

# **Compreensões de Estudantes da Educação Básica sobre a Tríade Ciência-Tecnologia-Sociedade e suas Inter-relações**

## **Comprehensions of Basic Education students about the Science-Technology-Society triad and their interrelations**

**Rafael Schepper Gonçalves**

Universidade Federal de Juiz de Fora  
rafa.schepper@gmail.com

**Paulo Henrique Dias Menezes**

Universidade Federal de Juiz de Fora  
paulo.menezes@ufjf.edu.br

**Walmir dos Reis Miranda Filho**

Universidade de Minas Gerais  
walmir.reis.miranda.filho@gmail.com

**Ángel Vázquez-Alonso**

Universidade das Ilhas Baleares  
angel.vazquez@uib.es

**Amanda Batista dos Santos**

Universidade Federal de Juiz de Fora  
amandab.dsantos@hotmail.com

### **Resumo**

Investigamos o repertório de conhecimentos sobre as concepções de estudantes da Educação Básica sobre a tríade Ciência-Tecnologia-Sociedade e suas inter-relações. Como forma de coleta de dados, utilizou-se o Questionário de Opiniões sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade (QOCTS)<sup>1</sup>, um modelo de respostas múltiplas para obter uma avaliação das concepções relativas à tríade CTS. A amostra foi composta de 29 estudantes do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública federal do estado de Minas Gerais. Os resultados indicam que os estudantes apresentaram um repertório de conhecimentos CTS aquém do esperado. Perante a necessidade de os alunos aprenderem a opinar de maneira fundamentada em processos que envolvam decisões relacionadas à Ciência e a Tecnologia e suas relações mútuas com a Sociedade, ponderamos que a discussão acerca dos aspectos CTS não está sendo introduzida adequadamente na Educação Básica.

**Palavras-chave:** Educação Básica, CTS, QOCTS.

### **Abstract**

---

<sup>1</sup>Tradução do espanhol de *Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad*.

This research investigates the repertoire of knowledge about the conceptions of students of Basic Education about the Science-Technology-Society triad and their interrelations. As a way of collecting data, the Questionnaire of opinions about science, technology and society (QOCTS), a model of the Likert scale has been used to obtain the evaluation of conceptions. The sample was composed by 29 students coursing the 3rd year of high school (12th grade) of a federal public school in Brazil. The results indicate that students had presented a repertoire of CTS knowledge that falls short of the goal. We consider that the discussion about the aspects of CTS is not being properly presented in the Basic Education, aiming the need of students to learn how to opine based on processes that involve decisions related to science, technology and their mutual relations with society.

**Key words:** Basic Education, STS, QOCTS.

## Introdução e justificativa

As repercussões da Ciência e da Tecnologia na economia, na política, na educação e na cultura põem em relevo seus destacados papéis nas decisões pessoais e coletivas de uma sociedade globalizada. Como consequência, uma necessidade premente da educação básica é de que todos os cidadãos alcancem conhecimentos satisfatórios e úteis sobre Ciência e Tecnologia para que possam participar conscientemente dessas decisões (AULER, 2002; SANTOS e MORTIMER, 2001; BENNÀSSAR-ROIG *et al.*, 2011).

A alfabetização em Ciência e Tecnologia converte-se, pois, em um dos principais objetivos básicos e prioritários de uma educação inclusiva e para todos. Essa alfabetização deveria orientar os objetivos e conteúdos dos currículos de Ciência e Tecnologia na direção de contextos mais úteis para todos os estudantes como cidadãos, sendo esse um princípio básico da orientação CTS (SANTOS, 1992; BENNÀSSAR-ROIG *et al.*, 2011).

Nos últimos anos, proliferaram-se as investigações orientadas a conhecer o grau da compreensão da Natureza da Ciência e Tecnologia de estudantes, e significativos êxitos foram alcançados (ACEVEDO-DÍAZ e GARCÍA-CARMONA, 2016). No entanto, Antonioli *et al.* (2012) ponderam que essa compreensão ainda é controversa.

Trata-se de um assunto delicado e controverso, pois não há unanimidade [em relação] a muitos aspectos, mesmo entre especialistas de diversos campos do conhecimento. Identificar correlações e divergências entre os pensamentos desses especialistas e compará-los com as concepções de estudantes [...] pode contribuir para o descobrimento de como introduzir a Natureza da Ciência no currículo escolar. (ANTONIOLI *et al.*, 2012, p. 152-153).

