

Como aparecem as relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente nas questões de ciências da natureza dos vestibulares das universidades estaduais paulistas?

How do the relationships between Science, Technology, Society and Environment appear in the natural science questions of São Paulo state universities entrance exams?

¿Cómo aparecen las relaciones entre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Medio Ambiente en las preguntas de ciencias naturales de los exámenes de ingreso a las universidades estatales de São Paulo?

Rodrigo Bastos Cunha (rbcunha@unicamp.br)
Universidade Estadual de Campinas, Brasil
<https://orcid.org/0000-0003-3679-1062>

Resumo

Os estudos sobre as relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente se consolidaram no Brasil, com vasta produção em pós-graduações e em congressos especializados em ensino de ciências da natureza. Porém, pesquisas recentes apontam entraves para sua efetivação na educação básica, devido a lacunas na formação inicial de professores e ao dilema que persiste na educação básica entre formar o cidadão ou preparar o estudante para o vestibular. O objetivo deste estudo é verificar a presença de relações CTSA em questões de biologia, física e química da primeira fase dos vestibulares da Fuvest, Unesp e Unicamp de 2019 a 2023. A metodologia usada é a Análise Textual Discursiva e as categorias classificam as questões de acordo com a presença das relações CTSA: nula, superficial, equilibrada em relação ao conteúdo científico e foco nas relações CTSA com conteúdo científico secundário. Os resultados mostram que há um predomínio, nos três vestibulares, de presença apenas superficial e ilustrativa das relações CTSA. As questões de física são as que apresentam menos equilíbrio entre conteúdo científico e relações CTSA. Esse equilíbrio tem sido crescente ao longo dos anos nas questões de química do vestibular da Unicamp.

Palavras-chave: Educação CTSA; Vestibulares; Ensino de ciências da natureza.

Abstract

Studies on the relationships between Science, Technology, Society and Environment have been consolidated in Brazil, with vast production in postgraduate courses and in congresses specialized in teaching natural sciences. However, recent research points to obstacles to its implementation in basic education, due to gaps in initial teacher training and the dilemma that persists in basic education between training citizens or preparing students for the university entrance exam. The objective of this study is to verify the presence of STSE relationships in biology, physics and chemistry questions in the first phase of the Fuvest, Unesp and Unicamp entrance exams from 2019 to 2023. The

methodology used is Discursive Textual Analysis and the categories classify the questions according to the presence of STSE relationships: null, superficial, balanced in relation to scientific content and focus on STSE relationships with secondary scientific content. The results show that there is a predominance, in the three entrance exams, of only superficial and illustrative presence of STSE relationships. Physics questions are those that present the least balance between scientific content and STSE relationships. This balance has been increasing over the years in the chemistry questions of the Unicamp entrance exam.

Keywords: STSE Education; Entrance exams; Teaching natural sciences.

Resumen

Los estudios sobre las relaciones entre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Medio Ambiente se consolidaron en Brasil, con amplia producción en cursos de posgrado y en congresos especializados en la enseñanza de las ciencias naturales. Sin embargo, investigaciones recientes señalan obstáculos para su implementación en la educación básica, debido a vacíos en la formación inicial docente y al dilema que persiste en la educación básica entre formar ciudadanos o preparar a los estudiantes para el examen de ingreso a la universidad. El objetivo de este estudio es verificar la presencia de relaciones CTSA en preguntas de biología, física y química en la primera fase de los exámenes de ingreso de la Fuvest, la Unesp y la Unicamp de 2019 a 2023. La metodología utilizada es el Análisis Textual Discursivo y las categorías clasifican las preguntas según la presencia de relaciones CTSA: nulas, superficiales, equilibradas en relación al contenido científico y enfocadas a relaciones CTSA con contenido científico secundario. Los resultados muestran que hay un predominio, en los tres exámenes de ingreso, de presencia sólo superficial e ilustrativa de relaciones CTSA. Las preguntas de física son las que presentan menor equilibrio entre el contenido científico y las relaciones CTSA. Este equilibrio viene aumentando a lo largo de los años en las preguntas de química del examen de ingreso a la Unicamp.

Palabras-clave: Educación CTSA; Exámenes de ingreso; Enseñanza de ciencias naturales.

INTRODUÇÃO

Ao longo dos séculos, as descobertas científicas e os avanços tecnológicos têm sido associados ao progresso industrial, ao desenvolvimento econômico das nações e ao bem-estar de suas respectivas populações. A filosofia positivista, a partir do século XIX, sintetizaria essa ideia em uma equação simples: quanto mais ciência, mais tecnologia; quanto mais tecnologia, mais prosperidade econômica; quanto mais prosperidade econômica, mais bem-estar social. As críticas ao positivismo nos campos da filosofia, da sociologia e da história, ainda no século XIX, já apontavam que o bem-estar social, nessa equação linear de progresso, era usufruído de maneira desigual. Os questionamentos à

visão positivista da ciência se aprofundariam cada vez mais no decorrer do século XX. No campo da educação científica, um exemplo de trabalho que faz críticas ao positivismo e à neutralidade científica é a tese de doutorado de Décio Auler (2002).

A ideia da neutralidade da ciência e da atuação desinteressada do cientista, trabalhando sempre em benefício da humanidade, foi colocada em xeque com a produção de armas químicas na Primeira Guerra Mundial e com a participação de cientistas como os físicos Robert Oppenheimer, Enrico Fermi e Niels Bohr no Projeto Manhattan, criado para produzir a bomba atômica na Segunda Guerra Mundial. O progresso industrial impulsionado pelos avanços científicos e tecnológicos, por sua vez, já não era visto apenas como benéfico para a sociedade, por gerar poluição do ar e das águas.

