvolvimento econômico, social e cultural trouxe estímulo para o ensino de química em todos os níveis e se tornou objeto de vários movimentos de transformação do ensino.

A partir da década de 20, as questões associadas ao processo ensino-aprendizagem da ciência química nas escolas brasileiras passaram a ter mais enfoque com a inclusão desta disciplina de forma obrigatória no currículo (LOPES, 2007).

As ciências, em especial a química, teve seu objeto de estudo ampliado no currículo das escolas com a criação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (Lei, nº. 4024, de 1961-LDB). Nessa época houve ampliação da visão de que a química, física e biologia eram disciplinas que contribuiriam através do método científico para desenvolver o espírito crítico dos estudantes.

Houve modificação no ensino de química pela ditadura militar que revolucionou o cenário político do Brasil. Verifica-se interferência do modelo norte-americano no desenvolvimento da política educacional do Brasil, favorecido principalmente pela ideologia do sistema desenvolvimentista que tinha como objetivo o aperfeiçoamento do sistema industrial e econômico capitalista.

Nesse período foram criados seis centros de ciências pelo MEC nas cidades do Rio de Janeiro, São Paulo, Recife, Salvador, Belo Horizonte e Porto Alegre. A partir daí com o crescimento das pesquisas nos programas de pós-graduação, as universidades passaram a estudar os fatores que proporcionassem melhorias para o processo de ensino e aprendizagem dessa área. A criação de programas vinculados a CAPES, como o SPEC (Subprograma de

Educação para a Ciência) e o pró-ciências impulsionou a expansão do estudo do ensino de química nas escolas.

Documentos referenciais curriculares

A LDB de 1971 veio estabelecer a concepção educacional de um ensino voltado para o desenvolvimento de uma mentalidade pragmática, nesta, deveria existir a valorização do ensino médio profissional (LOPES, 2007).

Com a criação da Lei 9394/96 verificam-se mudanças significativas para a educação brasileira estimulada pela mudança no contexto social em torno da educação. A partir desta lei originou-se documentos buscando orientar a educação nacional e se tornam diretrizes para criação de uma nova proposta de ensino para a educação básica que tem buscado inserir o Ensino Médio às atuais tendências educacionais que têm como principal objetivo a interdisciplinaridade e a contextualização, Oposto ao currículo conteudista e fragmentado em torno do qual se organizava a educação escolar no Brasil desde a década de 70 (MORTIMER, 2007).

Segundo as Orientações Curriculares para o Ensino Médio, a inserção do estudante no mercado de trabalho também é uma meta relevante na construção da presente proposta. Dessa forma, neste contexto, as ferramentas relacionadas às Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) se apresentam como instrumentos importantes, facilitando a mediação de relações significativas entre o universo da química e o mundo do trabalho. O ensino de Química no contexto atual busca uma forma de relacionar o conceito ao contexto, entretanto, esta contextualização, deve assumir um caráter político e social inserindo situações onde o aluno se constitua como parte de um processo consciente de produção dos saberes tanto científicos quanto escolares (LOPES, 2002).

Atualmente, diversas temáticas ligadas a problemas sociais de âmbito mundial têm sido incorporados aos currículos, dentre estas se destaca os estudos de ciência, tecnologia e sociedade (CTS).

O Enfoque CTS na educação científica

As CTS surgiram nas décadas de 60 e 70 em um contexto marcado pela crítica ao modelo de desenvolvimento científico e tecnológico. Motivado pela preocupação com as

armas nucleares e químicas e assim como pelo agravamento dos problemas ambientais (MORTIMER, 2003).

Santos, (2008) caracteriza a orientação curricular de CTS como pesquisa e desenvolvimento de currículos que buscam utilizar o conteúdo de ciências como abordagem social e tecnológica, nessa perspectiva, o indivíduo utiliza a tecnologia com o conhecimento científico, assim como o mundo social de suas experiências do dia-a-dia.