Acevedo, Vázquez e Manassero (2003) sustentam que os princípios e orientações do movimento educativo CTS relacionam-se com a educação tecnocientífica e são uma resposta sólida a muitos dos novos desafios educativos planteados por ela. Dessa maneira, concordamos com Miranda e Freitas (2014), ao afirmarem que:

[...] atualmente, a Ciência e a Tecnologia, com seus desenvolvimentos e influências nas dimensões humana, social, cultural e econômica, passaram a constituir objetos de debates sobre suas naturezas, suas potencialidades e seus limites, em função, entre outros fatores, de seus impactos em relação ao bem-estar da sociedade. Nesse sentido, considera-se que a compreensão da Natureza da Ciência e das interações CTS por parte de alunos [...] é um dos aspectos essenciais da alfabetização científica, indispensável à avaliação crítica e responsável das políticas científicas e tecnológicas (MIRANDA e

FREITAS, 2014, p. 2).

Diante desse panorama, e tendo em vista a importância e preocupação vinculadas ao entendimento das relações múltiplas e complexas entre a ciência, a tecnologia e a sociedade – tendo em vista que esse entendimento permite a participação mais democrática e informada dos indivíduos na sociedade (BAZZO, 1998) – desenvolvemos o presente estudo com o objetivo de ampliar o repertório de conhecimentos acerca das compreensões de caráter CTS que os estudantes adquirem ao longo da Educação Básica.

## Procedimentos Metodológicos: QOCTS

O instrumento de coleta de dados utilizado foi o QOCTS de Manassero, Vázquez e Acevedo (2003), resultado da adaptação de outros questionários desenvolvidos empiricamente – especialmente, o VOSTS<sup>2</sup> – para as línguas e culturas espanhola e portuguesa. A metodologia de uso desses questionários tem progredido muito desde o limitado modelo de resposta única, utilizado por alguns autores, até um novo modelo de resposta e análise múltiplas, muito mais potente e informativo, que permite a utilização da estatística inferencial.

No modelo de respostas múltiplas, cada uma das frases optativas é valorada pelo respondente, de modo que se maximiza a informação disponível para avaliar sua concepção. O respondente valora em cada tema o seu grau de acordo ou desacordo com uma frase ou item, numa escala de nove pontos (Quadro 1).

Desacordo				Indeciso	Acordo				Outros <sup>3</sup>	
Total	Alto	Médio	Baixo	-	Baixo	Médio	Alto	Total	NE	NS
1	2	3	4	5	6	7	8	9	E	S

Quadro 1: Escala usada para valorar as questões do QOCTS (Fonte: autores)

Essas valorações diretas se transformam posteriormente em um índice atitudinal, normalizado no intervalo [-1, +1] mediante a métrica que opera, tendo em conta a categoria de cada frase/item (adequada, plausível e ingênua), classificada previamente por especialistas (professores formadores e professores de ciências, filósofos, pesquisadores em Didática das Ciências). Os índices atitudinais são indicadores quantitativos das concepções e crenças dos respondentes e medem o grau de sintonia da pontuação direta, outorgada pelos entrevistados, com o padrão categorial classificado pelos especialistas. Quanto mais positivo e próximo do valor máximo (+1) é um índice, mais adequada e informada é considerada a concepção; e quanto mais negativo e próximo de (-1), mais ingênua ou desinformada ela é considerada. Ainda que a metodologia empregada seja quantitativa, também permite e fundamenta interessantes análises qualitativas (VÁZQUEZ *et al.*, 2006).

Para esta pesquisa buscou-se uma amostra composta por 29 estudantes do 3º Ano do Ensino Médio do Colégio de Aplicação de uma universidade pública do estado de Minas Gerais, que se dispuseram a participar de forma voluntária por meio da assinatura de um Termo de Consentimento Livre Esclarecido, tendo sido resguardadas todas as questões éticas com o respaldo e aprovação do Comitê especializado da universidade em questão.

<sup>2</sup> *Views on Science, Technology and Society*.

<sup>3</sup> Em que NE significa “Não a entendo”, e NS quer dizer “Não sei”.

O desenho da amostra de avaliação foi pensado para obter um mapa com as compreensões de estudantes sobre Influência Triádica, i.e., a influência mútua entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Cabe destacar que a métrica utilizada leva em conta apenas o índice global e os índices atitudinais de cada frase/item.