Na década de 1960, surge o Movimento CTS, com estudos sobre as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade nos campos da sociologia, da história e da filosofia. Na Europa, os estudos buscavam contextualizar os fatores sociais, econômicos e históricos ligados às novidades científicas e tecnológicas de cada período. Nos Estados Unidos, a mobilização política dos movimentos sociais direcionou as pesquisas acadêmicas para a discussão dos impactos sociais e ambientais do desenvolvimento científico e tecnológico. Embora a sigla CTS continue sendo usada até hoje, o agravamento das questões ambientais levou grupos de pesquisa a incorporarem o Ambiente à tríade, explicitando que os estudos envolvem as relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.

Esse movimento com origem nas ciências sociais gerou impacto no campo do ensino de ciências e impulsionou o que hoje se denomina como Educação CTSA. De acordo com Schnetzler (2002), desde a década de 1970, há a defesa de uma educação científica voltada para a formação dos estudantes para participar como cidadãos na sociedade, através de tomadas de decisões baseadas na discussão dos impactos econômicos, sociais, políticos e ambientais do desenvolvimento científico e tecnológico e dos benefícios e dos riscos dos avanços em ciência e tecnologia. Segundo Santos (2007), porém, as primeiras propostas de ensino com esse tipo de abordagem só aparecem de fato nas pesquisas de pós-graduação na década de 1990.

Os estudos acadêmicos nessa linha influenciaram as políticas educacionais e levaram à inclusão das relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente entre

as diretrizes para a educação científica previstas nos Parâmetros Curriculares Nacionais, na primeira década do século XXI e, mais recentemente, na Base Nacional Comum Curricular. No entanto, Pacheco, Megid Neto e Curado (1996) já sinalizavam um dilema para o professor da educação básica que persiste até hoje: os documentos oficiais colocam como meta a formação para a cidadania, que convive, na sala de aula, com outra meta quase sempre antagônica àquela, a preparação para o vestibular.

Pesquisas recentes mostram que apesar de a Educação CTSA estar consolidada nos programas de pós-graduação em ensino de ciências da natureza (Miranda, 2012; Polanczky, 2019; Silva; Robaina, 2020) e nos congressos especializados em ensino de ciências, biologia, física e química (Polanczky, 2019; Macedo, 2023; Cunha, 2023a), sua entrada na educação básica ainda encontra barreiras, como lacunas na formação inicial de professores (Domiciano; Lorenzetti, 2019; Roehrig; MacLeod, 2020; Egevardt; Lorenzetti; Hussein; Lambach, 2021; Cunha, 2023b) e a priorização que se dá, no ensino médio, na preparação para as provas de acesso ao ensino superior, tanto os vestibulares quanto o Exame Nacional do Ensino Médio (Miranda *et al*, 2011; Andrade; Souza, 2018; Sodré Neto; Medeiros, 2018; Souza; Brito, 2018; Krupczak; Ferrarini; Aires, 2019; Cunha, 2021).

Essa constatação evidencia a importância que teria a presença de relações CTSA em questões de ciências da natureza de provas de acesso ao ensino superior. A incorporação das relações CTSA nos enunciados das questões dos processos seletivos teria impacto significativo nas aulas do ensino médio e na promoção de debates, em sala de aula, sobre questões sociais e ambientais associadas ao conteúdo científico. Esta pesquisa, portanto, tem como objetivo investigar a presença de relações CTSA nas questões de biologia, física e química dos vestibulares da Fuvest, da Unesp e da Unicamp.

METODOLOGIA

Este é um estudo do tipo documental, cujo *corpus* são as questões de ciências da natureza das provas de conhecimentos gerais da primeira fase da Fuvest, da Unesp e da Unicamp, entre 2019 e 2023. As três universidades estaduais paulistas foram escolhidas devido ao seu protagonismo em ensino e pesquisa e à grande procura de estudantes

secundaristas interessados em ingressar nessas instituições. Relatório do Grupo Web of Science (2019) coloca essas três universidades no topo da lista das instituições com maior produção científica entre 2013 e 2018. As provas de acesso às universidades estaduais paulistas têm grande relevância tanto no contexto educacional do estado quanto do país, com presença constante em materiais didáticos e em aulas do ensino médio. O período de recorte permite verificar se há alguma tendência de mudança ao longo dos anos.

A Análise Textual Discursiva é a metodologia usada neste estudo. Moraes (2003) observa que a matéria-prima da análise textual são produções textuais em um sentido mais amplo, que inclui imagens, como é o caso de provas de vestibulares que serão analisadas. A leitura dos textos, na análise textual, de acordo com Moraes (2003), parte de um conjunto de pressupostos. O ponto de partida da análise, portanto, serão pressupostos da Educação CTS – atualmente também denominada Educação CTSA – apresentados por Santos e Mortimer (2000) e por Auler (2007).

Segundo Moraes (2003), na análise textual, as categorias podem emergir ao longo do estudo ou serem definidas *a priori*. Para dialogar com estudos anteriores com propósitos semelhantes, optamos por definir categorias *a priori*, adaptando as usadas por Sousa e Brito (2018) em sua pesquisa sobre a presença de enfoque CTS em questões de química no Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) entre 2009 e 2015. As questões com alguma presença de enfoque CTS, naquele estudo, foram agrupadas em três categorias: “CTS incorporado casualmente como elemento motivador”, “Itens de química incorporados ao enfoque CTS” e “Alusão ao conteúdo de química no conteúdo CTS”.

