

Investigações sobre relações CTSA e o ensino de Física na visão de estudantes do ensino médio

Investigations about relationships STSE and physics teaching in view high school students

Angela Emilia de Almeida Pinto, Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
angelae@utfpr.edu.br

João Amadeus Pereira Alves, Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
joaoalves@utfpr.edu.br

Ligia Esteves Maria, Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
ligiaest@gmail.com

Maria Lucia de Camargo Linhares, Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
luciaclinhares@yahoo.com.br

Lucas Bueno, Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
lucas_buenow@hotmail.com

Diego José Ribeiro, Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
diegojoseribeiro@hotmail.com

Julio Cesar Muchenski, Colégio Estadual do Paraná, jmuchenski@yahoo.com.br

Resumo

Este trabalho teve como objetivos identificar se estudantes do ensino médio apresentam concepções embasadas nas relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente; investigar se ocorrem inserções das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente nas aulas de Física do ensino médio, e destas relações com tópicos específicos da referida disciplina; e examinar se há e como ocorrem reflexões por parte desses estudantes a respeito do desenvolvimento e uso de tecnologias presentes no seu cotidiano. Foram aplicados dois questionários, um de levantamento de perfil, com análise percentual, e outro misto, com análise de conteúdo. Os resultados mostram que os estudantes percebem: o caráter “criador” da tecnologia e sua capacidade em resolver problemas, por um lado, e impactante no ambiente, por outro; relações conflitantes das sociedades históricas e contemporâneas; relações de implicação direta entre ciência e tecnologia, e visões complementares a respeito do papel que o desenvolvimento tecnológico tem sobre a sociedade.

Palavras chave: ensino de física, impactos ambientais, relações CTSA

Abstract

This work aimed to identify whether high school students have grounded conceptions in relations between science, technology, society and environment; investigate whether occurring insertions of relations between science, technology, society and environment in Physics classes of high school and these relationships with specific topics of the discipline; and verify if there is and how occurring these reflections by students regarding the development and use of technologies in their everyday. Two questionnaires were applied, one for profile raising, with percentage analysis, and others mixed with content analysis. The results show that students perceive: the character "creator" of the technology and its capacity by solve problems on the one hand, and impacting on the environment, on the other; conflicting relations of historical and contemporary societies; direct implication relations between science and technology, and complementary views about the role that technological development has on society.

Key words: physics teaching, environment impacts, STSE relationships

Fundamentação Teórica

Nas duas últimas décadas novos estudos em currículos na educação básica e no ensino superior passaram a ter influências da chamada *Educação em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente* (CTSA), que se mostra como evolução dos *Estudos em Ciência, Tecnologia e Sociedade* (CTS), sendo que estes últimos tiveram grande “ressonância” a partir de literaturas internacionais, de expoentes como Glen Aikenhead, Joe Salomon, John Ziman entre outros, e com isto os *estudos CTS* constituíram-se em uma literatura importante e com peso relevante no âmbito acadêmico, em especial na pós-graduação.

Atualmente, preocupações de naturezas diversas – em especial aquelas decorrentes de *Questões Sociocientíficas* (QSC) – têm sido objeto de grande interesse acadêmico e passaram a ocupar lugar nos diferentes setores da sociedade em diferentes países do mundo, inclusive o Brasil, a partir de eventos, fatos e situações, tais como a grande demanda mundial por produção de alimentos, o que tem sido problemático quanto à expansão das fronteiras agrícolas e da aplicação exacerbada de pesticidas, bem como o uso de mão de obra escrava ou em condições altamente insalubres; de conflitos étnicos, religiosos, comerciais e da problemática energética mundial, como por exemplo das contradições que cercam a questão do enriquecimento de urânio com fins bélicos ou apenas energéticos; da detecção contundente do aquecimento global pelo *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC); da crescente poluição do solo e da atmosfera, atrelados ou não aos pontos anteriormente citados; dentre muitos outros, de tal modo que tais preocupações estão em consonância com documentos e interesses internacionais e nacionais.

Nesse contexto, a educação CTSA tem sido alavancada em algumas instituições de formação de professores das áreas de ciências naturais no Brasil, bem como no exterior, a exemplo do que tratam Pedretti et. al. (2008) e MacLeod (2012), no Canadá. Aos poucos a educação CTSA passa a se tornar conhecida na América Latina e até mesmo começa a ganhar identidades locais. Com isso emergem propostas que buscam formar professores nesse contexto, intensificando o processo de ação-reflexão na relação Universidade-Escola, a exemplo de trabalhos como Carvalho et. al. (2005), refletindo diferentes dimensões estudadas em casos reais de danos ambientais no Brasil, e de Martínez (2010), quanto à formação de professores na Colômbia.

