



# OPINIÕES DE PROFESSORES DE QUÍMICA SOBRE QUESTÕES ENVOLVENDO AS RELAÇÕES CTS

## OPINIONS OF CHEMISTRY TEACHERS ON ISSUES INVOLVING STS RELATIONSHIPS

Rodrigo Bastos Cunha  

Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)

✉ [rbcunha@unicamp.br](mailto:rbcunha@unicamp.br)

**RESUMO:** Após a Segunda Guerra Mundial, as preocupações com as consequências das armas químicas e com os impactos ambientais dos avanços científicos e tecnológicos levaram ao surgimento do movimento CTS, que culminou em importantes pesquisas sobre o ensino de ciências, em geral, e o ensino de química, em particular. Já são décadas de uma vasta produção sobre Educação CTS, com estudos que sugerem, entre outras coisas, a abordagem, em sala de aula, de temas socioambientais que possam ser relacionados ao conteúdo canônico da ciência. O objetivo deste artigo é apresentar um recorte de uma ampla pesquisa de percepção sobre ensino de ciências, feita com professores de ciências, biologia, física e química, em formação e em exercício, e pesquisadores do ensino de ciências, destacando aqui os dados de professores de química. A metodologia aplicada nesta pesquisa foi um questionário opinativo com perguntas fechadas, em que os respondentes não se identificam. O questionário foi criado através de formulário do Google Docs e ficou disponível na internet para respostas por um período de quatro meses. Um total de 950 respostas foi coletado, das quais 192 eram de professores de química em formação e em exercício. Quatro temas socioambientais se destacam com altíssima relevância para esse grupo cujo recorte é apresentado aqui, maior que a atribuída a temas do cânone da ciência. Também é bastante elevada, nesse grupo, a concordância de que é preciso considerar os benefícios e os riscos dos avanços científicos e tecnológicos para participar de um debate sobre ciência e tecnologia.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensino de química. Educação CTS. Temas socioambientais.

**ABSTRACT:** After World War II, concerns about the consequences of chemical weapons and the environmental impacts of scientific and technological advances led to the emergence of the STS movement, which culminated in important research on science teaching, in general, and chemistry teaching, in particular. There have already been decades of vast production on STS Education, with studies that suggest, among other things, the approach, in the classroom, of socio-environmental themes that can be related to the canonical content of science. The aim of this paper is to present an excerpt from a broad survey of perception on science teaching, carried out with science, biology, physics and chemistry teachers, in training and in practice, and science teaching researchers, highlighting here the data of chemistry teachers. The methodology applied in this research was an opinionated questionnaire with closed questions, in which the respondents do not identify themselves. The questionnaire was created using a Google Docs form and was available on the internet for responses for a period of four months. A total of 950 responses were collected, of which 192 were from chemistry teachers in training and in practice. Four socio-environmental themes stand out with very high relevance for this group, whose cut is presented here, greater than that attributed to themes of the canon of science. There is also a high level of agreement in this group that it is necessary to consider the benefits and risks of scientific and technological advances in order to participate in a debate on science and technology.

**KEY WORDS:** Chemistry teaching. STS Education. Socio-environmental themes.

## Introdução

De acordo com Zanotto (2015), a química, como disciplina escolar, surge na França, no século XIX, e torna-se obrigatória nas escolas brasileiras no século XX. Após mais de um século de ensino de química no Brasil, estudos recentes ainda apontam que a maioria das pessoas a considera uma

disciplina de difícil compreensão. Segundo Bouzou *et al.* (2018, p. 215), isso se deve à “forma meramente propedêutica pela qual os conteúdos desta disciplina são ensinados aos alunos, de maneira descontextualizada e fragmentada, tornando-se distante de seu cotidiano”. Zanotto (2015, p. 14) concorda que “o ensino de Química, muitas vezes, tem se caracterizado pela transmissão de conteúdos de forma fragmentada, centrado em repetições de conceitos, aplicação de fórmulas e atrelado a classificações de compostos”.

As mudanças que ocorrem na sociedade ao longo da história impactam, de alguma forma, em reflexões acadêmicas sobre mudanças que também precisam acontecer no ensino de química nas escolas.

Nos últimos sessenta e cinco anos o planeta tem passado por intensas modificações em todos os seus domínios, seja no âmbito político, econômico ou na esfera social, decorrentes da rapidez com que a ciência e a tecnologia vêm sendo desenvolvidas. Isso gera uma sequência de acontecimentos com consequências sociais e ambientais que acabam por interferir direta ou indiretamente na maneira de vida das pessoas, sendo necessário repensar os avanços científicos e tecnológicos e seus impactos no modo de vida e no planeta (Zanotto, 2015, p. 34).

A preocupação com os impactos dos avanços científicos e tecnológicos na sociedade e no ambiente impulsionou o que ficou conhecido como movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), surgido após o lançamento das armas químicas de destruição em massa na Segunda Guerra Mundial e fortalecido com as conferências mundiais sobre meio ambiente realizadas pela Organização das Nações Unidas (ONU).

No Brasil, a inclusão de reflexões sobre a temática surge no final dos anos de 1960, alcançando notoriedade no cenário acadêmico no transcorrer dos anos de 1970, tendo em si como característica básica o apelo de esclarecimentos para a sociedade generalizada, sobre as necessidades e importância da participação do indivíduo nas tomadas de decisões e nas discussões acerca do desenvolvimento científico e tecnológico, assim como suas consequências para o meio social e ambiental (Sousa *et al.*, 2019, p. 27270).