O fato de Sousa e Brito (2018) terem constatado que, entre as 156 questões analisadas, 72 não tinham presença de enfoque CTS, no entanto, evidencia uma quarta categoria que poderia ter sido definida por eles, a de “Conteúdo de química sem incorporação de enfoque CTS”. Iremos usar no presente estudo das provas de vestibular da Fuvest, da Unesp e da Unicamp, portanto, quatro categorias definidas *a priori*. Porém, além da inclusão de uma quarta categoria, iremos renomear as outras três definidas por Sousa e Brito (2018), com base em três níveis de inserção do enfoque CTSA em programas educacionais. De acordo com Nascimento e Linsingen (2006) e Santos (2012), o enfoque CTSA pode ser apenas superficial, com foco no conteúdo científico; pode haver

um equilíbrio entre conteúdo científico e enfoque CTSA; e pode haver foco no enfoque CTSA, com o conteúdo científico aparecendo de maneira secundária.

A análise das questões de biologia, física e química das provas de primeira fase dos vestibulares da Fuvest, da Unesp e da Unicamp, entre 2019 e 2023, será feita a partir das seguintes categorias definidas *a priori*:

- Questões com foco no conteúdo científico sem menção a relações CTSA.

Exemplos: uma questão de biologia com foco em morfologia de planta, sem menção a ações antrópicas que ameaçam a espécie ou a possíveis usos de princípio ativo extraído dessa planta na indústria de cosméticos ou de medicamentos; uma questão de física com foco em esferas hipotéticas ou experimentos de laboratório, sem menção a possíveis usos do conhecimento envolvido; uma questão de química com foco na estrutura molecular de uma substância, sem menção à forma de obtenção dessa substância ou a possíveis riscos envolvidos em seu uso.

- Questões com foco no conteúdo científico e mera menção a relações CTSA como elemento motivador

Exemplos: uma questão de biologia que menciona um avanço científico com impacto em saúde pública, mas tem foco em aspectos técnicos que levaram a esse avanço; uma questão de física que usa uma prática esportiva para ilustrar a mecânica clássica, mas o foco é a resolução de uma equação; uma questão de química que aborda a separação de derivados de petróleo usados industrialmente e não faz menção aos impactos da queima de combustíveis fósseis.

- Questões com equilíbrio entre conteúdo científico e relações CTSA

Exemplos: uma questão de biologia que trata de vantagens e desvantagens de uma prática econômica como o agronegócio e o impacto do desmatamento para ampliação de áreas de pastagem; uma questão de física que aborde comparativamente fontes alternativas para geração de energia e fontes poluentes; uma questão de química que trate de impactos da produção industrial no ambiente e de políticas públicas voltadas para regulação no setor.

- Questões com foco em relações CTSA e mera menção ao conteúdo científico

Exemplos: questões de biologia, física e química que não apenas mencionem relações CTSA em seu enunciado, mas cuja resolução não depende do conteúdo científico envolvido e o foco é exclusivamente em tomadas de decisão sobre questões relacionadas a esse conteúdo científico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas provas de conhecimentos gerais da primeira fase dos vestibulares de 2019 a 2023 da Fuvest, da Unesp e da Unicamp, havia um total de 418 questões de ciências da natureza. Nenhuma dessas questões de biologia, física e química nesse período tinha foco nas relações CTSA e mera menção ao conteúdo científico. Trata-se de um resultado diferente do encontrado no estudo de Souza e Brito (2018) sobre a presença de abordagem CTSA em questões de química no Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) entre 2009 e 2015: de acordo com eles, de um total de 156 questões, 11 faziam somente alusão ao conteúdo de química de maneira secundária e o foco das questões, na visão desses autores, estava no conteúdo CTSA.

Considerando-se as outras três categorias definidas *a priori*, a maioria das 418 questões de ciências da natureza dos três vestibulares (51,3%) tinha foco no conteúdo científico e as relações CTSA apareciam apenas como elemento motivador. Embora a presença de relações CTSA apenas como elemento motivador não envolva, para resolução das questões, a mobilização de conhecimentos que se pode usar em tomadas de decisão, o fato de aparecerem em enunciados de vestibulares importantes pode motivar debates em sala de aula, no ensino médio, envolvendo temas socioambientais ligados ao conteúdo científico tratado em cada questão. Em estudo sobre a presença de relações CTSA nas questões de química do vestibular da Universidade Federal do Paraná (UFPR) entre 2009 e 2018, Krupczak, Ferrarini e Aires (2019) apontam que menos da metade das questões tinha a presença de relações CTSA como elemento motivador na maioria dos anos envolvidos na análise.

A segunda categoria mais representativa nas questões de ciências da natureza dos vestibulares da Fuvest, da Unesp e da Unicamp, entre 2019 e 2023, é a de questões com foco no conteúdo científico e nenhuma menção a relações CTSA, que somam 35,4% do

total. Na comparação com outro estudo sobre presença de relações CTSA não apenas em questões de química, como os mencionados acima, mas em todas as questões de ciências da natureza do Enem de 2009, Miranda *et al* (2011) afirmam que 45% do total de questões não tinha a presença de relações CTSA nem mesmo como elemento motivador. O estudo de Souza e Brito (2018), que se concentra em questões de química no Enem, no período entre 2009 e 2015, encontrou 72 questões sem presença de relações CTSA, de um total de 156, o que dá cerca de 46%.