Gérard Fourez faz uma análise a respeito do que ele considera problemático, em se tratando de ensinar aspectos científicos. Esse autor elenca quem são os envolvidos nesse processo,

bem como os interesses e responsabilidades de cada um no problema apontado. Merece destaque a análise que Fourez (2003) faz sobre o papel que os alunos desempenham ao serem encaminhados quase que à força para carreiras científicas, sem que as implicações das relações entre ciência e tecnologia sejam estabelecidas de forma clara, para que segundo esse autor os próprios alunos escolham esse caminho de uma maneira mais natural. Uma vez que os alunos anseiam “formações das quais eles esperam ajuda para melhor compreender e viver em seu mundo” (FOUREZ, 2003), a educação científica e tecnológica passa a se configurar como fundamental. Ressalta-se aqui o fato de que essa é uma abordagem que tem sido elaborada e aperfeiçoada, acompanhando os momentos históricos que os sistemas e processos de ensino-aprendizagem sofrem.

Deve-se enfatizar ainda, que o empenho no estudo das questões socioambientais é decorrente das implicações geradas por fatos, eventos e situações tais como os apontados no início deste texto (PEDRETTI, 2002). Diante de diversos desafios colocados a frente de questões contemporâneas, ensinar física por meio da perspectiva CTSA consiste em articular, de maneira eficaz, variadas dimensões de estudo como ciência, política, justiça social, economia, cultura e sociedade.

Com o intuito de produzir mudanças na qualidade do ensino de Física, o qual sempre foi sedimentado em uma educação por transmissão e descontextualizada, pode-se afirmar que a abordagem CTSA permite discussões mais contundentes sobre aplicações e implicações tecnológicas e científicas na história e contemporaneidade da humanidade. Trabalhos como os de Carvalho et al. (2005) e Pedretti et al. (2008) dão enfoque a discussões que visam desenvolver nos estudantes um senso crítico em relação à tecnologia e seus impactos ambientais, o que pode ser interpretado como uma das vertentes da educação CTSA. Então, podemos considerar essa abordagem como sendo primordial no processo ensino-aprendizagem, em que os professores podem apresentar aos seus estudantes uma imagem da tecnologia e da ciência contextualizada com o momento histórico em que esta está inserida, o que pode ser evidenciado também na tese de MacLeod (2012).

Diante do que foi exposto, preocupações dessa natureza têm sido suscitadas por estudantes e professores de um curso de licenciatura em Física de uma Universidade pública paranaense, na interface da relação Universidade-Escola e nos estudos das relações CTSA que vêm sendo realizados por nosso grupo do PIBID, de tal modo que disso emergiram as seguintes questões de pesquisa: *os estudantes do ensino médio apresentam concepções embasadas que permitem identificar as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente? No ensino médio ocorrem inserções das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, e destas, com tópicos específicos tratados nas aulas de Física? Quando questionados, há reflexão por parte desses estudantes sobre o desenvolvimento e o uso de tecnologias no cotidiano?*

Metodologia

A pesquisa vem sendo conduzida em um colégio da rede estadual de ensino do Paraná, localizado na região central da cidade de Curitiba. Optou-se por uma abordagem metodológica qualitativa, considerando-se o estudo de caso etnográfico como estratégia de pesquisa, onde os sujeitos da investigação são alunos do ensino médio, de três turmas de segundo ano da disciplina de Física. Os dados foram coletados a partir da técnica da observação participante e do princípio do estranhamento (ANDRÉ, 2005). De acordo com pressupostos etnográficos, enquanto na observação participante há interação do pesquisador com os sujeitos da pesquisa, enfatizando-se mais o processo do que o produto, no princípio do estranhamento, o pesquisador mantém certo distanciamento em relação aos participantes e à situação estudada, o que permite compreender e retratar melhor a perspectiva dos sujeitos da pesquisa nesse contexto.

