

QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS NA TEMÁTICA URBANIZAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA

SOCIO-SCIENTIFIC ISSUES FOR PHYSICS TEACHING WITHIN THE URBANIZATION THEME

João Pedro Martins Coelho Júnior¹, Nataly Carvalho Lopes²

¹Universidade Federal de São Carlos/ Departamento de Ciências, Matemática e Educação/
coelho.joaopedro@yahoo.com.br

²Universidade Federal de São Carlos/Departamento de Ciências, Matemática e Educação/
natalylopes@ufscar.br

Resumo

O presente trabalho refere-se à uma caracterização de um documento sobre a potencialidade das questões sociocientíficas para o ensino de Física a partir da temática urbanização. Assim, buscamos levantar documentos em diversas plataformas acadêmicas de busca, mas encontramos trabalhos apenas na plataforma Google Scholar entre os anos de 1998 a 2019 que fossem potenciais para abordar a temática urbanização, com o intuito de analisar as informações apresentadas nestes trabalhos, com o objetivo de controvertê-las e transformando o contexto urbanização como uma temática sociocientífica. Para isso, focamos na busca de termos como “urbanização e ensino de Física”, “urbanização e questões sociocientíficas”. A busca não nos proporcionou resultados, então optamos pela busca de termos mais condensados e grupais, tais como “trânsito” + “arborização”; “calor” + “ruas” + “asfalto”; “trânsito” + “prédios” + “espelhos” dos quais nos possibilitou encontrar documentos de áreas específicas sem relação ao ensino. Devido a esse fato, coube a nós caracterizar o documento como uma QSC buscando controverter as ideias apresentadas por ele e relacioná-las ao ensino de Física.

Palavras-chave: Questões sociocientíficas, Ensino de Física, Urbanização

Abstract

This paper refers to characterize a document on the potentiality of socio-scientific issues for Physics teaching within the urbanization theme. In this paper, we seek to collect documents on many academic platforms of searching, but we found out that just on Google Scholar platform from 1998 to 2019 that approach the urbanization theme, in order to find incomplete information, controverting them and transforming the urbanization context as a socio-scientific issue. We focused on searching for condensed and grupal terms such as “traffic” + “afforestation”; “heat” + “streets” + “asphalt”; “traffic” + “buildings” + “mirrors” which enable us to find documents in specific fields without relation to teaching. By this fact, It was up to us to characterize the document as a SSI and controvert the ideas within and relate it to the Physics teaching.

Keywords: Socio-scientific issues, Physics Education, Urbanization

Introdução – Tema e Problemática

Este trabalho busca fomentar ideias para a inserção das questões sociocientíficas-QSC no Ensino de Física com foco na temática urbanização. Essa temática nos chamou a atenção, uma vez que os conteúdos a ela relacionados estão presentes nos currículos de diversas disciplinas, além de possibilitar as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, como propõem os chamados Estudos em Ciência, Tecnologia e Sociedade – ECTS, dos quais se originaram as QSC. Porém, a partir de algumas buscas preliminares, pudemos perceber que não há trabalhos de pesquisa que se ocuparam em compreender as potencialidades da temática urbanização para o ensino de ciências, principalmente para a Física.

Julgamos que a temática urbanização pode abranger vários conteúdos da Física, como por exemplo a Óptica e a Termodinâmica, quando tratamos da construção de prédios espelhados, faixas de pedestres em 3 dimensões, além de outros exemplos que serão abordados nesse trabalho. Além disso, propomos que esta temática seja trabalhada aos moldes das chamadas questões sociocientíficas - QSC, cujas pesquisas e o ensino de física por meio delas pode ser importante para possibilitar a participação mais ativa dos alunos, gerar discussões entre eles, aguçar o pensamento crítico, criar debates, construir opiniões e, como consequência, preparar os alunos para viver em sociedade.

Um bom exemplo dessa problemática é a construção de prédios espelhados. Embora bonitos, modernos e melhores para a estética da cidade, eles trazem consigo muitos problemas. O reflexo gerado por eles pode atrapalhar o trânsito, confundindo os motoristas e pedestres e também podem atrapalhar na vida da fauna urbana, devido ao aumento nas mortes de aves que, enganadas pelo reflexo, se chocam contra as fachadas. Além desses problemas, os prédios espelhados afetam o clima da cidade, pois o vidro transmite calor para dentro do local, o que gera um aumento no uso de ar-condicionado, acarretando também em um maior consumo de energia elétrica. De acordo com o website G1¹ (2019), a prefeitura das cidades não consegue controlar os tipos de materiais que vão ser utilizados nas construções e que não existe uma lei que busque fiscalizar essas obras, tornando impossível reconhecer os materiais utilizados. Esse exemplo pode ser discutido no ensino, uma vez que envolve conceitos científicos que podem ser abordados no ensino de Física e que podem ser controvertidos pelas QSC.