## **Discussão dos Resultados**

Antes de extrairmos possíveis conclusões e implicações para o ensino de ciências, devemos ter em conta que o QOCTS foi aplicado num contexto limitado e por isso não podemos assegurar a evidência dos resultados obtidos em contextos mais gerais. Entretanto, temos comprovado que os resultados alcançados neste estudo coincidem com os resultados encontrados em outros estudos realizados em outros países.

Neste trabalho analisamos a questão 30111 (Fig. 1) que aborda as concepções dos alunos sobre a Influência Triádica CTS. Nessa questão são apresentados sete diagramas, que podem ser classificados em: adequado (expressa uma opinião apropriada desde a perspectiva dos conhecimentos de História, Filosofia e Sociologia da Ciência); plausível (ainda que não completamente adequado, expressa alguns aspectos apropriados, desde a perspectiva dos conhecimentos de História, Filosofia e Sociologia da Ciência); e ingênua (expressa uma opinião inapropriada ou não plausível).

(30111) Qual dos seguintes diagramas representaria melhor as interações mútuas entre a ciência, a tecnologia e a sociedade? (As setas simples indicam uma única direção para a relação e as duplas indicam interações mútuas. As setas mais grossas indicam uma relação mais intensa que as finas e estas mais que as tracejadas; a ausência de seta indica inexistência de relação).

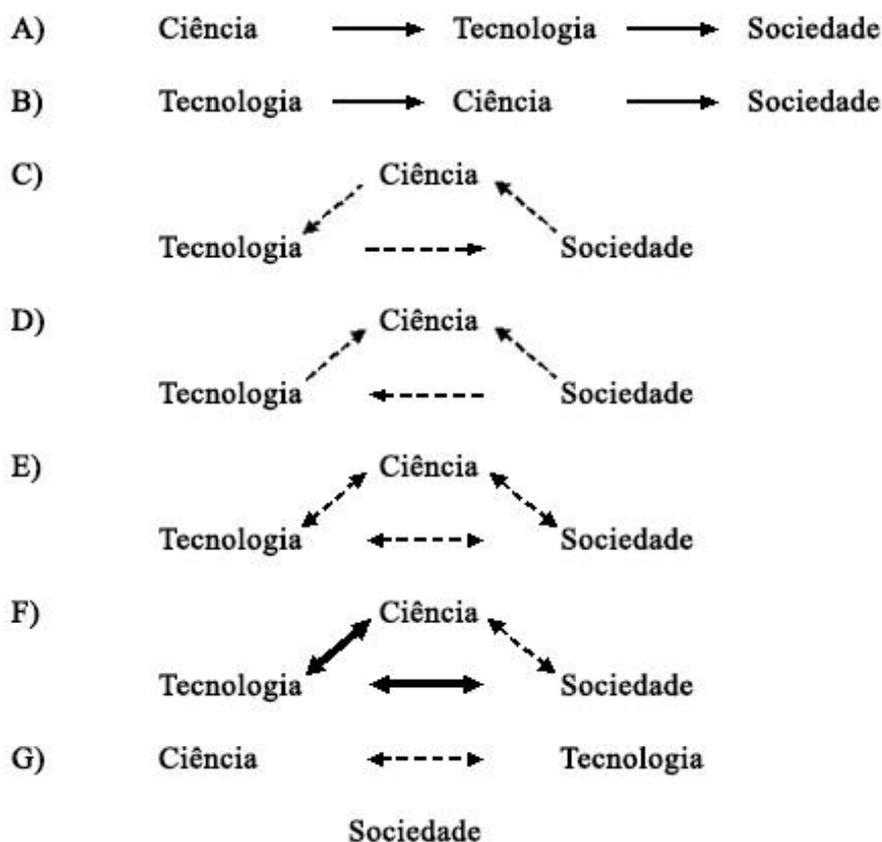
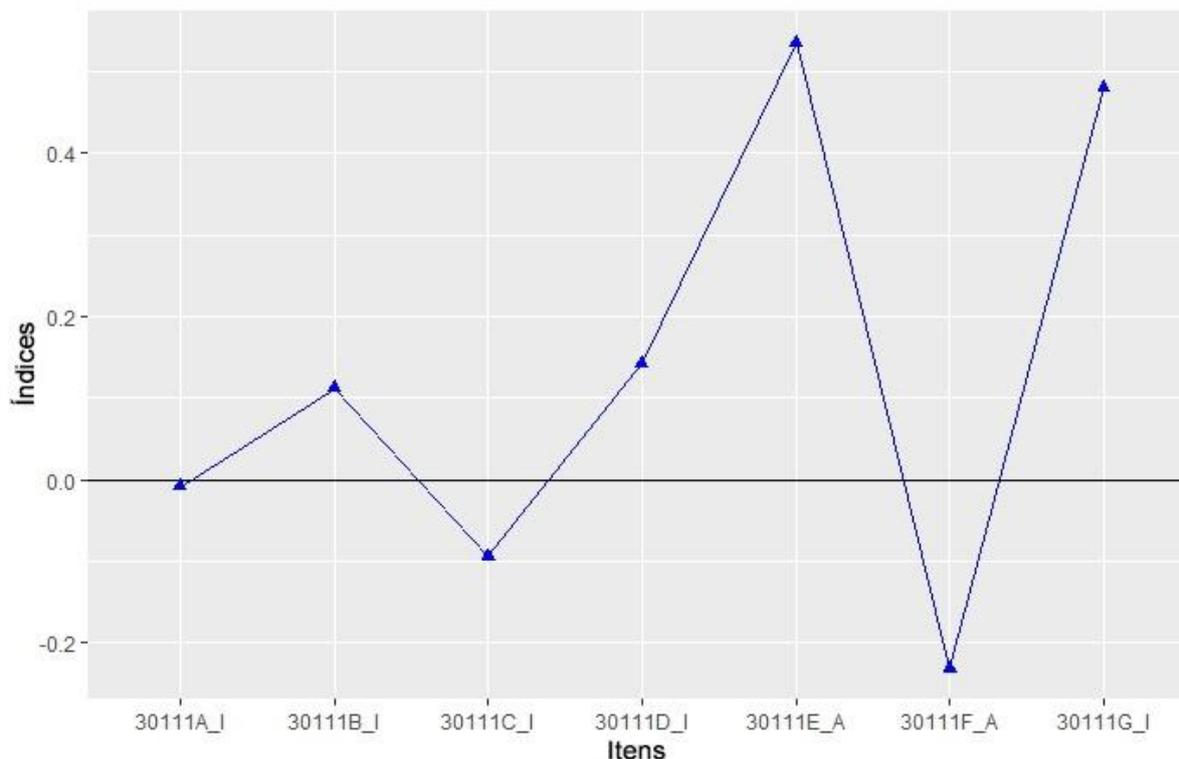