Sousa *et al.* (2019) destacam a relevância das pesquisas sobre a abordagem das relações entre ciência, tecnologia e sociedade no ensino de química e afirmam que o ensino CTS tem como perspectiva a educação para a cidadania, pautada na problematização de temas sociais. Segundo Bouzon *et al.* (2018, p. 224), o “ensino de ciências com enfoque CTS está diretamente relacionado com a possibilidade de promover a formação de indivíduos capazes de fazer escolhas de forma democrática”. Para Ribeiro, Passos e Salgado (2021, p. 15), “os conteúdos de Química podem ser desenvolvidos de maneira articulada com as inferências sociais, ambientais, políticas, entre outras. Isso permite ao educando uma formação crítica, com o objetivo de se posicionar”.

De acordo com Zanotto (2015, p. 38), uma das formas de promover um ensino com enfoque CTS é a abordagem de temas sociocientíficos controversos, que “estará oferecendo condições ao aluno de opinar e questionar sobre os produtos da ciência e tecnologia, seus impactos negativos e positivos no ambiente e na sociedade”.

Ribeiro, Passos e Salgado (2021, p. 15) explicam que a contextualização de um tema no ensino CTS deve oportunizar “a reflexão do aprendiz acerca de questões próprias do seu contexto social e ambiental, dando a ele a oportunidade de ser comprometido e, se possível, ensejando-lhe mudar sua própria realidade”. Eles apontam os agrotóxicos como exemplo de tema controverso que pode ser abordado em aulas de química com enfoque CTS, tanto na contextualização do

conhecimento em relação à vida cotidiana dos estudantes quanto na possibilidade de abordagem interdisciplinar envolvendo os aspectos sociais, políticos, econômicos e ambientais.

Já é bastante robusta a contribuição de pesquisas com perspectiva CTS, sugerindo mudanças curriculares e inovações no ensino de química (ver, por exemplo, Santos & Mortimer, 2002; Comegno, Kuwabara & Guimarães, 2008; Quadros, Botelho & Rodrigues, 2016; Rodrigues, Felix & Quadros, 2017). A proposta de utilização de temas sociais ligados à realidade dos estudantes como ponto de partida para o ensino de conteúdos canônicos de química já aparecia em trabalhos da década de 1990, como Santos e Schnetzler (1997), e ganhou força nas décadas seguintes em trabalhos apresentados em congressos, em artigos publicados em periódicos especializados e em pesquisas de pós-graduação, como as de Santos (2002), Mascio (2009), Silva (2009), Rodrigues (2010) e Zanotto (2015), e também em trabalhos desenvolvidos nas licenciaturas em química, como Meneses (2017).

Após tantos anos de reflexão acadêmica, qual o impacto dessas pesquisas sobre Educação CTS nos cursos de formação de professores química? O quanto os pressupostos da Educação CTS foram incorporados pelos professores que atualmente dão aula de química nas escolas brasileiras? O objetivo deste artigo é apresentar os resultados de uma pesquisa de percepção sobre ensino de ciências naturais com professores em formação e em exercício, destacando como recorte as opiniões dos professores de química, em comparação com o universo geral de entrevistados, sobre questões envolvendo as relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

## Metodologia

Esta pesquisa é um levantamento de opinião, em que os participantes não se identificam. De acordo com a Resolução nº 510/2016 (Brasil, 2016), do Conselho Nacional de Saúde, que dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em ciências humanas e sociais, pesquisa de opinião com participantes não identificados não são registradas nem avaliadas pelo sistema CEP/CONEP.

Os estudos sobre as visões, tanto de professores quanto de estudantes, acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade, já são desenvolvidos há décadas em diversos países. No Canadá, por exemplo, Aikenhead e Ryan (1992) desenvolveram o “Views on Science-Technology-Society” (VOSTS), um questionário com 114 questões de múltipla escolha que abordam vários tópicos ligados à tríade STS. Na Espanha, Acevedo Díaz *et al.* (2002) criaram o “Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad”, com centenas de questões para investigar atitudes de estudantes e professores relacionadas com a ciência.

Anos depois, os pesquisadores espanhóis aplicaram o Questionário de Opiniões sobre CTS a um grupo que eles chamaram de juízes especialistas, para avaliar os consensos sobre o que seriam afirmações adequadas e o que seriam afirmações ingênuas ou inadequadas sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade (Vásquez-Alonso *et al.*, 2008). Nesta pesquisa de percepção cujo recorte será apresentado aqui, há questões similares às que aparecem no questionário espanhol, porém, optou-se por um questionário mais curto, com questões pontuais sobre as relações CTS, para tentar alcançar o maior número possível de interessados em responder voluntariamente às perguntas de opinião.

O público geral envolvido nesta pesquisa de percepção sobre ensino de ciências naturais é formado por estudantes de licenciatura em ciências, biologia, física e química, professores de ciências do ensino fundamental, professores de biologia, física e química do ensino médio e professores das áreas de educação, biologia, física e química do ensino superior que atuam como pesquisadores de ensino de ciências. Serão apresentados adiante os dados sobre professores de química em formação e em exercício, em comparação com os dados do universo geral de entrevistados.

