

As relações CTS nas questões de ciências da natureza do vestibular da Unesp

The STS relations in the questions of natural science of the Unesp entrance exam

Las relaciones CTS en las preguntas de ciencias naturales del examen de ingreso a la Unesp

Rodrigo Bastos Cunha

Programa de Pós-Graduação em Divulgação Científica e Cultural
Universidade Estadual de Campinas, Brasil
rbcunha@unicamp.br

Resumo

Embora as pesquisas no campo da Educação CTS já estejam bastante avançadas, vários estudos apontam dificuldades de implementação dessa abordagem na educação básica. Algumas pesquisas indicam que ainda é incipiente a discussão sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade nos cursos de formação inicial de professores. Outras sinalizam que os conteúdos priorizados no ensino médio são escolhidos pelo que se cobra nos exames de acesso ao ensino superior. Este trabalho é uma pesquisa documental e analisa, através da Análise Textual Discursiva, o quanto as relações CTS estão presentes nas questões de biologia, química e física da prova de primeira fase do vestibular da Universidade Estadual Paulista (Unesp), realizada em 2022 para ingresso em 2023. Os resultados apontam que em quase metade das questões, o foco é apenas na ciência. Nas questões em que há alguma relação CTS, ela aparece apenas de maneira ilustrativa. Concluímos que as bancas elaboradoras de exames de acesso ao ensino superior poderiam contribuir para o fortalecimento da Educação CTS no ensino básico se ampliassem a presença de temas sociais e ambientais nas questões de ciências da natureza dessas provas. Afinal, deve-se pensar o ensino de biologia, química e física no nível médio não apenas para possibilitar a continuidade de estudos para futuros cientista no nível superior, mas sobretudo para empoderar todos os estudantes para tomadas de decisões como cidadãos.

Palavras-chave: Educação CTS; Ensino de biologia; Ensino de química; Ensino de física; Vestibular

Abstract

Although research in the field of STS Education is already quite advanced, several studies point to difficulties in implementing this approach in basic education. Some studies indicate that the

discussion about the relationship between science, technology and society in initial teacher training is still incipient. Others point out that the contents prioritized in secondary education are chosen based on what is demanded in higher education entrance exams. This work is a documentary research and analyses, through Discursive Textual Analysis, how much the STS relationships are present in the questions of biology, chemistry, and physics of the first phase of the Paulista State University (Unesp) entrance exam, held in 2022 for entry in 2023. The results show that in almost half of the questions, the focus is only on science. In questions where there is some STS relationship, it appears only in an illustrative way. We conclude that the boards that prepare higher education entrance exams could contribute to strengthen STS Education in basic education if they increased the presence of social and environmental themes in the natural sciences questions of these exams. After all, the teaching of biology, chemistry, and physics at the secondary level must be considered not only to enable the continuity of studies for future scientists at the higher level, but above all to empower all students to make decisions as citizens.

Keywords: STS Education; Biology teaching; Chemistry teaching; Physics teaching; Entrance exam

Resumen

Aunque la investigación en el campo de la Educación CTS ya está bastante avanzada, varios estudios señalan dificultades para implementar este enfoque en la educación básica. Algunos estudios indican que la discusión sobre la relación entre ciencia, tecnología y sociedad en los cursos de formación inicial de profesores es aún incipiente. Otros señalan que los contenidos priorizados en la educación media se eligen en base a lo que se cobra en las pruebas de acceso a la educación superior. Este trabajo es una investigación documental y analiza, a través del Análisis Textual Discursivo, en qué medida las relaciones CTS están presentes en las preguntas de biología, química y física de la primera fase del examen de ingreso a la Universidad Estadual Paulista (Unesp), realizado en 2022 para ingreso en 2023. Los resultados muestran que, en casi la mitad de las preguntas, el foco está solo en la ciencia. En las preguntas donde existe alguna relación CTS, aparece solo de manera ilustrativa. Concluimos que las juntas que elaboran las pruebas de acceso a la educación superior podrían contribuir al fortalecimiento de la Educación CTS en la educación básica si aumentaran la presencia de temas sociales y ambientales en las preguntas de ciencias naturales de estas pruebas. Después de todo, la enseñanza de la biología, la química y la física en el nivel secundario debe considerarse no solo para posibilitar la continuidad de los estudios de los futuros científicos en el nivel superior, sino sobre todo para empoderar a todos los estudiantes para que tomen decisiones como ciudadanos.