Discussão Teórica

A abordagem das questões sociocientíficas que envolve a temática urbanização possui potencial para desenvolver o senso crítico dos alunos, em relação aos problemas que as cidades enfrentam atualmente e que podem englobar fatores sociais, científicos e tecnológicos, além dos aspectos éticos e ambientais. Pérez (2012) define as QSC como questões que “abrangem controvérsias sobre assuntos sociais que estão relacionadas com conhecimentos científicos da atualidade e, portanto, em termos gerais são abordados nos meios de comunicação de massa”. Segundo Ratcliffe e Grace (2003), as QSC estão relacionadas com pesquisas

¹ Disponível em <<https://g1.globo.com/sp/sao-carlos-regiao/noticia/2019/07/26/predio-com-fachada-envidracada-pode-ser-26percent-mais-prejudicial-ao-meio-ambiente-diz-estudo-da-usp.ghtml>> Acesso em : abril 2019

científicas contemporâneas e de notável importância para a vida, uma vez que mudam as opiniões e a tomada de decisão dos cidadãos.

Nesse sentido, as QSC surgiram a partir do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade, que tem como objetivo fazer com que os sujeitos olhem a ciência de maneira problematizada e participem do seu questionamento público, buscando a construção de novas formas de vida e de relacionamento coletivo (PEREZ, 2012). Segundo Santos et al. (2002 *apud* VAZ, 2009), a necessidade de alfabetizar os cidadãos em ciência e tecnologia é importante no mundo contemporâneo. Isso não busca mostrar somente o desenvolvimento da ciência, de maneira apenas informativa, mas sim de disponibilizar aos cidadãos representações que permitam a tomada de decisão, ter papel ativo e compreender as situações nos discursos dos especialistas. Essas representações têm sido a principal proposição dos currículos com foco em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

Segundo Pinheiro (2005), o movimento CTS teve seu início por volta de 1970, com o intuito de rever, propor, entender e incentivar a tomada de decisões em relação às consequências provenientes do impacto da ciência e da tecnologia na sociedade atual, acarretando no surgimento do movimento CTS em vários países na mesma época. De acordo com Cerezo (2002 *apud* PINHEIRO, 2005, p.31), em relação às contribuições para o movimento CTS destaca:

[...]um importante fator para o desencadeamento do movimento [CTS] foi a publicação de duas obras: A Estrutura das Revoluções Científicas de Thomas Kuhn, centrada no estudo dos antecedentes ou condicionantes sociais da ciência, contribuindo para novas discussões no campo da história e filosofia da ciência e Silent Spring de Rachel Carsons, a qual influenciou a mobilização de movimentos sociais que passam a denunciar as consequências negativas da ciência e da tecnologia.

Com a busca da compreensão da dimensão da ciência e da tecnologia por meio dos pontos de vista histórico, social e cultural, começaram a aparecer nos EUA e na Europa novos meios para observar o desenvolvimento da ciência e da tecnologia, por meio dos primeiros indícios do movimento CTS. O movimento apareceu como alternativa da comunidade acadêmica, buscando avaliar o “modelo linear” de desenvolvimento que existia na época (+ ciência = + tecnologia = + riqueza = + bem-estar social. (CEREZO *et al.*, 2003)) para entender a ciência e a tecnologia como um processo social no qual os valores morais, interesses políticos, ideais religiosos, econômicos, entre outros exercem de maneira a formatar as ideias do âmbito científico-tecnológico (PINHEIRO, 2005).

Quando questões ambientais, políticas, econômicas, éticas, sociais e culturais relativas ao meio científico e tecnológico ganham destaque, elas são denominadas *socioscientific issues* (SSI), ou seja, questões sociocientíficas (QSC) ou temas sociocientíficos (SANTOS; MORTIMER, 2009 *apud* AZEVEDO *et al.*, 2013). Para os autores, segundo Azevedo *et al.* (2013), tais questões têm sido evidenciadas em currículos com ênfase em CTS, pois além de serem pertencentes à atividade científica, buscam a formação para a cidadania, pelo estudo do assunto através de uma visão ampla, como poluição ambiental, por exemplo, ou de forma pontual, como situações diárias com aplicações científico-tecnológicas.