Na terceira categoria restante, entre as definidas *a priori* para classificar as provas dos vestibulares da Fuvest, da Unesp e da Unicamp, a de questões com equilíbrio entre conteúdo científico e relações CTSA, foram classificadas 13,3% do total de questões. O estudo de Krupczak, Ferrarini e Aires (2019) sobre a presença de relações CTSA em questões de química do vestibular da UFPR, desmembrou as possíveis relações entre os quatro componentes da sigla, o que resultou em 16,22% de questões envolvendo relação entre Ciência e Sociedade, 13,51% envolvendo relação entre Tecnologia e Sociedade, 10,81% envolvendo relação entre Sociedade e Ambiente, 2,7% envolvendo relação entre Tecnologia e Ambiente e 2,7% envolvendo relação entre Ciência, Sociedade e Ambiente nas provas de primeira fase. Na segunda fase do vestibular da UFPR, as questões envolvendo apenas Ciência, apenas Tecnologia ou a relação entre Ciência e Tecnologia representam 62,78% do total.

A Tabela 1, com o recorte dos dados por disciplina nos vestibulares da Fuvest, da Unesp e da Unicamp, mostra que as questões de física são as que apresentam menos equilíbrio entre conteúdo científico e relações CTSA, na distribuição percentual entre as categorias definidas *a priori*.

Tabela 1 – Percentual das questões nas categorias, de acordo com disciplina.

	Biologia	Física	Química
CTSA como elemento motivador	42%	55%	57%
Sem CTSA e foco no conteúdo científico	40%	40%	26%
Equilíbrio entre CTSA e conteúdo científico	18%	5%	17%

Fonte: Elaborado pelo autor.

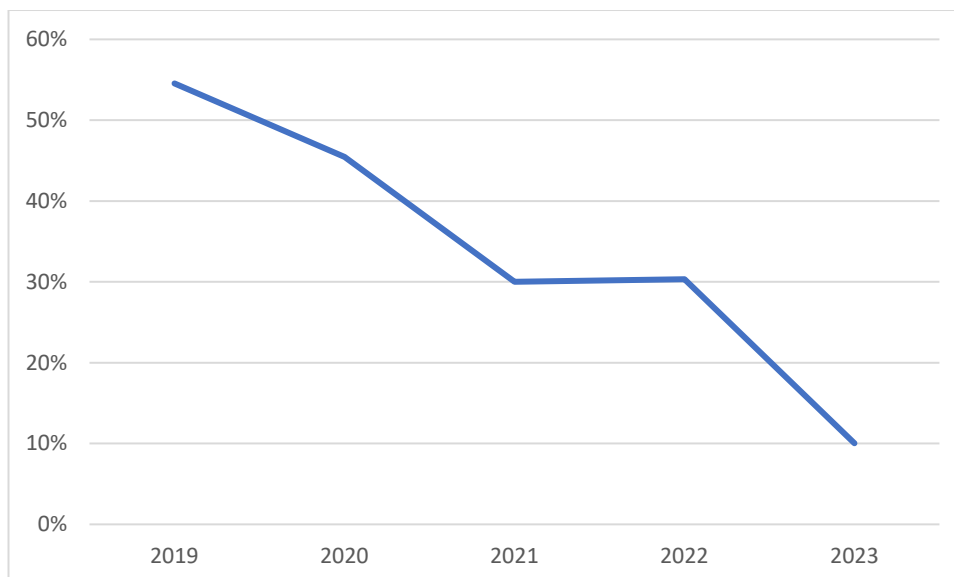
No recorte dos dados por vestibular, a Tabela 2 mostra que as provas da Unesp são as que apresentam menos equilíbrio entre conteúdo científico e relações CTSA, na distribuição percentual entre as categorias definidas *a priori*.

Tabela 2 – Percentual das questões nas categorias, de acordo com o vestibular.

	Fuvest	Unesp	Unicamp
CTSA como elemento motivador	43%	53%	58%
Sem CTSA e foco no conteúdo científico	40%	41,5%	24,5%
Equilíbrio entre CTSA e conteúdo científico	17%	5,5%	17,5%

Fonte: Elaborado pelo autor.

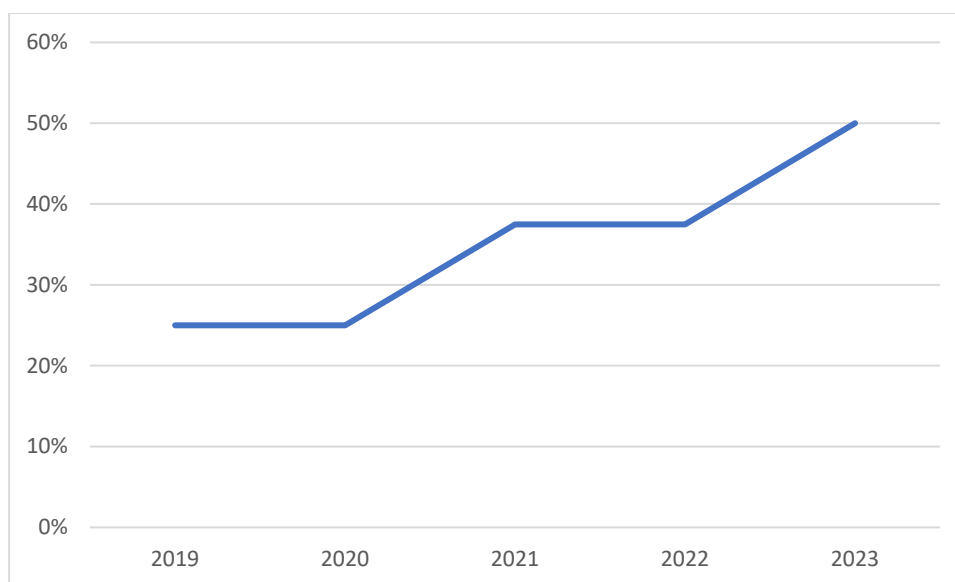
Na análise de mudanças ao longo do tempo, é possível apontar tendências nas questões de química tanto no vestibular da Fuvest quanto no da Unicamp. O Gráfico 1 mostra que na Fuvest, o percentual das questões de química com foco no conteúdo científico e sem relações CTSA vem caindo consideravelmente ao longo do período.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 1 – Percentual das questões de química da Fuvest, ano a ano, na categoria de foco no conteúdo científico e sem CTSA.