Figura 1: Questão 30111. Fonte: QOCTS

Nesta questão os itens A, B, C, D e G são classificadas pelos especialistas como concepções ingênuas; E e F como adequadas; e nenhum item é classificado como plausível. Os valores dos índices de cada item são apresentados no Gráfico 1, a seguir.



**Gráfico 1:** Índices referentes aos itens da questão 30111

A crença global frente à questão 30111 é positiva (0.1337828). Relativamente à média global atinente a esta questão, frisamos que está abaixo do que se considera em pesquisas que também usaram a mesma ferramenta de coleta de dados. Uma média considerada razoável deve ser igual ou maior do que 0,25, conforme sugerido por Vázquez, Manassero e Talavera (2010).

Contudo, é necessário destacar que os estudantes apresentam concepção ingênua no que tange ao item A (-0.00862069). Isso insinua que nas relações CTS a Ciência não tem vínculo com a Sociedade e não é influenciada pela Tecnologia, que também não é afetada pela Sociedade. Essa concepção está em uma posição diametralmente oposta àquela referendada pela literatura, ou seja, a de que existe uma relação mútua e explícita entre esses três campos do conhecimento (SANTOS, 1992; BAZZO, 1998 AULER, 2002).

Outro item que traz certa preocupação é o C (-0.09482759), no qual o índice negativo sugere que os estudantes apresentam uma noção unilateral entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. De certa forma, isso indica que os estudantes ignoram a relação de influência mútua entre esses três campos da cultura humana, demonstrando uma visão ingênua CTS. Observa-se que, possivelmente, têm a concepção de que a Ciência precede a Tecnologia, sendo esta aplicação daquela (SANTOS e MORTIMER, 2001; AULER, 2002). Nesse sentido, concordamos com Julio (2010) ao considerar evidente a visão tradicional dos alunos sobre as relações CTS: em primeiro lugar vem a Ciência, depois a Tecnologia que é uma aplicação da Ciência, de modo a atender às necessidades da Sociedade. A autora assevera que a visão dos alunos em geral justifica-se

[...] se consideramos a insuficiente atenção à dimensão tecnológica na educação científica. Em geral, na escola e nos livros didáticos os alunos encontram explicações sobre como “funcionam” alguns aparatos tecnológicos com base em conceitos científicos. Essa prática é considerada como “educação tecnológica.” (JULIO, 2010, p. 72).

No que tange ao item **F** (-0.23148148), podemos inferir que os estudantes creem que há um vínculo forte entre a Ciência e a Tecnologia e entre esta e a Sociedade. Entretanto, eles expõem uma concepção que sinaliza uma frágil relação entre a Ciência e a Sociedade. Isso traz determinada apreensão, uma vez que é reconhecido que a Ciência influencia a Sociedade (SANTOS e MORTIMER, 2001; AULER, 2002; SANTOS, 1992; BENNASSAR-ROIG *et al.*, 2011).

Vale ressaltar que a Sociedade também repercute sobre a Ciência, já que aquela orienta o mecanismo de produção desta, decidindo o que deve ser pesquisado, por exemplo. De certa forma, a Sociedade influencia as investigações que são realizadas pela Ciência como um todo. Nesse sentido, é de fundamental importância que os estudantes estejam aptos para opinarem a respeito daquilo que será e está sendo pesquisado pelos cientistas, pois certamente suas vidas serão afetadas positiva ou negativamente pela produção científica (DAGNINO, 2008a).

O item **B** (0.11206897) traz apenas uma alteração de ordem em relação ao item **A** entre as palavras Ciência e Tecnologia, sobrepondo a Tecnologia em relação à Ciência. Isso pode sinalizar que há uma concepção de que a Tecnologia não tem vínculo com a Sociedade e também não é afetada pela Ciência. Essa concepção, de forma semelhante à anterior, está em uma posição diametralmente oposta a noção defendida na literatura, i.e., a de que há uma relação de reciprocidade entre esses três campos do conhecimento (ANTONIOLI, 2012).

No tocante ao item **D** (0.14285714), podemos inferir que os estudantes têm a concepção ingênua de que a Ciência não exerce influência sobre a Tecnologia e a Sociedade. Outra ideia possível é a de que os estudantes acreditam que a Sociedade exerce impacto sobre a Ciência e a Tecnologia, mas essas não influenciariam as escolhas feitas pela Sociedade. Esse resultado insinua que os estudantes não concebem uma rede complexa de interações CTS.

Em relação ao item **E** (0.53571429), os estudantes apresentaram um bom resultado. É preciso frisar que o item **E** explicita a relação mais estreita, mútua e intensa entre Ciência, Tecnologia e Sociedade e deveria apresentar pontuação mais elevada nas respostas dos participantes, como, de fato, obtiveram um resultado mais significativo. Isso implica que os estudantes entendem bem a existência de uma relação que deve ser mais estreita, mútua e intensa da tríade CTS (BAZZO, 1998; AULER, 2002).

No que se refere ao item **G** (0.48076923), verifica-se novamente que os alunos desassocia a Sociedade das inter-relações CTS articulando a ligação superficial e mútua somente entre a Ciência e a Tecnologia. O resultado acima de 0.25 indica que eles entendem que a relação mútua e intensa deveria ocorrer entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade. Esse resultado sinaliza que os respondentes concebem bem essa relação.

## Considerações finais

O resultado da questão 30111 convida-nos a pensar nas ponderações de Acevedo, Vázquez e Manassero (2003), citados por Bispo Filho *et al.* (2013), quando asseveram que a proposta educativa para o século XXI abarca questões relacionadas à Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) em todos os campos do conhecimento, particularmente no ensino de ciências, no qual a alfabetização científica e tecnológica apresenta-se como um objetivo a ser alcançado. Isso inclui a compreensão de que a Ciência, enquanto produção humana, está presente na vida de todos os cidadãos, sendo considerada como parte fundamental dos currículos escolares atuais e da cultura científica e tecnológica por meio da educação CTS.