De acordo com ZIMAN (1985) a orientação Básica, CTS deveria ser utilizada pelos educadores com perspectiva de orientação interdisciplinar no tratamento dos temas científicos ordinários. Entretanto, este autor enfoca que na formação acadêmica desses professores há obstáculos que devem ser enfrentados principalmente no que diz respeito à institucionalização de inovações: criação de espaço nas unidades acadêmicas das universidades para abordagens interdisciplinares e transdisciplinares; treinamento pessoal em estudos e pesquisas avançadas de CTS; legitimação nos currículos; etc.

No contexto atual, a orientação curricular CTS constitui uma diversidade de programas multidisciplinares, tais programas, buscam enfatizar sobre a importância e dimensão social da ciência e da tecnologia. Observa-se que entre os objetivos centrais desses programas, está a participação do indivíduo na tomada de decisões sobre Ciência e Tecnologia (GARCIA, CERESO E LÓPEZ, 1996).

De acordo com estudos realizados por HOFSTEIN, AIKEHEAD E RIQUARTS (1988), os CTS apresentam possibilidades para o educador trabalhar com uma variedade de estratégias e metodologias de ensino, como debates, demonstrações, pesquisa de campo, solução de problemas etc.

Cerezo, 1998 aponta que os programas CTS são constituídos por basicamente estudar o campo da investigação, o campo das políticas públicas e o campo da educação. No primeiro, busca uma reflexão contextualizada sobre a ciência e tecnologia; no segundo campo, estuda a criação de mecanismos relativos à política científico-tecnológica e no terceiro campo, busca problematizar a inclusão de programas CTS no ensino médio e universitário.

Ensino de Química: Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Segundo Santos (2000) a orientação curricular com enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade com temas relacionados à sociedade têm importância fundamental no ensino de Química, auxiliando no processo de contextualização do tema com a vida cotidiana dos alunos, favorecendo também a compreensão das habilidades inerentes à cidadania. Ainda de

(83) 3322.3222

contato@conedu.com.br

www.conedu.com.br

acordo com este autor, o Enfoque CTS permite a compreensão do ensino de Química por meio da comparação com o ensino tradicional de Química, como apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Características do Ensino Clássico de Ciências e o Ensino CTS

Ensino clássico de ciência	Ensino CTS
1 - Organização conceitual da matéria a ser estudada (abordando conceitos de física, química e biologia)	1 - Organização da matéria em temas tecnológicos e sociais voltados para o cotidiano dos alunos.
- Investigação, observação, experimentação, coleta de dados e descoberta como método científico.	2 - Potencialidades e limitações da tecnologia no que diz respeito ao bem comum.
3 - Ciência, um conjunto de princípios, um modo de explicar o universo, com uma série de conceitos e esquemas conceituais interligados.	3 - Exploração, uso e decisões são submetidos a julgamento de valor.
4 - Busca da verdade científica sem perder a praticidade e a aplicabilidade.	4 - Prevenções de consequências a longo prazo.
5 - Ciência como um processo, uma atividade universal, um corpo de conhecimento.	5 - Desenvolvimento tecnológico, embora impossível sem a ciência, depende mais das decisões humanas deliberadas.
6 - Ênfase à teoria para articulá-la com a prática	6 - Ênfase à prática para chegar à teoria.
7 - Lida com fenômenos isolados, usualmente do ponto de vista disciplinar, análise dos fatos, exata e imparcial.	7 - Lidar com problemas verdadeiros no seu contexto real (abordagem interdisciplinar).

(SANTOS, 2000).

O Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade, trás como objetivo principal a contextualização do ensino e não se limitando a apenas isso. O enfoque CTS favorece o

estudo de situações reais, buscando abordar conceitos científicos e aplicando-os para a compreensão da realidade e dos fenômenos, dessa forma, o enfoque CTS contribui para a motivação dos alunos estudarem a Ciência.

SOLOMON (1988), ainda afirma que o ensino de Química com enfoque CTS deve ser apresentado como um meio de conhecimento que permita atender às necessidades sociais, dessa forma, estabelecendo um recurso para auxiliar na compreensão das pressões provocadas pela variedade de inovações tecnológicas na sociedade. Sendo assim, o Enfoque CTS aborda e estuda os fenômenos direcionados à ciência Química, aspectos tecnológicos que são inseparáveis dos aspectos científicos e sociais daquele conhecimento e da situação de origem são levados em consideração.