Foi criado um questionário a partir de formulário do Google Docs, no formato de pesquisa de opinião, em que os respondentes não se identificam. Esse formulário ficou disponível para respostas na internet por um período de quatro meses. Para atingir o público alvo de professores em formação e em exercício e de pesquisadores de ensino de ciências, foram enviados convites por e-mail para participação na pesquisa. Escolas de ensino fundamental e médio de todo o país, cujo contato foi obtido através das secretarias de educação, repassaram os convites a seus professores. Coordenações de graduação em licenciatura em ciências, biologia, física e química, por sua vez, também colaboraram na divulgação entre seus estudantes. O contato de pesquisadores de ensino de ciências foi obtido através de anais de congressos ligados à educação científica.

O questionário tinha como estrutura um primeiro bloco de perguntas sobre o perfil do entrevistado (gênero, faixa etária, nível de escolaridade, nível em que leciona ou pretende lecionar e disciplina que leciona ou pretende lecionar); um segundo bloco com perguntas fechadas de múltipla escolha sobre qual deveria ser o foco do ensino de ciências naturais (a natureza da ciência, questões sociais ligadas à ciência, ambas as coisas ou mais uma coisa do que outra), o que o ensino de ciências naturais deveria privilegiar (a formação de cientistas, a formação para tomadas de decisão, ambas as coisas ou mais uma coisa do que outra), e perguntas do tipo Escala de Likert, para ver o quanto os entrevistados concordam com determinadas afirmações envolvendo as relações entre ciência, tecnologia e sociedade; e um terceiro bloco com uma lista com cinco temas socioambientais e quatro temas do cânone da ciência, em ordem aleatória, para os quais os respondentes atribuíram relevância em uma escala de zero (0) a dez (10), em que zero é nada relevante e dez é extremamente relevante.

## Resultados

Ao longo dos quatro meses em que ficou disponível na internet, o questionário obteve um total de 950 respostas, das quais 192 são de professores de química em formação e em exercício. As Tabelas 1, 2 e 3 apresentadas a seguir mostram a comparação do perfil dos professores de química participantes da pesquisa em relação ao universo geral de entrevistados.

**Tabela 1:** Gênero dos entrevistados

	Mulheres	Homens
Estudantes de licenciatura em química <sup>1</sup>	62,5%	33,3%
Professores de química do ensino superior	60,5%	39,5%
Universo geral de entrevistados <sup>2</sup>	60,3%	39,3%
Professores de química do ensino médio <sup>3</sup>	59,1%	40,0%
Graduados em química que não lecionam	55,0%	45,0%

**Fonte:** Elaborada pelo autor.

A Tabela 1 mostra que o predomínio das mulheres entre os professores de química que responderam ao questionário é percentualmente próximo do predomínio de mulheres no universo geral de entrevistados, sendo ligeiramente maior entre os estudantes de licenciatura em química e um pouco menor entre os graduados em química que não lecionavam no momento da pesquisa.

Esse predomínio feminino, principalmente entre os professores do ensino médio, é compatível com os dados do Perfil do Professor da Educação Básica (Carvalho, 2018), baseado no Censo da

<sup>1</sup> Entre os estudantes de licenciatura em química, 4,2% se identificam com outros gêneros.

<sup>2</sup> No universo geral de entrevistados, 0,4% se identificam com outros gêneros.

<sup>3</sup> Entre os professores de química do ensino médio, 0,9% se identificam com outros gêneros.

Educação Básica. Dados mais recentes relativos ao Censo da Educação Básica de 2020 (Brasil, 2021a) apontam que do total de 505.782 professores que atuavam no ensino médio, 57,8% eram mulheres e 42,2% eram homens. De acordo com Nakamura (2022), em 2020, 56,1% dos professores de química eram mulheres e 43,9% eram homens.

A Tabela 2 mostra que há um equilíbrio na distribuição dos professores de química do ensino médio em todas as faixas de idade, com percentuais ligeiramente maiores que o do universo geral de entrevistados nas faixas de 40 a 49 anos e de 50 anos ou mais. Entre os professores de química do ensino superior, mais da metade dos respondentes é relativamente jovem, com menos de 40 anos. De acordo com o Censo da Educação Superior (Brasil, 2021b), em 2019, a idade média dos docentes era de 45,6 anos nas instituições públicas de ensino superior e de 44,1 anos nas instituições privadas.

**Tabela 2:** Faixa etária dos entrevistados

	Até 29 anos	Entre 30 e 39 anos	Entre 40 e 49 anos	50 anos ou mais
Professores de química EM	27,3%	27,3%	26,3%	19,1%
Universo geral de entrevistados	33,2%	30,6%	21,1%	15,1%
Professores de química ES	34,2%	26,3%	18,4%	21,1%
Graduados em química que não lecionam	65,0%	30,0%	5,0%	
Estudantes de licenciatura em química	87,4%	4,2%	4,2%	4,2%

**Fonte:** Elaborada pelo autor.

De acordo com o Censo da Educação Básica de 2020 (Brasil, 2021a), 33% dos professores do ensino médio, no Brasil, tinham entre 30 e 39 anos, e 32% tinham entre 40 e 49 anos. Nakamura (2022) aponta um predomínio de professores de química com 50 anos ou mais: 73,6% do total dos que lecionavam em 2020. Essa parece ser uma tendência que já vinha de anos anteriores. Em trabalho sobre a educação em química no Brasil, com base nos dados do Censo Escolar 2013, Souza (2017) aponta que dos docentes que lecionavam química no ensino médio, 3.408 tinham 50 anos ou mais.