As QSC são introduzidas em debates políticos, na mídia e no ensino, com o intuito de compreender ou debater controvérsias sobre os problemas da sociedade relacionados com ciência e tecnologia. Em relação à origem das QSC no ensino, Levinson (2006, *apud* SILVA, 2016, p.39):

[...]as discussões controversas se firmaram no contexto escolar inicialmente relacionado a temáticas de cunho mais especificamente social, o que não envolvia, necessariamente, discussões relacionadas à ciência e à tecnologia. Portanto, passaram a fazer parte do currículo as “discussões controversas” que envolvem

diferentes pontos de vista sobre um determinado assunto, mas não estão relacionadas à ciência e à tecnologia necessariamente, como é o caso das “discussões sociocientíficas”. Como afirma Levinson (2006), desde a década de 1970, o currículo escolar da Inglaterra, por meio do “Humanities Curriculum Project”, introduziu temas controversos com o objetivo de lidar com: relações familiares, pobreza, raça e homossexualidade. [...] Levinson (2006) acrescenta que, na década de 1980, os temas controversos estavam voltados para as discussões antirracismo e multiculturalismo

Silva (2016), enuncia que as QSC ganharam grande destaque no Ensino de Ciências no final da década de 1980, usando como base o avanço de pesquisas sobre biotecnologia e genética que fez o surgimento da necessidade da Bioética como um campo de estudo em relação ao desenvolvimento científico e tecnológico realizado por essas pesquisas.

Percebe-se, pelos estudos, que o enfoque CTS nas QSC no contexto educativo aponta para a inovação e a renovação nas propostas curriculares do ensino, procurando vincular a ciência e a tecnologia no contexto em que se encontra a sociedade. Cabe, nesse contexto, a importância da discussão com os alunos sobre os desenvolvimentos, os avanços, as consequências, os interesses econômicos e políticos da ciência e da tecnologia, de maneira contextualizada e relacionando-os com a evolução do ser humano ao longo do tempo.

A Urbanização como questão sociocientífica no ensino de ciências

A urbanização tem potencial sociocientífico, pois as esferas sociais, científicas e tecnológicas se agrupam nesta temática, de modo a controverter os aspectos que a envolvem. Além do exemplo sobre os prédios espelhados, citado na introdução deste documento, um outro exemplo para a discussão dessa temática é o trânsito dentro das cidades. Por meio da notícia do website G1-MT² (2017) com seguinte título “Grafiteiros pintam faixas de pedestres em 3D para ‘forçar’ parada de motoristas em cidade de MT”, podemos destacar vários fatores. A notícia reporta a ação de grafiteiros sobre um patrimônio público, as faixas de pedestres, que favoreceu a diminuição de acidentes em uma avenida, por meio de uma técnica em desenhos que tornam suas aparências em 3 dimensões, essa nova técnica nas faixas foi apoiada pela própria prefeitura de Cuiabá – MT que a utilizou como referência de outros países (China, Índia, Geórgia e Islândia).

Ao mesmo tempo em que essa técnica seja inovadora, podemos destacar controvérsias que a envolve. Para as leis de trânsito vigentes, isso não foi uma ideia aceitável, pois de acordo com Mendes (2017, s/p):

O Departamento Nacional de Trânsito se manifestou acerca do tema através do Ofício Circular nº 16/2017, no qual entende ser ilegal essa sinalização por não respeitar os padrões, requisitos e princípios estabelecidos na legislação específica. O DENATRAN está desenvolvendo um estudo técnico sobre o assunto, tendo em vista não terem sido identificados quaisquer estudos que comprovem a eficácia e segurança da implantação desse tipo de sinalização. Até que haja uma posição final, os órgãos executivos de trânsito no país não devem implantar a “faixa de pedestres 3D”.