Na Figura 1 está apresentado, o modelo desenvolvido por Santos e Schnetzler, 2000, este modelo representa de forma sintetizada as ideias do ensino de Química baseado no enfoque CTS.

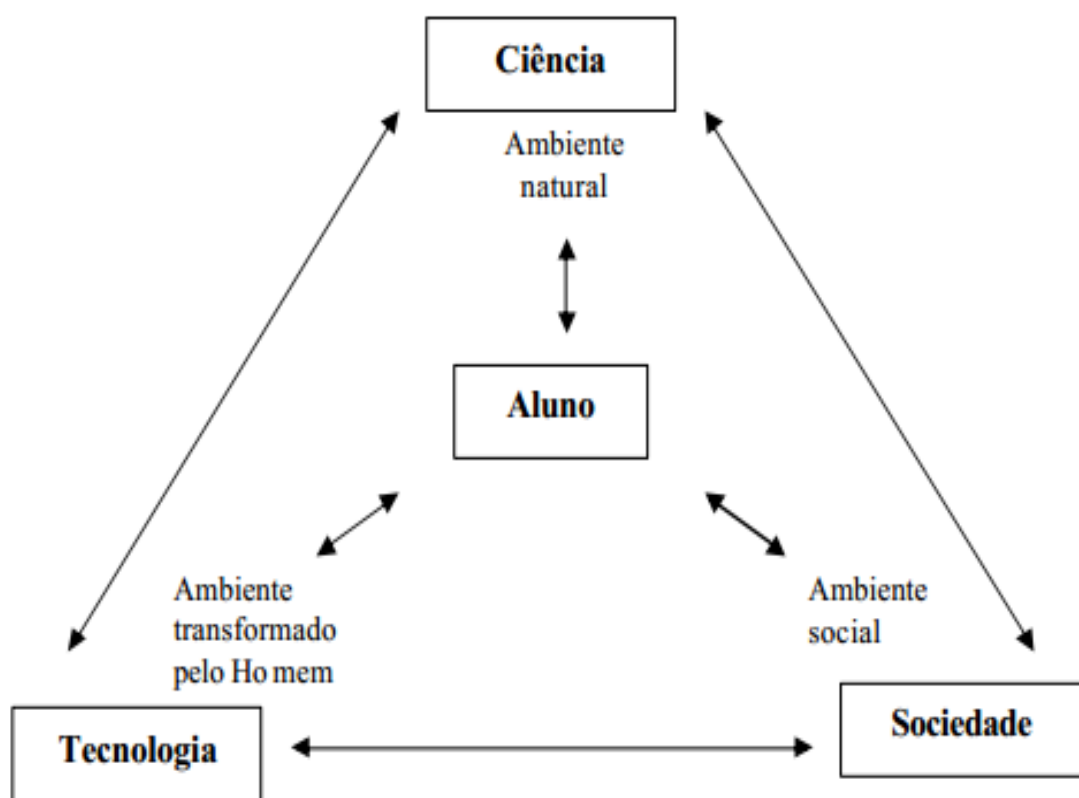


Figura 1 - O modelo CTS - Adaptado de SANTOS E SCHNETZLER (2000).

Segundo Santos, 2000, o ensino de Química apresentando como base apenas os conceitos científicos, sem o envolvimento de situações vivenciadas no cotidiano, torna a disciplina desmotivadora e desinteressante para o aluno.

O enfoque baseado no ensino CTS apresenta-se como uma ferramenta importante para o professor destacar os conceitos abordados e desenvolver com o aluno observações mais amplas das aplicações e implicações de Ciência e Tecnologia da sociedade atual.

Assim, a investigação teórico-reflexiva que promove a pesquisa constante por metodologias adequadas para tratar da dimensão ambiental e a busca por fontes menos poluentes de geração de energia no ensino de Química, expande a constantes questionamentos sobre como proceder para proporcionar a compreensão do processo tecnológico em suas implicações e estimular a avaliação dos impactos positivos e negativos provenientes da produção, gestão e incorporação de tecnologias.