Já no vestibular da Unicamp, o percentual das questões de química com equilíbrio entre conteúdo científico e relações CTSA vem aumentando ao longo do período, como mostra o Gráfico 2.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 2 – Percentual das questões de química da Unicamp, ano a ano, na categoria de equilíbrio entre conteúdo científico e CTSA.

No site da Comissão Permanente para os Vestibulares da Unicamp (Comvest), as bancas elaboradoras disponibilizam as provas resolvidas e comentadas. Na prova da primeira fase de 2020, por exemplo, a banca elaboradora das questões de química menciona, em seus comentários, a abordagem CTSA. Na resolução da questão 56, cujo tema é consumo de energia, a banca comenta que o conteúdo científico é contextualizado de acordo com a abordagem CTSA, pois mobiliza conhecimentos que envolvem escolhas do cidadão, ao comparar o consumo de energia de dois equipamentos distintos.

Até mesmo quando não inclui relações CTSA na questão, a banca elaboradora das questões de química da Unicamp expressa essa ausência em seu comentário. Na questão 49 dessa mesma prova da primeira fase de 2020, que trata de um balão com gás hélio usado em festa, a banca reconhece que não há abordagem CTSA e diz que o objetivo da questão é explorar um conceito de química, ou seja, o foco é o conteúdo científico.

A seguir, serão apresentados exemplos de questões dos três vestibulares em cada uma das categorias definidas *a priori*.

QUESTÕES COM FOCO NO CONTEÚDO CIENTÍFICO E NENHUMA MENÇÃO A RELAÇÕES CTSA

Algumas questões de vestibular abordam temas com potencial para proposição de debates em sala de aula sobre problemas socioambientais da atualidade, mas sua formulação não explora esse potencial e se concentra apenas no conteúdo científico. Um exemplo pode ser apontado na prova de conhecimentos gerais da primeira fase do vestibular da Fuvest 2021. A questão 30 dessa prova trata do desenvolvimento de organismos marinhos impactado pelo aumento de gás carbônico na atmosfera. O enunciado da questão não menciona atividades humanas relacionadas ao aumento de gás carbônico na atmosfera, como a queima de combustíveis fósseis envolvida no uso de carvão mineral em indústrias ou no uso de derivados do petróleo em transportes rodoviários, marítimos e aéreos. O foco da questão está na interação do gás carbônico com a água do mar e nas reações químicas envolvidas nessa interação.

Na prova de conhecimentos gerais da primeira fase do vestibular da Unesp 2019, outro tema importante da atualidade, as fontes alternativas de energia, deixa de ser explorado em uma questão com foco apenas no conteúdo científico. O enunciado da questão 74 diz que a energia emitida pelo Sol resulta de diferentes fusões nucleares. Em seguida, apresenta algumas reações nucleares que acontecem no astro. O conhecimento esperado para resolver a questão é que todas as reações apresentadas são endotérmicas e que a energia enviada para o espaço a cada segundo pode ser estimada pela equação $E=mc^2$. Uma prova de primeira fase de vestibular é voltada não apenas para futuros cientistas, mas a estudantes que aspiram o ingresso em diversas áreas do conhecimento. A questão poderia incentivar debates em sala de aula e o empoderamento dos estudantes para tomadas de decisão tanto como consumidores quanto no apoio ou não a determinadas políticas públicas (Aikenhead, 1994). Poderia, por exemplo, apresentar, em seu enunciado, a energia solar como uma fonte alternativa a outras que compõem a nossa matriz energética e abordar suas vantagens e desvantagens, seus custos e benefícios.

Uma questão da prova de conhecimentos gerais da primeira fase do vestibular da Unicamp 2023 ilustra bem o tipo de enunciado com foco no conhecimento científico e nenhuma menção a questões sociais, ambientais ou políticas relacionadas a esse conhecimento. A questão 36 apresenta dois gráficos que representam o esquema de um refratômetro, usado para calcular o índice de refração de um líquido atravessado por raios luminosos. O conhecimento esperado nessa questão não será usado, ao longo da vida, por nenhum estudante que não tenha escolhido ser um futuro cientista ou engenheiro. A banca elaboradora sequer associou esse conhecimento ao uso que se faz desse equipamento em processos de controle de qualidade na indústria de alimentos e de bebidas. Esse tipo de associação não envolve tomadas de decisão, mas estabelece relação entre o conhecimento científico e a sociedade. Essa é uma das possibilidades de presença de relações CTSA como elemento motivador que veremos a seguir em alguns exemplos.

QUESTÕES COM FOCO NO CONTEÚDO CIENTÍFICO E PRESENÇA DE RELAÇÕES CTSA COMO ELEMENTO MOTIVADOR

É muito comum encontrar, em questões de ciências da natureza de provas de vestibular, exemplos de situações do cotidiano para contextualizar o conteúdo científico. Porém, essas situações cotidianas podem aparecer de maneira apenas ilustrativa, quando a questão não requer a mobilização de conhecimentos que envolvam tomadas de decisão em temas sociais ou ambientais relacionados ao conhecimento científico abordado ou sequer menciona algum tema socioambiental em seu enunciado. Santos e Mortimer, ao apresentarem os pressupostos da abordagem CTSA, afirmam ser limitado apenas

nomear cientificamente as diferentes espécies de animais e vegetais, os produtos químicos de uso diário e os processos físicos envolvidos no funcionamento dos aparelhos eletroeletrônicos. Um ensino que contemple apenas aspectos dessa natureza seria, a nosso ver, puramente enciclopédico, favorecendo uma cultura de almanaque. Essa seria uma forma de “dourar a pílula”, ou seja, de introduzir alguma aplicação apenas para disfarçar a abstração excessiva de um ensino puramente conceitual, deixando, à margem, os reais problemas sociais (Santos; Mortimer, 2000, p. 117).