Contudo, é possível encontrar nas leis que essa inovação na sinalização não é totalmente proibida, pois o Código de Trânsito Brasileiro prevê em seu art. 80, § 2º: “O CONTRAN poderá autorizar, em caráter experimental e por período prefixado, a utilização de sinalização não prevista neste Código” (BRASIL, 2007, s/p). Ao mesmo tempo, olhamos para a marginalização dos grafiteiros pela sociedade. Para alguns, o grafite é uma expressão artística em espaços públicos, para outros, poluição visual e prática de vandalismo, como no caso do prefeito de São Paulo, João Doria, que

apagou as práticas de grafite em uma região que era considerada o “maior mural de grafite da América Latina”. Segundo a notícia do website O Globo² (2017), Doria afirma que pichadores são condenados na cidade e a população não quer pichação. Destacamos nessa fala, o desentendimento do próprio prefeito em diferenciar a pichação da prática do grafite, porém, a prática do grafite tornou-se útil quando o contexto foi de melhorias na vida da população da cidade de Cuiabá-MT.

Ainda nesse contexto, destacamos o potencial da temática em relação à essa notícia no ensino de Física. As faixas 3D contam com a técnica de ilusão de ótica e, ao ser inserida no ensino de Física, podemos abordar os fenômenos ópticos pelos estudos da refração, reflexão, difração, interferência e entre outros.

Por fim, encontramos outra controvérsia na notícia. De acordo com G1-MT³ (2017) “ainda não existem estudos que comprovem a eficácia da faixa 3D, que pode cair conforme os motoristas vão se acostumando com a ilusão.” Ou seja, a ideia garante segurança provisória do problema, porém quando tratamos sobre o tempo de reação de uma pessoa ao ver a faixa fica menos provável que os motoristas se acostumem com a ilusão. Baseado nessa notícia, encontramos inúmeras divergências e ao relacioná-la com ensino, pois podemos instigar os alunos a debater, a desenvolver o seu senso crítico e utilizar metodologias científicas para explicar fenômenos, o que torna o uso das faixas de pedestre 3D um tema potencial dentro das questões sociocientíficas propostas.

Metodologia de Constituição e Análise de Dados

Essa pesquisa se baseou em um levantamento de documentos. O intuito desta pesquisa foi o de investigar artigos, teses, dissertações e notícias que abordam a temática urbanização, publicados entre os anos de 1998 e 2019 e, em seguida, caracterizamos os documentos, buscando encontrar o seu potencial no Ensino de Física com foco nas QSC por meio da temática urbanização. Fizemos buscas em várias plataformas acadêmicas, porém não obtivemos sucesso em encontrar materiais nessa temática, então utilizamos a plataforma acadêmica mais genérica Google Scholar, na qual buscamos trabalhos acadêmicos que abordassem a temática urbanização. Em seguida, ao selecionar o documento, realizamos uma análise qualitativa do mesmo.

Para a busca de documentos que poderia favorecer a discussão da temática urbanização no ensino de Física, focamos na busca dos seguintes termos: “urbanização”, “urbanização e ensino de ciências”, “urbanização e ensino de Física”, “urbanização e QSC” que poderiam ser encontrados nos títulos dos artigos, resumos, palavras-chave, entre outros dependendo dos documentos encontrados pela plataforma Google Scholar. Todavia, a busca de termos citada acima não foi suficiente para encontrar documentos que tivessem potencialidades para a temática. Um segundo método se baseou em procurar termos que facilitassem a busca de termos mais específicos, então optamos pela busca de palavras chaves mais condensadas e grupais, tais como “trânsito” + “arborização”; “calor” + “ruas” + “asfalto”; “trânsito” + “prédios” + “espelhos”; “tinta” + “calor”; “reflexão” + “calor” + “física”; “prédio” + “calor” + “vidros”.

² Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/brasil/doria-apaga-grafites-em-avenida-cria-polemica-em-sp-20815081>> Acesso em: 22 maio de 2018

³ Disponível em: <<https://g1.globo.com/mato-grosso/noticia/grafiteiros-pintam-faixas-de-pedestres-em-3d-para-forcar-parada-de-motoristas-em-cidade-de-mt.ghtml>> Acesso em: 29 abril 2018.

Ao final da busca, foram encontrados dois documentos que teriam potencial para ser discutidos de acordo com a temática urbanização. Porém, apresentaremos as análises e caracterizações por meio das QSC referentes a apenas um documento que se trata de uma tese de doutorado intitulada “Caracterização Ótica de Materiais Transparentes e sua Relação com o Conforto Ambiental em Edificações” (ASSIS, 1998), uma vez que estas discussões já expressam as ideias que gostaríamos de apresentar.