Em relação aos graduados em química com 30 anos ou mais que responderam ao questionário e não estavam lecionando no momento da pesquisa, os percentuais se explicam, em parte, por sua inserção em programas de pós-graduação, como veremos no próximo item, sobre a escolaridade dos entrevistados. Parte dos que não estavam lecionando no momento da resposta ao questionário desta pesquisa estavam temporariamente desempregados ou atuando em outra área diferente da docência, seja ligada à indústria química ou não.

A Tabela 3 mostra que os percentuais de professores de química do ensino médio com especialização completa e com mestrado completo são maiores do que os do universo geral de entrevistados. Trata-se de uma escolaridade alta, em comparação com os professores do ensino médio do Brasil, em geral, de acordo com Carvalho (2018).

**Tabela 3:** Escolaridade dos entrevistados

	Universo geral de entrevistados	Professores de química EM	Graduados em química que não lecionam	Professores de química ES
Graduação completa	14%	17,3%	15,0%	
Cursando especialização	3,3%	5,4%	5,0%	
Especialização completa	14,7%	20,9%	10,0%	2,6%
Cursando mestrado	9,2%	5,4%	45,0%	7,9%

Mestrado completo	13,5%	27,3%	15,0%	10,5%
Cursando doutorado	11,4%	16,4%	10,0%	29,0%
Doutorado completo	19,2%	7,3%		50,0%

**Fonte:** Elaborada pelo autor.

Segundo o indicador de adequação da formação docente para o ensino médio apontado pelo Censo da Educação Básica de 2020 (Brasil, 2021a), somente 65,6% dos professores de química possuíam formação adequada. Isso significa que a disciplina de química também é ministrada por bacharéis em química que não possuem licenciatura, por graduados em outras áreas do conhecimento e, inclusive, por professores que não têm curso superior. O mesmo vale para outras disciplinas. Segundo Souza (2017), em 2013, 52,9% dos professores de química do país também lecionavam física no ensino médio. Em estudo sobre os professores de química da cidade de Barretos (SP), Franco (2006) afirma que 55,17% tinham licenciatura e bacharelado em química, 27,59% tinham apenas licenciatura em química, 13,79% tinham graduação em outra área do conhecimento e 3,45% tinham apenas bacharelado em química.

De acordo com o Censo da Educação Básica 2020 (Brasil, 2021a), no ensino médio como um todo, 89,6% dos professores tinham licenciatura, 7,4% tinham bacharelado e 2,9% possuíam no máximo nível médio de formação. Ainda segundo o Censo, os professores do ensino médio com especialização (pós-graduação *lato sensu*), mestrado e doutorado (pós-graduação *stricto sensu*) somavam 43,4% do total. De acordo com Nakamura (2022), entre os professores de química que atuavam em 2020, 16,47% possuíam mestrado e 4,57% possuíam doutorado. Segundo Franco (2006), na cidade de Barretos (SP), 34,48% dos professores de química tinham especialização e 3,44% tinham mestrado.

Em relação aos professores de química do ensino superior que participaram desta pesquisa de percepção, metade dos que responderam ao questionário possuem doutorado completo, índice bem abaixo dos 95% de doutores entre os professores de biologia do mesmo nível de ensino que participaram da pesquisa. De acordo com o Censo da Educação Superior (Brasil, 2021b), em 2019, 66% dos professores das instituições públicas de ensino superior possuíam doutorado, 24,7% possuíam mestrado e 9,3% tinham especialização. Já nas instituições privadas de ensino superior, o maior índice é de professores com mestrado (48,3%), seguidos dos que têm doutorado (28,9%) e os que têm especialização (22,8%).

### As Opiniões dos Professores de Química

Todos os professores de química participantes desta pesquisa responderam a todas as perguntas do questionário. A primeira pergunta opinativa era sobre qual deveria ser o foco do ensino de ciências naturais. Em todos os segmentos, é bastante alto o percentual dos que defendem um equilíbrio entre a natureza da ciência e questões sociais relacionadas à ciência. A Tabela 4 abaixo mostra que o percentual dos que defendem esse equilíbrio é ligeiramente menor entre professores de química do ensino médio e estudantes de licenciatura em química, na comparação com o universo geral de entrevistados, mas ainda assim, bastante alto. E a defesa desse equilíbrio entre os graduados em química que não lecionam e entre os professores de química do ensino superior é consideravelmente maior que a do universo geral de entrevistados.