Fontes geradoras de energia

O desenvolvimento tecnológico e energético vem se modificando ao longo dos anos, incentivando a pesquisa por novas rotas para produção de energia, bem como o melhor aproveitamento das tecnologias existentes.

Atualmente, existe uma busca constante por fontes geradoras de energia que sejam menos agressivas ao meio ambiente, como aquelas obtidas através dos tradicionais combustíveis fósseis. A energia proveniente das hidrelétricas é considerada a principal fonte da matriz energética do Brasil, recurso extremamente importante para o desenvolvimento econômico e sustentável da sociedade.

O uso da água é essencial para atender as necessidades da população, porém quando utilizada de forma inadequada provoca alterações na qualidade da mesma, comprometendo os recursos hídricos e sua utilização para as diversas finalidades (DE SOUZA, 2014).

Um grande enfoque tem sido dado à preservação do meio ambiente, principalmente quando se trata de recursos naturais não renováveis. A fiscalização através dos órgãos competentes, com relação aos impactos ambientais e a preservação do meio ambiente têm estimulado as indústrias a se preocuparem com o tratamento dos seus efluentes (SILVA, 2006).

A água recobre cerca de 2/3 da superfície do planeta existente na forma de oceanos, calotas polares, rios e lagos pode-se afirmar que é o recurso natural mais abundante na Terra apresentando aproximadamente um volume de 1,36 bilhão de quilômetros cúbicos (km³).

A água ainda pode ser encontrada em aquíferos subterrâneos, e é uma das poucas fontes para produção de energia que não contribui para o aquecimento global apontado como o principal problema ambiental da atualidade.

Apresenta um ciclo renovável favorecido pelos efeitos da energia solar e da força da gravidade, a água presente na forma líquida transforma-se em vapor sendo este, condensado em nuvens, e dessa forma, retornam à superfície da terra na forma de chuvas. Entretanto, a participação da água na matriz energética mundial ainda é pouco expressiva, sendo predominantes na matriz energética mundial os derivados de combustíveis fósseis.

Dessa forma, ressalta-se que a implementação do desenvolvimento sustentável, se estabelece através da utilização de recursos naturais para a complexidade das necessidades da população sem comprometer as gerações futuras, tem sido enfoque em discussões globais. Assim é evidente a importância dos temas relacionados às energias renováveis, visto que conseguem integrar questões tanto sociais, quanto energéticas, econômicas e ambientais.

METODOLOGIA

Dimensionamento da montagem da Usina

Na realização desse projeto foi confeccionada a montagem de uma usina de geração de energia elétrica com materiais de fácil obtenção, com o objetivo de apresentar para a turma de maneira simples e prática o funcionamento de uma usina. A montagem da maquete da usina seguiu o modelo da tradicional de geração com turbinas apresentado na Figura 2.