Assim, traçou-se o perfil social dos estudantes por meio da aplicação de um questionário, com informações a respeito do gênero, idade, escola frequentada até o presente momento (pública, particular ou ambas) e escolaridade dos pais. Paralelamente, foi aplicado outro questionário, contendo 11 questões abertas e fechadas baseadas e adaptadas a partir do trabalho de Miranda (2012), buscando identificar e examinar possíveis conexões realizadas por parte dos estudantes sobre as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, e destas com tópicos de Física estudados nas aulas. As questões fechadas foram utilizadas para identificar e examinar opiniões diretas dos estudantes a possíveis respostas de interesse pré-determinadas, e as questões abertas foram utilizadas com o objetivo de deixar o estudante livre para opinar.

Na análise das questões fechadas utilizou-se a estatística percentual, com seus respectivos gráficos, para melhor visualização das respostas, e na análise das questões abertas foi efetuada uma análise de conteúdo.

Os resultados obtidos neste trabalho servirão para balizar futuras ações do grupo no estudo, escolha e aplicação de intervenções adequadas e serem realizadas nas aulas de Física para o ensino médio, que possam contribuir para a inserção e reflexão das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, e destas com tópicos específicos estudados na referida disciplina.

Resultados e Análises

Participaram da pesquisa 92 estudantes que compõem três turmas do segundo ano do ensino médio de um colégio estadual paranaense. Os estudantes apresentaram idades entre 15 e 18 anos, sendo que 51 deles são do sexo feminino (55 %) e 41 são do sexo masculino (46 %). Do total de alunos, 67 cursaram o ensino fundamental somente em escola pública, 4 (quatro) somente em escola particular e 21 estudantes em escola pública e parte em escola particular.

Em relação à escolaridade das mães, apenas 8% delas completaram o ensino básico, 17% cursaram o ensino fundamental completo e um pouco mais de um terço de todas elas (38%) terminaram o ensino médio. Das 92 mães 14% delas fizeram um curso profissional após o ensino médio e 20% terminaram o ensino superior. Finalizando com 3% que não se enquadram em nenhuma das alternativas. Com relação aos pais, 7% concluíram o ensino básico, 17% o ensino fundamental e 44% completaram o ensino médio. Do total deles, apenas 12% fizeram um curso profissionalizante após o ensino médio e 16% cursaram todo o ensino superior. Apenas 4% do total não se enquadraram em nenhuma das respostas.

A seguir aplicou-se um questionário aos estudantes composto por onze questões, abertas e fechadas, com o objetivo de identificar e examinar possíveis conexões realizadas por parte dos estudantes sobre as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, e destas com tópicos de Física estudados no ensino médio.

O segundo questionário era composto por questões abertas e fechadas, o que demandou análises diferenciadas. Neste trabalho, optou-se por fazer as análises separadamente, ou seja, primeiro foi realizada a análise apenas das questões fechadas através de uma análise percentual, e as questões abertas foram examinadas a partir da análise de conteúdo. Os números originais correspondentes a cada uma das questões foram mantidos. Primeiramente serão apresentados os resultados obtidos com as questões fechadas.

A figura 1 mostra as opiniões dos estudantes em relação às questões 1, 6, 7 e 8, respectivamente.