Os dados da Tabela 4, que veremos a seguir, mostram que a comunidade brasileira de ensino de ciências, como um todo, e os professores de química, em particular, encontram-se em um ponto intermediário dos extremos do que Roberts (2007) afirmou ser um conflito inerente ao ensino de ciências: de um lado, os que defendem o foco na natureza da ciência, seus processos e produtos e, de outro, os que defendem o foco em questões sociais com alguma relação com ciência e tecnologia que os estudantes provavelmente encontrarão ao longo de suas vidas. Os pontos extremos do conflito apontado por Roberts (2007) podem ser associados a dois dos oito

diferentes níveis de inserção de conteúdo CTS no ensino de ciências apontados por Aikenhead (1994), que vão desde a inserção mais branda até a mais radical, esta última legando os conteúdos canônicos da ciência a segundo plano. Santos (2008), por sua vez, fala em três níveis de ensino CTS: no primeiro, os conteúdos CTS são inseridos de maneira superficial; no segundo, temas socioambientais são escolhidos como ponto de partida para o ensino dos conteúdos científicos canônicos, e ambos, temas socioambientais e temas canônicos da ciência, têm o mesmo peso; no terceiro, as questões sociais relacionadas à ciência e à tecnologia ocupam lugar central no ensino e os conteúdos científicos canônicos são secundários.

**Tabela 4:** Qual deve ser o foco do ensino na opinião dos entrevistados

Foco do ensino	Universo geral de entrevistados <sup>4</sup>	Professores de química ES	Graduados em química que não lecionam	Professores de química EM <sup>5</sup>	Estudantes de licenciatura em química <sup>6</sup>
Tanto a natureza da ciência quanto questões sociais	73,3%	92,2%	80,0%	70,9%	70,8%
A natureza da ciência	10,6%	2,6%	5,0%	10,9%	
Questões sociais	8,5%	2,6%	10,0%	9,1%	12,5%
Maior na natureza da ciência	4,9%		5,0%	6,4%	4,2%
Maior em questões sociais	2,1%	2,6%		1,8%	4,2%

**Fonte:** Elaborada pelo autor.

A opinião equilibrada dos entrevistados como um todo e dos professores de química em particular mostra que para a comunidade brasileira de ensino de ciências, não se trata de coisas excludentes. Pelo contrário, na opinião dos entrevistados, natureza da ciência e questões sociais são complementares.

A segunda pergunta opinativa, sobre o que o ensino de ciências naturais deveria privilegiar, a formação de cientistas ou a formação para tomadas de decisão, apresenta diferenças significativas na segmentação dos dados pelo perfil dos entrevistados. Segundo Vásquez-Alonso *et al.* (2008, p. 43),

A educação científica é um dos contextos da atividade científica [...], que é desenvolvido em instituições sociais como escolas, institutos e universidades. As finalidades dessa educação mudaram, com o passar do tempo, de uma função quase exclusivamente orientada à preparação de futuros cientistas (finalidade propedêutica), para outra mais recente, que visa, além da geração de vocações científicas, [...] à

<sup>4</sup> No universo geral de entrevistados, 0,5% não souberam opinar.

<sup>5</sup> Entre os professores de química do ensino médio, 0,9% não souberam opinar.

<sup>6</sup> Entre os estudantes de licenciatura em química, 8,3% não souberam opinar.

compreensão pública da ciência ou popularização e à extensão da cultura científica e tecnológica para todas as pessoas.

No universo geral de entrevistados, embora o percentual seja menor que o da questão anterior, a maioria também defende um equilíbrio entre a formação de cientistas e a formação para tomadas de decisões. Já entre os professores de química, apenas no grupo que leciona do ensino médio, a maioria defende esse equilíbrio, como se vê na Tabela 5.

**Tabela 5:** O que o ensino deve privilegiar na opinião dos entrevistados

O ensino deve privilegiar	Universo geral de entrevistados <sup>7</sup>	Professores de química EM <sup>8</sup>	Estudantes de licenciatura em química <sup>9</sup>	Graduados em química que não lecionam	Professores de química ES
Tanto a formação de cientistas quanto a formação para tomadas de decisões	54,9%	57,3%	45,8%	45,0%	44,7%
A formação para tomadas de decisões	29,1%	30,9%	33,3%	45,0%	31,6%
Mais a formação para tomadas de decisões	14,4%	10,0%	16,7%	10,0%	23,7%

**Fonte:** Elaborada pelo autor.

Os dados da Tabela 5 mostram que metade dos estudantes de licenciatura em química consideram que o ensino de ciências naturais deve privilegiar a formação para tomadas de decisão ou deve privilegiar mais a formação para tomadas de decisão do que a formação de cientistas. Essa defesa da formação para tomadas de decisão se torna ainda maior entre graduados em química que não lecionam e entre professores de química do ensino superior.

Tanto Aikenhead (1994) quanto Roberts (2007) afirmam que o ensino de ciências deve ser pensado para atender a dois grupos: um, de futuros cientistas e engenheiros (a elite), que representa a minoria dos estudantes; outro, de cidadãos que precisam de empoderamento intelectual para participar de forma consciente em sua sociedade. Na verdade, tal empoderamento vale tanto para a maioria dos estudantes que não vai seguir carreira científica quanto para os que serão futuros cientistas. Para boa parte dos professores de química que participaram desta pesquisa de percepção sobre ensino de ciências, a questão do

<sup>7</sup> No universo geral de entrevistados, 0,8% consideram que o ensino de ciências deve privilegiar mais a formação de novos cientistas do que a formação para tomadas de decisões; 0,4% consideram que o ensino de ciências deve privilegiar a formação de novos cientistas; e 0,2% não souberam opinar.

<sup>8</sup> Entre os professores de química do ensino médio, 1,8% consideram que o ensino de ciências deve privilegiar mais a formação de novos cientistas do que a formação para tomadas de decisões.