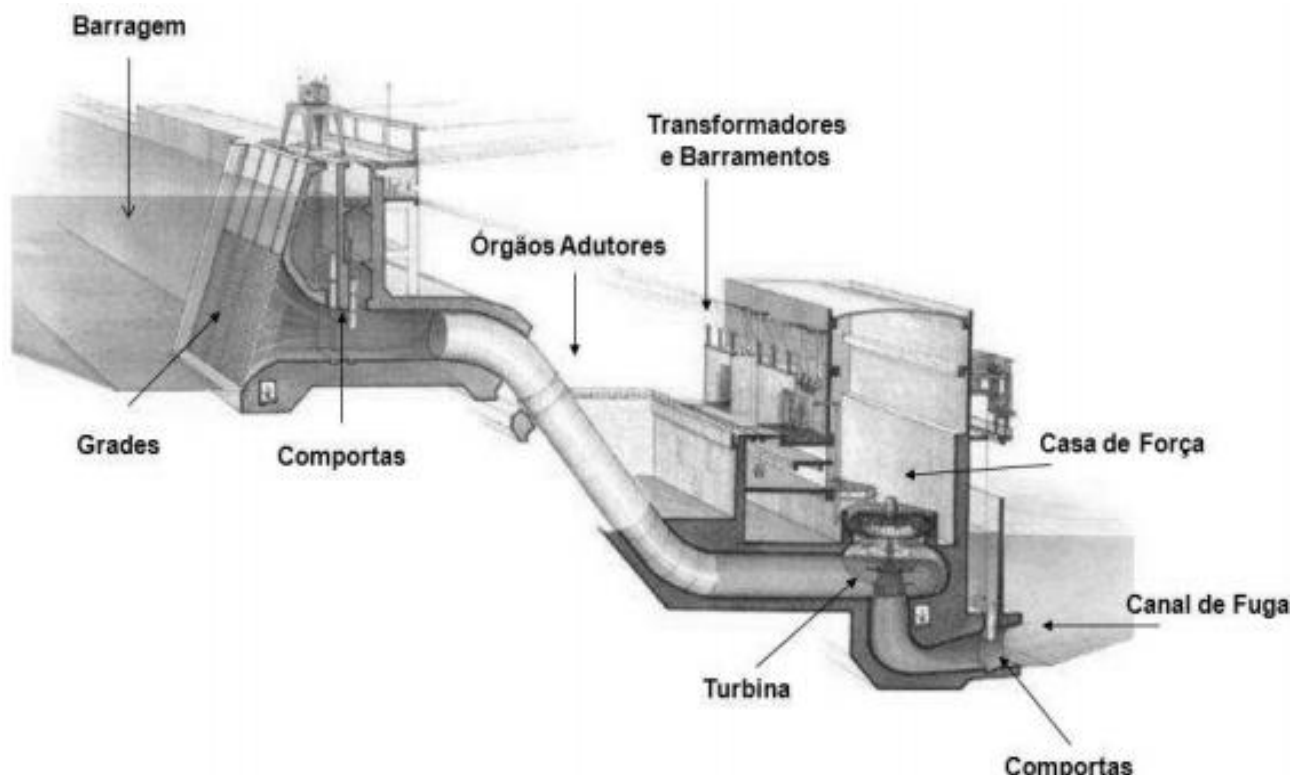


Figura 2. Modelo tradicional de usinas hidrelétricas (IESA, 2009).

Foram utilizados materiais de baixo custo os quais estão listados abaixo:

- Mini motor (reaproveitado de impressora usada)
- Multímetro
- CD's usados
- Colheres descartáveis
- Isopor
- Canudo
- Garrafa Pet
- Embalagem plástica
- Mangueira
- Recipiente para coletar água

Toda montagem da maquete simulando uma usina hidrelétrica está apresentada na Figura 3. Para a sua confecção, inicialmente foram obtidas as dimensões de cada sistema. Procurando montar este sobre uma folha de papel metro. Depois foi realizado furos nos potes para que fossem feitas as conexões necessárias, medindo-as milimetricamente. Cada parte do sistema possui uma função essencial no processo.