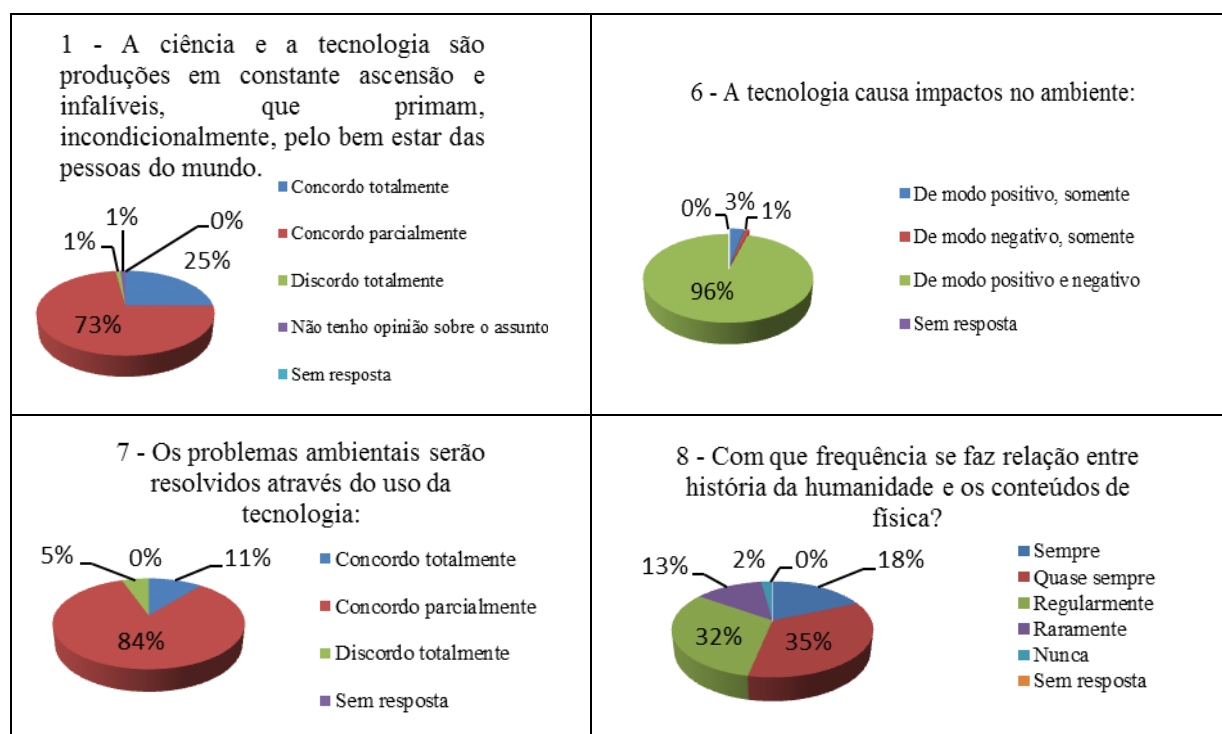


Figura 1: Gráficos referentes às respostas dadas às questões fechadas 1, 6, 7 e 8.

Ao analisar as questões 1, 6 e 7 é possível perceber que grande parte dos estudantes acredita na tecnologia como a criadora e ao mesmo tempo, a possível solução dos problemas ambientais. Porém, 25% deles veem a ciência e a tecnologia como algo infalível e que se desenvolve somente para o bem da sociedade.

Já a questão 8 aponta que, para a maioria dos estudantes, nas aulas de Física frequentemente são feitas relações com a história da humanidade, entretanto, fica claro que uma minoria não consegue enxergar tais relações.

Na sequência serão apresentadas as análises referentes às questões abertas.

Questão 2: “Cite o que você acha de mais importante da ciência para o desenvolvimento da sociedade.”

“A tecnologia avança cada vez mais graças a uma parcela devido a ciência. O estilo de vida, os objetos que usamos como celulares, televisão, geladeira e máquina de lavar tudo tem uma parcela de ajuda da ciência. Temos ciência o dia todo bem perto de nós.” (Estudante 43)

“As constantes descobertas e aprimoramentos em tecnologia para diversificadas áreas ainda um tanto deficitárias em nossa sociedade, tais como a cura, que já foram encontradas, de diversas doenças, através de vacinas e medicamentos e outras que ainda estão em período de execução.” (Estudante 93)

Com bases nas respostas dos estudantes que participaram da pesquisa, é possível verificar que os alunos encontram uma relação direta da ciência e tecnologia no desenvolvimento social seja através da educação, fabricação de bens de consumo ou aplicações na área de saúde, definindo assim, o estilo de vida contemporâneo.

Questão 3: “Como a tecnologia está atrelada ao desenvolvimento da sociedade?”

“Em tudo, desde smartphones, tablets, computadores, até os novos óculos da Google, entre outros.” (Estudante 3)

“A tecnologia pode ajudar ou piorar o desenvolvimento, um exemplo são as guerras que os Estados Unidos fazem, por causa dos estudos de energia nuclear. Há também uma alienação em cima de produtos da tecnologia: celulares que fazem tudo, computadores portáteis, onde de tal forma aliena a população (massa maior) que já vive de outro meio de alienação, a televisão.” (Estudante 29)

Os estudantes mostraram visões complementares a respeito do papel que o desenvolvimento tecnológico tem sobre a sociedade. Alguns acreditam que isso ocorre através da fabricação e utilização de bens tecnológicos, entretanto há aqueles que têm uma preocupação com o impacto que esses produtos, enaltecidos pela mídia, podem causar a sociedade e ao ambiente.

Questão 4: “De que forma as crenças (religiosas, culturais, entre outras) afetam positivamente o trabalho científico?”