Análises e Interpretações

O documento (ASSIS, 1998) é uma tese de doutorado na área de Engenharia Civil defendida na Universidade de Campinas - UNICAMP. A tese faz caracterizações e análises da transmissão da radiação solar dentro de estabelecimentos, tais como prédios e lojas, os quais utilizam fachadas de vidro e ainda insere outros tratamentos em vidros com o intuito de minimizar esse problema. O conteúdo da tese mostrou potencial para essa pesquisa, pois apresentou a temática urbanização como um potencial para a QSC.

Inicialmente, a autora relata que os prédios atuais com fachadas transparentes trazem uma preocupação em relação ao controle do consumo energético e ao conforto do ambiente, que inclui o conforto visual e térmico dentro das edificações. Sendo o conforto visual relacionado com a quantidade de iluminação dentro do ambiente e o conforto térmico em relação com a quantidade de calor na região.

Assis (1998) destaca que um bom projeto deve ser feito priorizando o ganho de calor interno que se tem através de uma fachada transparente, e alguns modos no tratamento dos vidros podem auxiliar na diminuição desse problema, como no caso de vidros refletivos, que podem cumprir com 3 funções: “melhor controle da insolação, maior conforto visual e efeito estético requintado” (ASSIS, 1998 p. 22). Destacamos na tese o termo “efeito estético requintado”. Quando pensamos nos efeitos da reflexão da luz, temos várias controvérsias nesse contexto. De acordo com o website Blog da Arquitetura⁴ (2017, s/p.), esses estilos arquitetônicos começaram a aparecer na Europa principalmente por causa da capacidade de sua absorção térmica. Como os países frios necessitam da luz solar para aquecer o ambiente, é necessário o uso de vidros nas edificações. Todavia, no Brasil, país que possui temperaturas elevadas, não é necessário o uso dessa tecnologia, causando um problema maior para as cidades brasileiras. Berlin (2019), em seu artigo para o website Gazeta do Povo (2019), em entrevista com um professor da Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Unisinos, declara que essas estruturas causam desorientação espacial para pedestres e aves, poluição visual e impactos ambientais por meio das ilhas de calor.

Ao analisar o desconforto desses prédios, temos também a formação das ilhas de calor, que ocorrem quando a temperatura média dos centros urbanos é mais elevadas do que as regiões ao redor deles. Esse problema se agrava quando a luz solar é refletida pelos prédios e é absorvida pelas calçadas, gerando desconforto para os pedestres e para o comércio que se situa próximo ao solo e, consequentemente, acarreta o aumento do uso da energia elétrica, devido ao uso do ar-condicionado. Assis (1998, p. 13) cita que o consumo de energia elétrica em edificações no Brasil

⁴ Disponível em: <<https://www.blogdaarquitetura.com/saiba-quais-sao-as-vantagens-e-desvantagens-das-fachadas-reflexivas/>> Acesso em 28 outubro de 2019.

representa mais de 40% do consumo total do país, e o consumo desta energia está relacionado com a iluminação e o uso de ar condicionado

Edificações com fachadas espelhadas costumam ser centros que abrigam trabalhadores. Como discutido anteriormente, essas edificações absorvem calor para seu interior mesmo usando outros meios e tecnologia para revestimento dos vidros, com o intuito de impedir que a radiação atinja o interior do estabelecimento. Ao pensar no ambiente de trabalho, Brito (2014) afirma que esse meio tem grande importância para que o trabalhador desenvolva seu ofício em um local apropriado e que possa oferecer boas condições para o trabalhador. Nascimento (2010, p.835 *apud* BRITO, 2014) afirma que:

O meio ambiente de trabalho é, exatamente, o complexo máquinas-trabalho: as edificações do estabelecimento, equipamentos de proteção individual, iluminação, conforto térmico, instalações elétricas, condições de salubridade ou insalubridade, de periculosidade ou não, meios de prevenção à fadiga, outras medidas de proteção ao trabalhador, jornadas de trabalho e horas-extras, intervalos, descansos, férias, movimentação, armazenagem e manuseio de materiais que formam o conjunto de condições de trabalho etc. (NASCIMENTO, 2010, p.835)

Ao notar a fala anterior, a estrutura física do local de trabalho é importante para o trabalhador, e assim, deve-se garantir o conforto térmico no local como discutido por Oliveira (2010 *apud* BRITO, 2014, p.83), na Constituição da República:

O meio ambiente do trabalho está inserido no meio ambiente geral (art. 200, VIII, da Constituição da República), de modo que é impossível alcançar qualidade de vida, sem ter qualidade de trabalho, nem se pode atingir meio ambiente equilibrado [...].