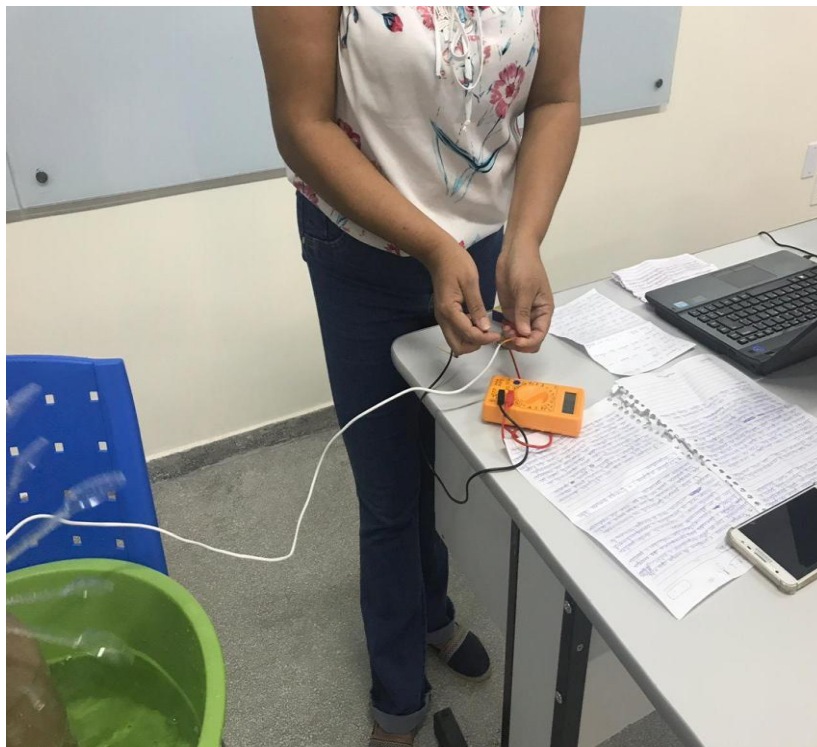


Figura 3. Montagem da estrutura para simular a geração de energia de uma usina hidrelétrica.

Após a montagem do sistema foram feitos testes, para possíveis ajustes na simulação para movimentação da turbina através da força da água e para acoplar ao medidor de energia.

Resultados e Discussão

É fundamental entender que a dimensão ambiental necessita ser contemplada no ensino de Química, em função da aproximação existente entre o setor produtivo e os impactos que desencadeiam a degradação ambiental.

Verifica-se que essa problemática tem origem em grande parte da visão de mundo fragmentada, que classificam o ambiente como algo separado de nós. As questões ambientais abordadas no ensino de Química, geralmente vêm assentadas em concepções reducionistas e ainda inseridas em tentativas de dominação e controle da natureza.

Excedendo a essa perspectiva, verificam-se propostas educacionais com ligação a uma nova postura educacional, que apesar do aporte técnico-científico têm condições de favorecer ao aluno o desenvolvimento de uma compreensão mais coerente da natureza da ciência e da tecnologia, onde estão inseridas inúmeras questões de cunho histórico, cultural, político, econômico, social, e ambiental.

Segundo GIBBONS et al (1994) e MORTIMER (2000), no ensino atual um novo modo de produção do conhecimento vem emergindo, tendo como base um contexto de aplicação, com características mais transdisciplinares do que disciplinares.

Verifica-se que os currículos com enfoque CTS vêm sendo utilizados com o objetivo de preparar melhor os alunos para exercer a cidadania e a tomada de decisões e é baseado no estudo do conhecimento científico em um contexto social.

O ensino de Química não deve ficar restrito apenas à mera discussão do contexto social e tão pouco ao estudo de conceitos químicos fora de contexto. O ensino que desenvolva o exercício da cidadania precisa integrar o contexto social e também a informação química. Entretanto, não deve se resumir a simples inclusão de assuntos ligados aos conteúdos estudados, como é observado na maioria dos livros de química tradicionais utilizados.

Dentre os temas atuais abordados no Enfoque CTS no contexto brasileiro, está a busca pelo desenvolvimento sustentável e a busca por fontes menos poluentes de geração de energia. Dessa forma, é possível incluir a estudos relacionados a geração de energia como uma forma interdisciplinar de trabalhar conteúdos referentes à disciplinas Biologia, Química e Física.

Conclusão

A construção da maquete e da estrutura simulando uma usina de geração de energia através da movimentação de turbinas pela força da água possibilitou a interdisciplinaridade, podendo ser trabalho em conjunto principalmente com os professores de química. O tema de geração de energia através de fontes menos poluentes evidencia suas possibilidades de uso para uma abordagem com ênfase em ciência tecnologia e sociedade. O projeto proposto pode ser utilizado com alunos do Ensino Médio, visto que trata da realidade atual.

Desta forma, este trabalho proporcionou aos alunos a compreensão do mundo social em que estão inseridos, estimulando a capacidade de tomada de decisão com maior responsabilidade.

REFERÊNCIAS

ANCHIETA, J.J.; CAMPOS, A.; MENEZES, H.R.; SILVA, T.S.; CERQUEIRA, S.S.; GOMES, S.M.A. Energia Solar: A avaliação do nível de informação sobre o uso da energia Solar e sua utilização na Brasil. **Científico**. v. 18, p.1, 2018.