“Não acho que as crenças possam ajudar muito no desenvolvimento da ciência, porém, alguns livros como a Bíblia podem servir como fonte histórica e caminho para descobrir o que aconteceu no passado!” (estudante 23)

“Não afetam de forma positiva.” (estudante 36)

“Há diversas questões que a ciência ainda não conseguiu entender e que se desconhece completamente. Através das crenças a ciência pode ter uma base para poder desvendar estes determinados assuntos.” (estudante 52)

Nessa questão, enquanto alguns estudantes veem as crenças como fontes históricas e base para a formulação de hipóteses científicas, outros acreditam que não há nenhuma interferência entre os dois saberes.

Questão 5: “De que forma as crenças (religiosas, culturais, entre outras) afetam negativamente o trabalho científico?”

“As crenças pregam o dogmatismo, ou seja, uma verdade única e imutável e não busca a fundo saber se essa é realmente a verdade, enquanto a ciência está em constante mudança, sempre aberta a novas descobertas, mudando assim, sempre que constatado outra verdade, seu modo de pensar.” (Estudante 56)

“Talvez possa atrapalhar a partir do momento em que a pessoa passa a pensar que há somente uma solução em sua fé, em sua crença, desacreditando todo o trabalho exercido pela ciência e tecnologia.” (Estudante 93)

Os estudantes entendem que religião e ciência são assuntos opostos e por isso um impede o aprimoramento do outro.

Questão 9: “Cite pelo menos dois exemplos de como a sociedade influencia ou influenciou mudanças na ciência e na tecnologia.”

“A empresa vê o que o público quer (sociedade) e faz de acordo com aquilo, por exemplo: lançam um smartphone de 6" e a empresa irá ver na sociedade se eles gostaram e irão continuar fazendo. Os testes também, a maioria são feitos na sociedade.” (Estudante 3)

“A sociedade “determina” o que a ciência e a tecnologia vai ou não expor, pois sem a sociedade, não há motivos para ter ciência ou tecnologia.” (Estudante 12)

“Conforme a população foi aumentando, houve a necessidade de nos adequarmos as mudanças, com novas moradias, com novos meios de transportes, com novos recursos alimentícios!” (Estudante 88)

As respostas mostram três visões diferentes. Uma em que a sociedade é controlada por grandes corporações, em outra ela própria é quem gera a demanda de consumo. Porém, ambas

estão baseadas no consumismo e no supérfluo. Já a última é baseada nas necessidades da sociedade, fazendo então que haja uma demanda por novos produtos.

Questão 10: “Apresente pelo menos um evento da história que esteja relacionado com as mudanças científicas.”

“A revolução industrial, que teve muita influência da tecnologia. Sendo que o trabalho manual foi sendo substituído por máquinas.” (Estudante 12)

“A guerra fria gerou conflito entre EUA e Rússia fazendo uma querendo crescer mais que a outra causando a viagem do homem para a lua.” (Estudante 16)

Os estudantes relacionam diretamente as mudanças científicas com as guerras e revoluções, uma vez que esses eventos, além de marcarem uma nova geração foram também o impulso necessário para importantes desenvolvimentos tecnológicos.

Questão 11: “Quais relações você identifica entre a história da humanidade e o desenvolvimento da física?”

“A história esta ligada a tudo, olhando a história os cientistas acabam vendo nossas necessidades tendo que produzir e evoluir cada vez mais.” (Estudante 16)

“A medida que a humanidade foi evoluindo, seus problemas e desafios foram mudando, e sua inteligência e necessidade de conhecimento também. Quanto mais a humanidade foi evoluindo mais houve a necessidade da Física para resolver, facilitar e explicar diversos problemas.” (Estudante 52)

A posição dos estudantes é a de que o desenvolvimento da ciência, em especial o da Física, ocorreu de duas maneiras diferentes. Em um delas, ele ocorreu de forma gradual, acompanhando a história da sociedade. Para o outro grupo, a tecnologia e o conhecimento vinculado a ela, surge de maneira pronta e acabada.