A necessidade de um diálogo contínuo entre os professores, de organização e otimização do tempo de coordenação, e de momentos de estudo e discussão nos espaços escolares são

apontados como desafios para implementação de práticas educativas de caráter CTS (FERNANDES e STRIEDER, 2017). Entretanto, consideramos que uma das formas de se viabilizar a melhoria das compreensões CTS de estudantes é através de atividades que envolvam temas controversos, tais como: leituras e discussões de textos, júris simulados, mostras de filmes, entre outros.

Por fim, perante a necessidade de os alunos aprenderem a opinar de maneira fundamentada em processos que envolvam decisões relacionadas à Ciência e a Tecnologia e suas relações mútuas com a Sociedade, ponderamos que a discussão acerca dos aspectos CTS não está sendo introduzida de forma adequada na Educação Básica. Afinal, seria possível opinar de modo informado sobre processos decisórios que envolvam esses aspectos sem ter uma noção clara que abarca as compreensões entre esses três campos do conhecimento e suas inter-relações?

## Referências

- ACEVEDO-DÍAZ, J. A. VÁZQUEZ, Á. A.; MANASSERO, M. A. Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.2, n.2, p. 80-111, 2003.
- ACEVEDO-DÍAZ, J. A.; GARCÍA-CARMONA, A. “Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado”. Tendencias sobre la naturaleza de la ciencia en la educación científica. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias** v.1, p. 3-19, 2016.
- ANTONIOLI, P. M. **Atitudes, valores e crenças de alunos do Ensino Médio em relação à Ciência e Tecnologia**. 2012. 135f. Dissertação (Mestrado). Centro Federal de Educação Tecnológica, Rio de Janeiro, 2012.
- AULER, D. **Interações entre Ciência - Tecnologia - Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências**. 2002. 258f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- AZEVEDO, D. P.; PIRES, L. L. A; PEREIRA, N. C. S. **Enfoque ciência, tecnologia e sociedade (CTS): implicações para o ensino de matemática a luz do ensino desenvolvimental**. In.: II Seminário de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática e XI Semana de Licenciatura, Jataí, 2014.
- BAZZO, W. A. **Ciência, tecnologia e sociedade: e o contexto da educação tecnológica**. Florianópolis, UFSC, 1998.
- BENNÀSSAR-ROIG, A. A.; VÁZQUEZ, A.; MANASSERO, M. A.; GARCÍA-CARMONA, A. **Ciencia, Tecnología y Sociedad en Iberoamérica. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI). Documento n° 5**, p. 5-242, 2011.
- BISPO FILHO, D. O.; MACIEL, M. D.; SEPINI, R. P.; VÁZQUEZ, Á. Alfabetização científica sob o enfoque da ciência, tecnologia e sociedade: implicações para a formação inicial e continuada de professores. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n 2, p. 313-333, 2013.
- DAGNINO, R. P. As Trajetórias dos Estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade e da Política Científica e Tecnológica na Ibero-América. Alexandria – **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis – SC, v. 1, n. 2, p. 3-36, 2008a.
- FERNANDES, R. F.; STRIEDER, R. B. **Dificuldades enfrentadas por professores na implementação de propostas CTS**. In.: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM

EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11, 2017, Florianópolis, **Atas...** Florianópolis, 2017.

JULIO, A. B. **As atitudes de alunos do ensino médio em relação à ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTS-A) no contexto da produção da cana de açúcar e etanol.** 2010. 130f. Dissertação (Mestrado), FACULDADE DE EDUCAÇÃO, UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA, 2010.

SANTOS, W. L. P. **O Ensino de Química para Formar o Cidadão: Principais características e Condições para a sua Implantação na Escola Secundária Brasileira.** 1992. 233f. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Educação, Universidade de Campinas, 1992.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.

VÁZQUEZ, Á. A.; ACEVEDO-DÍAZ, J. A.; MANASSERO, M. A.; ROMERO, P. A. Actitudes del alumnado sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad, evaluadas con un modelo de respuesta múltiple. **Revista Electrónica de Investigación Educativa**, v. 8, n. 2, p. 1-37, 2006.

VÁZQUEZ, Á. A.; MANASSERO, M. A. M.; TALAVERA, M. Actitudes y creencias sobre naturaleza de la ciencia y la tecnología en una muestra representativa de jóvenes estudiantes. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, n. 2, p. 333-352, 2010.