BRASIL – MEC – Ministério de Educação, CNE – Conselho Nacional de Educação – Diretrizes Curriculares – Nível Tecnológico. Resolução CNE/CP nº3 de 18/12/2002.

CEREZO, J. A. L. Ciência, tecnologia y sociedad: el estado de La cuestion em Europa y Estados Unidos. **Revista Iberoamericana de Educación**. v. 18, p. 41-68, 1998.

DE SOUZA, J. R. A importância da qualidade da água e os seus múltiplos usos: caso Rio Almada, sul da Bahia, Brasil. **REDE-Revista Eletrônica do Prodeema**, v. 8, p. 27, 2014.

FARIAS, L. M.; SELLITTO, M. A. Uso da energia ao longo da história: evolução e perspectivas futuras. **Revista Liberato**, v. 12, p. 01-106, 2011.

GARCIA, M. I. G.; CEREZO, J. A. L.; LÓPEZ, J. L. L. Ciencia, Tecnología y Sociedad: Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología. Madrid: **Tecnos**, 1996.

GIBBONS, M. et al. The new production of knowledge: the dynamics of science and research in contemporary societies. London: **SAGE Publications**, 1994.

HOFSTEIN, A., AIKENHEAD, G. e RIQUARTS, K. Discussions over STS at the fourth symposium. **In: International Journal of Science Education**. v. 10, p. 357-366, 1988.

IJAGBEMI, C. O.; BAEK, M.; KIM, D.; Montmorillnite surface properties and sorption characteristics for heavy metal removal from aqueous solutions. **Journal of Hazardous Materials**, v. 166, p. 538-546, 2009.

JUNIOR, A.M.; MARI, A.G.; CABRAL, A.C.; FRIGO, E.P.; SANTOS, R.F.; **Acta Iguazu**, cascavel, v.2, p.20-28, 2013.

LEITE, A. C. G. M. A Sustentabilidade Empresarial, Social e as Fontes de Energia. PUC. São Paulo, 2013.

LIMA, C. V. S. de. Potencial de fitoextração do nabo forrageiro e da aveia preta em argissolo contaminado por cádmio. 2008, 52 f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência do solo), Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2008.

LOPES, A. C. Currículo e epistemologia. **Ijuí**: Editora UNIJUÍ, 2007.

LOPES, A. C. Os parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio e a submissão ao mundo produtivo: o caso do conceito de contextualização. **Educação & Sociedade**, v. 23, p. 2002.

MORIN, E. A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento. 5ª ed. Rio de Janeiro; **Bertrand Brasil**, 2001.p. 128.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. Química para o Ensino Médio: Fundamentos, Pressupostos e o Fazer Cotidiano – Fundamentos e Propostas de Ensino de Química para a Educação Básica no Brasil. **Ijuí**: Editora Unijuí, 2007.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. Elaboração de conflitos e anomalias na sala de aula. Belo Horizonte: **Autêntica**, 2001.

ROSA, L. G.; LEITE, V. D.; SILVA, Mônica Maria Pereira. O Currículo de uma escola de formação pedagógica e a dimensão ambiental: dilema entre teoria e práxis. **Ciência & Educação**, v. 14, p. 583-599, 2008.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da Educação brasileira. **Revista Ensaio**, UFMG, v.2, p. 132-162, 2000.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. Ensaio - **Pesquisa em educação em ciências**, v. 2, p. 133-162, 2000.

SILVA, A., FERREIRA, H. 2008 Argilas bentoníticas: conceitos, estruturas, propriedades, usos industriais, reservas, produção e produtores/fornecedores nacionais e internacionais. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v.3, p. 28, 2008.

SOLOMON, J. Science technology and society courses: Tools for thinking about social issues. **International Journal of Science Education**, v. 10, p.379-387. 1988.

ULUSOY, U; AKKAYA, R., Adsorptive features of polyacrylamide–apatite composite for Pb^{2+} , UO_2^{2+} and Th^{4+} , **Journal of Hazardous Materials**, v.163, p.98–108, 2009.

ZIMAN, J. Teaching and learning about science and society. **Cambridge University Press**, 1980.