<sup>9</sup> Entre os estudantes de licenciatura em química, 4,2% consideram que o ensino de ciências deve privilegiar a formação de novos cientistas.

empoderamento para participação consciente na sociedade é mais valorizada que a formação de novos cientistas.

É bastante alta, em todos os segmentos de entrevistados, a concordância com a seguinte afirmação: “As intervenções humanas na natureza através da ciência ou da tecnologia não são sempre benéficas e também não são sempre maléficas”. A Tabela 6 mostra que entre os estudantes de licenciatura em química, a concordância total é bem próxima à do universo geral de entrevistados. Entre os professores de química do ensino médio e os graduados em química que não lecionam, a concordância total é ligeiramente maior. E entre os professores de química do ensino superior, é ligeiramente menor, mas também bastante alta.

**Tabela 6:** Grau de concordância dos entrevistados com a seguinte afirmação: “As intervenções humanas na natureza através da ciência ou da tecnologia não são sempre benéficas e também não são sempre maléficas”

	Concordam totalmente	Concordam parcialmente
Professores de química EM	70,0%	25,5%
Graduados em química que não lecionam	70,0%	25,0%
Estudantes de licenciatura em química	66,7%	25,0%
Universo geral de entrevistados	65,3%	25,7%
Professores de química ES	60,5%	29,0%

**Fonte:** Elaborada pelo autor.

Sobre essa questão dos benefícios e malefícios do desenvolvimento científico e tecnológico, Vázquez-Alonso *et al.* (2008, p. 39) lembram que

A CeT contribuíram significativamente na configuração das atuais sociedades desenvolvidas, a partir das grandes estruturas de comunicações, transporte, energia, alimentação, sanidade e bem-estar social até os detalhes da vida doméstica e pessoal, tanto nos aspectos mais positivos quanto nos mais polêmicos ou negativos.

Na sequência do questionário, a concordância com a afirmação “As soluções da ciência ou da tecnologia para resolver um determinado problema podem, eventualmente, gerar outro tipo de problema” apresenta diferenças percentuais significativas. Apenas entre os professores de química do ensino médio, menos da metade concorda totalmente com essa afirmação. A concordância total entre graduados em química que não lecionam e entre professores de química do ensino superior é ligeiramente maior que a do universo geral de entrevistados e consideravelmente maior entre estudantes de licenciatura em química.

Como a maior diferença que se vê nessa questão da Tabela 7 é entre a opinião dos professores em formação e dos professores em exercício no ensino médio, talvez isso se reflita em uma mudança gradual, ao longo dos anos, com o amadurecimento da ideia de que não há uma ciência perfeita e infalível e que nem sempre é possível evitar efeitos colaterais indesejáveis. Um dos itens do questionário de Vázquez-Alonso *et al.* (2008, p. 39) que obteve consenso dos juízes quando à adequação da afirmação é a seguinte frase: “os cientistas se preocupam com os efeitos das suas descobertas, mas possivelmente não conhecem todos eles, em especial se ocorrerem a longo prazo”.

**Tabela 7:** Grau de concordância dos entrevistados com a seguinte afirmação: “As soluções da ciência ou da tecnologia para resolver um determinado problema podem, eventualmente, gerar outro tipo de problema”

	Concordam totalmente	Concordam parcialmente
Estudantes de licenciatura em química	62,5%	20,8%
Professores de química ES	57,9%	31,6%
Graduados em química que não lecionam	55,0%	15,0%
Universo geral de entrevistados	52,3%	36,9%
Professores de química EM	46,4%	40,9%

**Fonte:** Elaborada pelo autor.

Na questão seguinte, a afirmação “Para participar de um debate sobre questões envolvendo ciência e tecnologia, é preciso considerar os possíveis riscos e benefícios dos avanços científicos e tecnológicos” obteve o maior índice de concordância total. Apenas entre os professores de química do ensino superior, a concordância total ficou abaixo do universo geral de entrevistados, mas também é bastante alta (Tabela 8). Entre os graduados em química que não lecionam e os professores de química do ensino médio, a concordância total é ligeiramente maior que no universo geral de entrevistados. Já entre os estudantes de licenciatura em química, a concordância total é consideravelmente maior. O estímulo ao debate e a consideração de benefícios e riscos da ciência e da tecnologia são questões centrais para o ensino CTS, como apontam, entre outros, Santos e Schnetzler (1997).

**Tabela 8:** Grau de concordância dos entrevistados com a seguinte afirmação: “Para participar de um debate sobre questões envolvendo ciência e tecnologia, é preciso considerar os possíveis riscos e benefícios dos avanços científicos e tecnológicos”

	Concordam totalmente	Concordam parcialmente
Estudantes de licenciatura em química	79,2%	16,7%
Professores de química EM	75,5%	20,0%
Graduados em química que não lecionam	75,0%	20,0%
Universo geral de entrevistados	73,1%	20,5%
Professores de química ES	68,4%	23,7%

**Fonte:** Elaborada pelo autor.

Na sequência do questionário, foi apresentada aos entrevistados uma lista, em ordem aleatória, de cinco temas socioambientais e quatro temas do cânone da ciência, para que eles atribuíssem a relevância em uma escala de zero (0) a dez (10), conforme Tabela 9.