Conclusões

Com relação à questão se os estudantes do ensino médio apresentam concepções embasadas que permitem identificar as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, analisando as respostas dos estudantes às questões 1, 6, 7 fica claro que os mesmos acreditam que a tecnologia é ao mesmo tempo criadora e possível solução dos problemas ambientais. Já a análise das questões 2 e 3 nos mostra que os estudantes encontram relações diretas da ciência e tecnologia no desenvolvimento social, seja através da educação, fabricação de bens de consumo ou aplicações na área da saúde, bem como, acreditam que a tecnologia está atrelada ao desenvolvimento da sociedade através da fabricação e utilização de bens tecnológicos, mas demonstram preocupação com o impacto que esses produtos podem causar a sociedade e ao meio ambiente. Com relação à ciência e religião, das questões 4 e 5, podemos observar que alguns estudantes veem as crenças como fonte histórica e base para a formulação de hipóteses científicas, ao passo que outros acreditam que não há nenhuma interferência entre os dois saberes, e ainda outros acreditam que um impede o aprimoramento do outro. Quando se trata da visão dos estudantes em relação à influência da sociedade nas mudanças na ciência e na tecnologia, tratadas na questão 8, temos três visões diferentes. Uma em que a sociedade é controlada por grandes corporações, em outra ela própria é quem gera a demanda de consumo, e uma terceira baseada nas necessidades da sociedade, fazendo com que haja uma demanda por novos produtos. Quando o assunto é entre a história da humanidade e o desenvolvimento científico, podemos observar pelas questões 9 e 10 que os estudantes identificam as mudanças científicas com as guerras e revoluções, pois além de marcarem uma nova geração foram também o impulso “necessário” para importantes

desenvolvimentos tecnológicos.

Com relação à questão se no ensino médio ocorrem inserções das relações ente ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, e destas, com tópicos específicos tratados nas aulas de Física, podemos verificar pelas respostas dadas à questão 8, que para a maioria dos estudantes, nas aulas de Física frequentemente são feitas relações com a história da humanidade, entretanto, uma minoria não consegue enxergar tais relações. Também podemos perceber através da questão 11, que os estudantes acreditam que o desenvolvimento da Física ocorreu de forma gradual, acompanhando a história da sociedade, enquanto para outro grupo, a tecnologia e o conhecimento vinculado a ela, surgiu de maneira pronta e acabada.

Com relação à questão se há reflexão por parte dos estudantes sobre o desenvolvimento e o uso de tecnologias no cotidiano, fica claro que na maioria das respostas dadas às questões formuladas, existe essa reflexão e os estudantes deixam perceber que se preocupam com o desenvolvimento das tecnologias desenvolvidas atualmente e com os impactos, positivos e negativos, que as mesmas podem trazer à sociedade, ao meio ambiente.

Agradecimentos e apoios

Agradecemos o apoio financeiro da CAPES ao PIBID da nossa instituição.

Referências

AIKENHEAD, G. STS Education: a rose by any other name. **In: A vision for Science education: responding to the work of Peter Fensham.** Cross, R. (Ed.), New York: Ed. Routledge Falmer, p. 59-75, 2003.

ANDRÉ, M. E. D. A. de. **Estudo de caso em pesquisa e avaliação educacional.** Brasília: Líber Livro, 2005.

CARVALHO, W. L. P. et al. Exploring Multiple Perspectives of Cases of Environmental Impacts. **In: ESERA 2005 - European Science Education Research Association: Contributions of Research to Enhancing Student's Interest in Learning Science,** Barcelona, 2005.

FOUREZ, G. **Crise do Ensino de Ciências?** Investigações em Ensino de Ciências. Porto Alegre, v. 8, n.2, 2003.

MARTÍNEZ, L. **A Abordagem de Questões Sócio científicas na Formação Continuada de Professores de Ciências: contribuições e dificuldades.** 2010. 351f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2010.

MacLEOD, K. A. **Integrating Science, Technology, Society and Environment (STSE) into physics teacher education: pre-service teachers' perceptions and challenges.** 225 s. Thesis (degree Doctor of Philosophy). Department of Curriculum, Teaching and Learning – Ontario Institute for Studies in Education. University of Toronto, Toronto, 2012.

MIRANDA, E. M. **A educação CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade): análise e interpretação da polissemia existente nas pesquisas em Ensino de Ciências.** 2012. Tese (Doutorado em Educação) – Centro de Educação e Ciências Humanas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.

PEDRETTI, E. G.; BENCZE, L.; HEWITT, J.; ROMKEY, L.; JIVRAJ. A. **Promoting Issues-based STSE Perspectives in Science Teacher Education: Problems of Identity and Ideology.** Science & Education.17(8/9), 941-960, 2008.