Em conclusão, a temperatura no ambiente de trabalho não pode afetar o trabalhador, então cabe ao empregador disponibilizar meios para a melhoria do conforto térmico no ambiente. No caso dos prédios com fachadas espelhadas, deve ser profundamente estudado o problema da diminuição de energia elétrica, devido ao uso de ar-condicionado nos estabelecimentos.

Conclusão

Quando nos deparamos com a temática urbanização, por meio de uma abordagem QSC, vemos o quão silenciada ela se encontra. Ao realizar buscas sistemáticas da temática urbanização como QSC não foi possível encontrar estudos com relação ao ensino de ciências e, principalmente, de Física. Conseguimos inferir que, na tese analisada, o foco principal era a produção científica, sem haver discussões sobre os possíveis problemas e controvérsias que os conteúdos abordados sobre urbanização poderiam gerar.

Ao analisar a urbanização como uma temática sociocientífica, vemos que ela se torna relevante para a educação tecnológica e científica dos alunos, buscando abordar e controverter questões políticas, éticas e sociais, nas quais os alunos como cidadãos possam participar da gestão e desenvolvimento das cidades, visando melhorias e conforto para a população.

Assim, a temática urbanização como uma QSC no Ensino de Física busca que o aluno não aprenda apenas o conteúdo abordado, mas também que possa mobilizar diferentes conhecimentos que envolvam conteúdos sociais, políticos e científicos contribuindo para o desenvolvimento social e pessoal do mesmo. Além disso, o contexto urbano está presente na vivência do aluno, tornando-o essencial para desencadear reflexões por parte deles.

Também foi possível inferir sobre como o Ensino de Física, junto às controvérsias desencadeadas pelas QSC na temática urbanização têm grande potencial para a inovação no ensino, desde que haja um bom planejamento, ações e participação do professor de Física contribuindo para a construção do professor como o próprio pesquisador de sua prática, inovando a cada nova etapa de ensino e aprendizagem. Sugere-se maiores explorações dentro da temática urbanização, pois, com ela, os alunos poderão explorar contextos diversificados contribuindo para o enriquecimento do seu senso crítico em relação ao desenvolvimento das cidades.

Referências

- ASSIS, Rosana Maria Caram de. Caracterização ótica em materiais transparentes e sua relação com o conforto ambiental em edificação. 1998. 166f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Campinas, [SP. Disponível em: <<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/258051>>. Acesso em: 23 jul. 2018.
- AZEVEDO, R. O. M; GHEDIN, E; FORSBERG, M. C. da S; GONZAGA, A. M. O enfoque CTS na formação de professores de Ciências e a abordagem de questões sociocientíficas. IX ENPEC - Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Anais..., Águas de Lindóia, SP, 2013.
- BRITO, V. A. S. O direito do empregado ao ambiente de trabalho seguro e saudável. A tutela do princípio da dignidade humana. [S.l], 2014. Disponível em: <<https://jus.com.br/artigos/31440/o-direito-do-empregado-ao-ambiente-de-trabalho-seguro-esaudavel>>. Acesso em: 28 out. 2019.
- PÉREZ, L. F.; CARVALHO, W. L. P. Contribuições e dificuldades da abordagem de questões sociocientíficas na prática de professores de ciências. Educação e Pesquisa. São Paulo, 2012
- PINHEIRO, N. A. M. Educação Crítico-Reflexiva para um Ensino Médio Científico-Tecnológico: a contribuição do enfoque CTS para o ensino-aprendizagem do conhecimento matemático. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.
- RATCLIFFE, M., & GRACE, M. (2003) Science Education for Citizenship. Milton Keynes: Open University Press.
- SANTOS, W. P.; MORTIMER, E. F. Uma Análise de Pressupostos Teóricos da Abordagem CT-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no Contexto da Educação Brasileira. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 2, n. 2, dez. 2002.
- SILVA, Karolina Martins Almeida e. **Questões sociocientíficas e o pensamento complexo: tecituras para o ensino de ciências**. 2016. xxii, 301 f., il. Tese (Doutorado em Educação)—Universidade de Brasília, Brasília, 2016.
- VAZ, C. R; FAGUNDES, A. B; PINHEIRO, N. A. M. O Surgimento da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) na Educação: Uma Revisão. I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia (I SINECT), Ponta Grossa, UTFPR, p.98-116, 2009.