Um exemplo desse uso de situação cotidiana meramente ilustrativa aparece na prova da primeira fase do vestibular da Fuvest 2019. Para abordar a mecânica clássica, a banca elaboradora opta por introduzir o enunciado da questão 17 mencionando algo

comum no cotidiano de adolescentes, a prática de skate. Pede-se o cálculo da velocidade de um jovem que corre horizontalmente em uma pista, pula em cima de um skate que estava em repouso, desliza na direção de uma rampa e sobe até uma certa altura. Pensando em possíveis relações entre os componentes da sigla CTSA, no enunciado dessa questão, há uma relação entre um conhecimento científico da mecânica clássica e uma prática esportiva da sociedade, a qual aparece apenas de maneira ilustrativa, como elemento motivador. Como o ensino de ciências da natureza na educação básica é voltado para uma minoria de futuros cientistas e engenheiros e uma maioria que precisa ser empoderada para tomadas de decisões sobre temas impactados pela ciência e pela tecnologia (Aikenhead, 1994), essa escolha da banca elaboradora pela prática de skate reflete uma visão de educação científica voltada apenas para a formação de futuros cientistas e não tem potencial para promoção de debates sobre temas sociais em sala de aula. Ao andar cotidianamente de skate, nenhum jovem realiza o cálculo solicitado na questão.

Na prova da primeira fase do vestibular da Unesp 2023, a questão 63 apresenta, no começo do enunciado, um tema com potencial para abordagem de relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, mencionando a dedicação de cientistas do Instituto Butantan à pesquisa para se chegar a uma vacina contra a Covid-19. Porém, essa menção aparece de maneira apenas ilustrativa. A continuação do enunciado explica a técnica que se usou para produzir a vacina. O texto do enunciado da questão é acompanhado por uma ilustração da estrutura interna de um ovo de galinha utilizado na produção. O conhecimento técnico cobrado na questão, para os que não serão futuros cientistas, é do tipo enciclopédico, e não envolve tomadas de decisões dos estudantes. Poderia haver uma exploração maior do potencial desse tema, como o estímulo ao debate sobre as consequências de movimentos antivacina, por exemplo, ou sobre a importância de políticas públicas para financiar pesquisas.

A banca elaboradora das questões de química da prova da primeira fase da Unicamp 2019, ao comentar a questão 83, aborda um tema com potencial para gerar debate em sala de aula no ensino médio, o risco envolvido no uso de substâncias e de suplementos alimentares para aumentar o rendimento tanto de atletas profissionais quanto amadores. No entanto, a questão 83 aborda apenas o risco de ingerir em excesso uma substância

presente no cotidiano das pessoas, a cafeína, e seu enunciado não estabelece nenhuma relação entre esse exemplo do consumo de café com o risco de atletas profissionais e amadores ingerirem em excesso algum tipo de substância para melhorar sua performance. Essa relação é estabelecida apenas na prova comentada. A questão 83 trata de uma pesquisa envolvendo seres humanos e do risco envolvido em um erro técnico no cálculo da dose de cafeína que seria dada aos participantes voluntários da pesquisa.

Veremos a seguir exemplos do que seria o equilíbrio entre conteúdo científico e relações CTSA em questões de ciências da natureza nas provas de vestibular.

QUESTÕES COM EQUILÍBRIO ENTRE CONTEÚDO CIENTÍFICO E RELAÇÕES CTSA

Já observamos acima que as questões ambientais fazem parte das preocupações dos estudos sobre as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade desde a sua origem. Para reforçar a importância de temas da atualidade como as mudanças climáticas, por exemplo, o Ambiente foi incorporado à tríade original e a sigla CTSA passou a ser usada por grupos de pesquisa e também na descrição de linhas temáticas de encontros de pesquisadores em ensino de ciências da natureza. Porém, na presente análise, considera-se que há um equilíbrio entre conteúdo científico e relações CTSA em uma determinada questão de vestibular quando seu enunciado não apenas menciona uma questão ambiental, mas mobiliza conhecimentos envolvidos em tomadas de decisão e com potencial para debates.

Na prova da primeira fase da Fuvest 2023, há um exemplo disso na questão 57. O enunciado trata da reação do carbono com o oxigênio na produção de CO_2 , da proporção razoavelmente constante de dois tipos de gás carbônico na atmosfera ao longo da história geológica da Terra e da absorção desse gás através da fotossíntese. A banca elaboradora complementa esses processos naturais, na sequência do enunciado, com ações humanas que provocam o aumento de gás carbônico na atmosfera. O conhecimento esperado para resolver a questão envolve a associação histórica do aumento de gás carbônico na atmosfera com a queima de combustíveis fósseis a partir da Revolução Industrial. Trata-se de um tema com grande potencial para debates em sala de aula no ensino médio.