**Tabela 9:** Relevância média para temas do cânone da ciência e temas socioambientais na opinião dos entrevistados, em uma escala de zero (0) a dez (10)

Tema	Universo geral de entrevistados	Professores de química EM	Graduados em química que não lecionam	Estudantes de licenciatura em química	Professores de química ES
Biodiversidade, desmatamento e preservação ambiental	9,78	9,81	9,75	9,71	9,66

Efeito estufa, aquecimento global e mudanças climáticas	9,68	9,81	9,65	9,71	9,61
Vantagens e desvantagens das diversas fontes de geração de energia	9,67	9,78	9,55	9,42	9,63
Energia nuclear e os acidentes de Goiânia, Chernobyl e Fukushima	9,15	9,19	9,10	9,46	9,42
A Teoria da Evolução e as diferenças entre Lamarck, Darwin e Wallace	8,74	8,36	8,25	8,92	8,82
As três Leis de Newton sobre o comportamento estático e dinâmico dos corpos	8,74	8,64	8,25	8,88	8,79
Projeto Manhattan e as bombas atômicas de Hiroshima e Nagasaki	8,71	8,57	8,60	9,25	9,00
Funções orgânicas e inorgânicas e reações químicas	8,64	9,01	8,40	8,67	8,50
O Modelo Geocêntrico de Ptolomeu e o Modelo Heliocêntrico de Copérnico	8,41	7,95	7,95	8,63	8,26

**Fonte:** Elaborada pelo autor.

A Tabela 9 mostra que quatro temas socioambientais se destacam com altíssima relevância para os entrevistados em todos os segmentos. A relevância média, nos quatro grupos destacados aqui, ficou próxima da atribuída pelo universo geral de entrevistados em dois dos quatro temas do topo da lista: “Biodiversidade, desmatamento e preservação ambiental” e “Vantagens e desvantagens das diversas fontes de geração de energia”. Os professores de química do ensino médio atribuíram relevância média um pouco acima que a atribuída pelo universo geral de entrevistados para “Efeito estufa, aquecimento global e mudanças climáticas”. Os estudantes de licenciatura em química e os professores de química do ensino superior, por sua vez, atribuíram relevância média um pouco acima que a atribuída pelo universo geral de entrevistados para “Energia nuclear e os acidentes de Goiânia, Chernobyl e Fukushima”.

Entre os temas do cânone da ciência, “A Teoria da Evolução e as diferenças entre Lamarck, Darwin e Wallace” e “As três Leis de Newton sobre o comportamento estático e dinâmico dos corpos” tiveram relevância média entre 8,0 e 9,0 em todos os segmentos. Embora esteja abaixo da relevância média atribuída aos temas socioambientais acima, também é consideravelmente alta.

Um único tema do cânone da ciência, “O Modelo Geocêntrico de Ptolomeu e o Modelo Heliocêntrico de Copérnico”, teve relevância média abaixo de 8,0 em dois segmentos: entre os professores de química do ensino médio e entre graduados em química que não lecionam.

Os professores de química do ensino médio foram o único grupo que atribuiu relevância média acima de 9,0 para um tema do cânone da ciência: “Funções orgânicas e inorgânicas e reações químicas”. Essa valorização pode estar associada ao que se cobra em exames de acesso ao ensino superior, os quais, inevitavelmente pautam as prioridades dos professores de ensino médio. O tema “Projeto Manhattan e as bombas atômicas de Hiroshima e Nagasaki” também obteve relevância média acima de 9,0 em dois grupos: os estudantes de licenciatura em química e os professores de química do ensino superior.

## Considerações Finais

Os dados desta pesquisa mostram que, embora não seja possível afirmar o quanto sejam efetivamente aplicados no ensino, os pressupostos da Educação CTS encontram consonância com a opinião de professores de química em formação e em exercício, como ilustra, por exemplo, o alto índice de concordância, nesse grupo, de que é preciso considerar os benefícios e riscos dos avanços científicos e tecnológicos para participar de um debate sobre ciência e tecnologia. Outro ponto importante revelado nesta pesquisa é a força que os temas socioambientais têm para professores de química em formação e em exercício, o que não significa relegar a segundo plano os temas do cânone da ciência, mas sim que temas socioambientais possibilitam a contextualização do conhecimento científico canônico e a abordagem interdisciplinar que inclua questões sociais, políticas, econômicas e ambientais.

Um dado que diferencia a opinião de professores de química, na comparação com o universo geral de entrevistados, é que metade dos estudantes de licenciatura em química e a maioria dos professores de química do ensino superior consideram que o ensino deve privilegiar a formação para tomadas de decisão ou deve privilegiar mais a formação para tomadas de decisão do que a formação de novos cientistas. Isso não significa que, na opinião dos professores de química, o ensino de ciências deva negligenciar a formação de cientistas, mas que, sendo voltado tanto para uma minoria de futuros cientistas quanto para uma maioria que não vai seguir carreira científica, torne central o empoderamento dos estudantes para participação consciente na sociedade.

## Referências

Acevedo Díaz, José Antônio, Vázquez Alonso, Ángel, Acevedo Romero, Pilar, & Manassero Mas, Maria Antônia. (2002). Sobre las actitudes y creencias CTS del profesorado de primaria, secundaria y universidad. *Tarbiya: Revista de investigación e innovación educativa*, 30, 5-27.