A abordagem de temas que envolvem tomadas de decisão pode estar relacionada tanto ao apoio ou não a determinadas políticas públicas quanto a escolhas a serem feitas como consumidores. A questão 82 da prova da primeira fase da Unesp 2022, por exemplo, aborda a comparação do tempo que uma lâmpada fluorescente precisaria ficar acesa para consumir a mesma quantidade de energia que um chuveiro elétrico em um banho com 12 minutos de duração. Embora a escolha envolvida aqui não seja entre comprar uma lâmpada ou um chuveiro, a questão trata de conhecimentos importantes na vida cotidiana de consumidores, como, por exemplo, o impacto do tempo médio de banho dos moradores de uma casa na conta mensal de luz da família, a escolha do tipo de lâmpada no ato da compra, a noção do consumo que poderia ser evitado ao se manter acesas apenas as lâmpadas dos cômodos da casa onde há alguém. Em aulas do ensino médio, também seria possível uma abordagem interdisciplinar desse tema, com a menção a hábitos de consumo de energia em períodos históricos de apagão ou quando há escassez de chuva, redução dos níveis de reservatórios das hidrelétricas e o aumento da produção de energia através de fontes mais caras e poluentes.

O tema das vantagens e desvantagens das diversas fontes de geração de energia está entre aqueles com maior potencial para promoção de debates em sala de aula, no ensino médio. É um tema que também permite a abordagem do conteúdo científico de forma interdisciplinar e contextualizada. Na prova da primeira fase da Unicamp 2020, a questão 19 define matriz energética como o conjunto de fontes de energia disponíveis e apresenta dois gráficos com as fontes renováveis e não renováveis que compõem a matriz energética no mundo e no Brasil. O conhecimento esperado para resolver a questão é que a matriz energética brasileira depende mais de fontes renováveis de energia como alternativa ao uso de combustíveis fósseis do que a matriz energética mundial. Em tempos de eventos climáticos extremos, que podem ser associados às ações humanas interferido drasticamente no ambiente desde a Revolução Industrial, a discussão sobre fontes alternativas de energia se torna extremamente necessária tanto no espaço educacional como na sociedade como um todo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo mostra que os três vestibulares paulistas, no período entre 2019 e 2023, apresentam uma presença de relações CTSA um pouco maior do que a apontada por estudos anteriores sobre outros processos seletivos para o ensino superior. Porém, nas questões de ciências da natureza das provas de primeira fase da Fuvest, da Unesp e da Unicamp, ainda prevalece a presença de relações CTSA apenas ilustrativa, como elemento motivador. Trata-se, pelo menos, de um primeiro passo no incentivo a debates. No entanto, é importante as bancas pensarem em questões que não se limitem a ilustrar o conhecimento científico com alguma situação cotidiana e integrem de maneira mais efetiva as relações CTSA aos conteúdos abordados. O impacto disso na formação dos estudantes envolve tanto uma compreensão maior do conteúdo científico quanto um desenvolvimento de consciência crítica sobre questões socioambientais e sobre políticas públicas relacionadas com ciência e tecnologia.

Entre as três disciplinas envolvidas nesta análise, a de física é a que apresenta menor presença de relações CTSA. No total de questões de física dos três vestibulares, uma pequena parcela apresenta equilíbrio entre conteúdo científico e relações CTSA. Analisando separadamente apenas o vestibular da Unicamp, nenhuma questão de física apresentou equilíbrio entre conteúdo científico e relações CTSA nas provas de primeira fase entre 2019 e 2023. Se, por um lado, autores oriundos da química, como Wildson dos Santos, tenham sido pioneiros no campo da Educação CTSA e estejam entre os mais citados em trabalhos nessa área, por outro lado, autores oriundos da física, como Décio Auler, também têm se dedicado a disseminar uma perspectiva mais crítica e reflexiva na educação científica. Além disso, o Encontro de Pesquisa em Ensino de Física tem uma linha temática para trabalhos sobre relações CTSA há mais de duas décadas. Portanto, a escolha das bancas de física em dar pouco espaço às relações CTSA requer estudos mais aprofundados para uma explicação mais consistente.

Já as questões de química nos vestibulares aqui analisados apontam uma tendência ao longo desse período de cinco anos. No vestibular da Fuvest, o percentual de questões de química com foco no conteúdo científico e nenhuma menção a relações CTSA vem caindo de maneira consistente. E no vestibular da Unicamp, há um considerável

crescimento, ao longo do período, do percentual de questões de química com equilíbrio entre conteúdo científico e relações CTSA. A banca elaboradora das questões de química da Unicamp, inclusive, menciona o movimento CTSA nas provas comentadas, disponíveis para acesso público. Espera-se que essa tendência na área da química possa ser seguida pelas demais áreas da educação científica, para incentivar debates sobre temas socioambientais nas aulas do ensino médio.

REFERÊNCIAS

- AIKENHEAD, Glen. What is STS science teaching? In: SOLOMON, Joan; AIKENHEAD, Glen. (Orgs.). **STS education: international perspectives on reform**. New York (EUA): Teachers College Press, 1994. p. 47-59.
- ANDRADE, Jussara Aline; SOUZA, Rodrigo Diego de. Análise das questões de biologia celular nos vestibulares da UEPG entre 2010 e 2016: implicações para a educação em ciências e biologia. **Revista Insignare Scientia**, Cerro Largo (RS), v. 1, n. 3, p. 1-14, set./dez. 2018. <https://doi.org/10.36661/2595-4520.2018v1i3.8475>.
- AULER, Décio. **Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no contexto da formação de professores de ciência**. 2002. 257f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- AULER, Décio. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, Piracicaba, v. 1, número especial, p. 1-20, nov. 2007.
- CUNHA, Rodrigo Bastos. Noção de cidadania é secundária nas questões de ciências da natureza do Enem. **Regae – Revista de Gestão e Avaliação Educacional**, Santa Maria (RS), v. 10, n. 19, p. 1-22, [s.m.] 2021. <http://dx.doi.org/10.5902/2318133864033>.
- CUNHA, Rodrigo Bastos. Perfil das pesquisas na linha temática Ciência, Tecnologia e Sociedade em quatro eventos de ensino de ciências. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, Santo Ângelo, v. 13, n. 3, p. 401-414, [s.m.] 2023a. <https://doi.org/10.31512/encitec.v13i3.1001>.
- CUNHA, Rodrigo Bastos. Índícios de Educação CTS nas licenciaturas em ciências da natureza na Unicamp. **Formação Docente – Revista Brasileira de Pesquisa sobre Formação de Professores**, Belo Horizonte, v. 15, n. 33, p. 141-151, mai./ago. 2023b. <https://doi.org/10.31639/rbpf.v15i33.703>.
- DOMICIANO, Tamara Dias; LORENZETTI, Leonir. A Educação CTS na formação inicial de professores: um panorama de teses e dissertações brasileiras. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, São Paulo, v. 10, n. 5, p. 1-21, jul./set. 2019. <https://doi.org/10.26843/rencima.v10i5.1521>.
- EGEVARDT, Cristiano; LORENZETTI, Leonir; HUSSEIN, Fabiana Roberta Gonçalves e Silva; LAMBACH, Marcelo. Desafios da Educação CTS na formação de professores de química: analisando uma disciplina CTS. **Rede Amazônica de**

Educação em Ciências e Matemática, Cuiabá, v. 9, n. 2, p. 1-23, mai./ago. 2021.
<https://doi.org/10.26571/reamec.v9i2.11796>

KRUPCZAK, Carla; FERRARINI, André; AIRES, Joanez Aparecida. Relações CTSA no vestibular da UFPR: uma análise de questões que química dos últimos dez anos (2009-2018). **Indagatio Didactica**, Aveiro (Portugal), v. 11, n. 4, p. 281-300, dez. 2019. <https://doi.org/10.34624/id.v11i4.10643>.

MACEDO, Jéssica Carolina Paschoal. **Tendências, silenciamentos e perspectivas das pesquisas brasileiras sobre questões sociocientíficas na educação em ciências**. 2023. 152f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Departamento de Ciências da Natureza, Matemática e Educação – Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2023.

MIRANDA, Elisangela Matias. **Tendências das perspectivas Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) nas áreas de educação e ensino de ciências**: uma análise a partir de teses e dissertações brasileiras e portuguesas. 2012. 292f. Tese (Doutorado em Educação) – Centro de Educação e Ciências Humanas – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.

MIRANDA, Elisangela Matias; ALVES, Alini Roberta; MENTEN, Maria Luiza Machado; FREITAS, Denise de.; ZUIN, Vânia Gomes; PIERSON, Alice Helena Campos. Enem 2009: articulações CTS, interdisciplinaridade e contextualização evidenciadas nas questões das Ciências da Natureza. In: **ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**, n. 8, 2011, Campinas. Anais. Campinas: Unicamp, 2011, p. 1-12.

MORAES, Roque. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela Análise Textual Discursiva. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, p. 191-211, out. 2003. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132003000200004>.

NASCIMENTO, Tatiana Galieta; LINSINGEN, Irlan von. Articulação entre enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o ensino de ciências. **Convergencia – Revista de Ciencias Sociales**, Toluca (México) n. 42, p. 95-116, set./dez. 2006.

PACHECO, Décio; MEGID NETO, Jorge; CURADO, Maria Clotilde Correa. Vestibular, pesquisa acadêmica e ensino de física no nível médio – existe integração? **Pro-Posições**, Campinas, v. 7, n. 1(19), p. 58-66, mar. 1996.

POLANCZKY, Carla. **Pesquisas e estilos de pensamento sobre práticas do enfoque CTSA no ensino de ciências da natureza**. 2019. 101f. Dissertação (Mestrado em Educação nas Ciências) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2019.

ROEHRIG, Silmara Alessi Guebur; MACLEOD, Katarin. Inserção da Educação CTS na formação inicial de professores de física: reflexões a partir de uma experiência no Canadá. In: **ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA**, n. 18, 2020, Florianópolis. Anais. Florianópolis: UFSC, 2020, p. 1554-1561.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, Piracicaba, v. 1, número especial, p. 1-12, nov. 2007.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Educação CTS e cidadania: confluências e diferenças. **AMAZÔNIA – Revista de Educação em Ciências e Matemática**, Belém, v. 9, n. 17, p. 49-62, jul./dez. 2012. <http://dx.doi.org/10.18542/amazrecm.v9i17.1647>.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 110-132, dez. 2000. <https://doi.org/10.1590/1983-21172000020202>.

SCHNETZLER, Roseli Pacheco. A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, suplemento 1, p. 12-24, mai. 2002. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422002000800004>.

SILVA, Cristine Roman Cardoso de Araújo; ROBAINA, José Vicente Lima. O estado da arte das pesquisas acadêmicas sobre CTSA no período de 2014 até 2018. **Revista Insignare Scientia**, Cerro Largo (RS), v. 3, n. 2, p. 85-100, mai./ago. 2020.

SODRÉ NETO, Luiz; MEDEIROS, Ariane Dantas. Considerações sobre contextualização e interdisciplinaridade na abordagem da microbiologia no novo Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). **Revista Ciências & Ideias**, Nilópolis, v. 9, n. 1, p. 88-100, jan./abr. 2018.

SOUZA, Jorge Raimundo da Trindade; BRITO, Licurgo Peixoto. Influência do conteúdo de química na elaboração de questões do novo ENEM associadas ao enfoque CTS. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 18, n. 2, p. 699-726, mai./ago. 2018. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018182699>.

WEB OF SCIENCE GROUP. **A pesquisa no Brasil: Promovendo a excelência**. Análise preparada pelo Grupo Web of Science. São Paulo: Web of Science, 2019.