Aikenhead, Glen S. & Ryan, Alan G. (1992). The development of a new instrument: “Views on Science-Technology-Society” (VOSTS). *Science Education*, 76(5), 477-491.

Aikenhead, Glen. What is STS Science Teaching? (1994). In: Solomon, Joan & Aikenhead, Glen. (Eds.) *STS Education: international perspectives on reform*. New York: Teachers College Press, 47-65.

Bouzon, Júlia D., Brandão, Juliana B., Santos, Taís C. & Crispino, Álvaro (2018). O Ensino de Química no Ensino CTS Brasileiro: Uma Revisão Bibliográfica de Publicações em Periódicos. *Química Nova na Escola*, 40(3), 214-225.

Brasil. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde (2016). Resolução nº 510. Brasília: CNS.

Brasil. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (2021a). *Censo da educação básica 2020: resumo técnico*. Brasília: Inep.

- Brasil. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (2021b). *Resumo técnico do Censo da educação superior 2019*. Brasília: Inep.
- Carvalho, Maria Regina V. (2018). *Perfil do professor da educação básica*. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira.
- Comegno, Leonora M. A., Kuwabara, Izaura H. & Guimarães, Orliney M. (2008). Contribuição do enfoque CTS para os conteúdos escolares de química. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, Curitiba, 15.
- Franco, Ana Leonor S. J. (2006). *Diagnóstico das condições de formação dos professores e do ensino de química no município de Barretos*. Dissertação (Mestrado em Química). Universidade Federal de São Carlos, 187f.
- Mascio, Carlos César (2009). *Exame Nacional do Ensino Médio (Enem): articulações entre a educação ciência, tecnologia e sociedade e a proposta nacional para o ensino de química*. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal de São Carlos, 100f.
- Meneses, Natália Moura. (2017). *Aplicação e validação de uma sequência didática sobre poluição das águas com base na abordagem CTS em uma turma do ensino médio de química*. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química). Universidade Federal de Pernambuco, 50f.
- Nakamura, Thays M. (2022). *Uma análise do perfil dos professores de química do estado de São Paulo*. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química). Universidade Estadual Paulista (Unesp), 36f.
- Quadros, Ana Luiza, Botelho, Maria Luiza S. T. & Rodrigues, Victor Augusto B. (2016). A imersão de professores em formação em química em aulas temáticas: compartilhando experiências. *Indagatio Didactica*, 8(1), 599-609.
- Ribeiro, Daniel C. A., Passos, Camila G., & Salgado, Tania D. M. (2021). A temática ambiental Agrotóxicos no Ensino de Ciências da Educação Básica: uma revisão bibliográfica. *Revista da Sociedade Brasileira de Ensino de Química*, 2(1), 1-24.
- Roberts, Douglas (2007). Scientific Literacy/Science Literacy. In: Abell, Sandra K. & Lederman, Norman G. (Eds.), *Handbook of Research on Science Education*. London: Routledge, 729-780.
- Rodrigues, Clarissa (2010). *Abordagem CTS e possibilidades de letramento científico no projeto Água em Foco: tipos textuais e linguagem científica*. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 99f.
- Rodrigues, Victor Augusto B., Felix, Matheus Augusto C., & Quadros, Ana Luiza (2017). Aprendizagem de conceitos científicos no ensino de ciências com abordagem CTS. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis, 11.
- Santos, Wildson Luiz P. (2002). *Aspectos sócio-científicos em aulas de química*. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 336f.
- Santos, Wildson Luiz P. (2008) Educação científica humanística em uma perspectiva freireana: resgatando a função do ensino CTS. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, Florianópolis, 1(1), 109-131, 2008.
- Santos, Wildson Luiz P., & Mortimer, Eduardo F. (2002). Uma análise dos pressupostos teóricos da abordagem CTS no contexto da educação brasileira. *Ensaio Pesquisa em Educação*, 2(2), 1-23.
- Santos, Wildson Luiz P., & Schnetzler, Roseli. P. (1997). *Educação em química: compromisso com a cidadania*. Ijuí: Unijuí.

Silvia, Luciana C. M. (2009). *A radioatividade como tema em uma perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade com foco em história e filosofia da ciência*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Universidade de Brasília (UnB), 234f.

Sousa, Barbara L. S., Bezerra, Cicero W. B., Silva, Jackson R. S., Catanhede, Severina C. S., & Catanhede, Leonardo B. (2019). Cenário das publicações CTS/CTSA no ensino de química: revisão bibliográfica de publicações no portal de periódicos da CAPES/CAFÉ. *Brazilian Journal of Development*, 5(11), 27267-27283.

Souza, Rosilene V. (2017). *Professores de química que também lecionam física: um estudo comparativo sobre a prática pedagógica*. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 207f.

Vásquez-Alonso, Ángel, Manassero-Mas, Maria Antonia, Acevedo-Díaz, José Antonio, & Acevedo-Romero, Pilar (2008). Consensos sobre a natureza da ciência: a ciência e a tecnologia na sociedade. *Química Nova na Escola*, 27, 34-50

Zanotto, Ricardo Luiz (2015). *Saberes populares: recurso para o ensino de conceitos químicos num enfoque CTS*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 181f.