Palabras clave: Educación CTS; Enseñanza de la biología; Enseñanza de la química; Enseñanza de la física; Examen de ingreso

Introdução

Desde o período do Renascimento, que deu início à Idade Moderna, a produção científica experimentou um crescente prestígio, com sua associação ao progresso, à prosperidade econômica e ao bem-estar social. Esse *status* se manteve dominante até a primeira metade do século

XX, com a Segunda Guerra Mundial sendo um grande divisor de águas. A ciência já não podia mais ser vista como algo apenas benéfico e desinteressado, a serviço do bem da humanidade: o conhecimento científico havia sido usado para a construção de uma poderosa arma de destruição em massa, a bomba atômica.

Com a imagem da ciência abalada pelos efeitos catastróficos da guerra, nos anos 1950 e 1960, houve um forte movimento da comunidade científica, nos países desenvolvidos, para recuperar o apoio do público à ciência e para que o ensino de ciências no nível básico fortalecesse a formação de novos cientistas, visando a competitividade com outras nações e a capacitação de trabalhadores em um mercado em crescente sofisticação científica e tecnológica (Laugksch, 2000). Já nos países em desenvolvimento, como o Brasil, as décadas de 1960 e 1970 também viram um ensino de ciências voltado para a formação de novos cientistas, com o objetivo de aumentar o progresso industrial e gerar prosperidade econômica (Arroyo, 1988).

Nos anos 1960, também surge o Movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), impulsionado, nos Estados Unidos, por movimentos sociais com visões críticas sobre as consequências sociais e ambientais do desenvolvimento científico e tecnológico. Já na Europa, esse mesmo movimento buscava associar condicionantes sociais e históricas que direcionavam os rumos da ciência e da tecnologia (Palacios *et al*, 2003). Duas publicações, em 1962, se destacam: a de Thomas Kuhn, *A Estrutura das Revoluções Científicas*, mostrando que o conhecimento científico é uma construção social e histórica e pode ser revisto e substituído por outro que passa a ser mais aceito pela comunidade de cientistas; e a de Rachel Carson, *Primavera Silenciosa*, denunciando os efeitos ambientais negativos de produtos da indústria química, como os pesticidas.

Em todo o mundo, esse movimento teve impacto nas discussões sobre o ensino de ciências, consolidando a Educação CTS como campo de debate. No Brasil, desde as primeiras publicações sobre esse tema na década de 1990, a Educação CTS tem ganhado cada vez mais espaço no meio acadêmico e se tornou uma forte linha de pesquisa nos programas de pós-graduação e nos encontros científicos sobre ensino de ciências, física, química e biologia.

Contextualização teórica

Um dos propósitos da Educação CTS é ir além da formação de futuros cientistas defendida em décadas passadas, pois, de acordo com Aikenhead (1994, p. 50), “um currículo CTS atende às necessidades de dois grupos: futuros cientistas e engenheiros (a elite) e cidadãos que precisam de empoderamento intelectual para participar de forma consciente em sua sociedade”.

No entanto, pesquisas apontam dificuldades de se implementar a Educação CTS no ensino básico que podem estar ligadas à formação de professores (Domiciano & Lorenzetti, 2019; Roehrig & MacLeod, 2020; Egevardt *et al*, 2021). Além disso, mesmo que as licenciaturas em ciências, biologia, física e química contemplem discussões sobre as relações CTS como parte da formação de professores e que materiais didáticos inovadores contemplem o enfoque CTS (Santos *et al*, 2004; Santos *et al*, 2009), sabe-se que boa parte do conteúdo das aulas do ensino médio é centrada no que é cobrado pelos exames de acesso ao ensino

superior. Por isso, várias pesquisas têm se dedicado a analisar o quanto as relações CTS aparecem em vestibulares (Krupczak, Ferrarini & Aires, 2019; Cunha, 2021b) e no Exame Nacional do Ensino Médio - Enem (Miranda *et al*, 2011; Sodré Neto & Medeiros, 2018; Souza & Brito, 2018; Cunha, 2021a), criado em 1998, a princípio, para avaliar a qualidade do ensino médio no Brasil e, a partir de 2009, usado como parte do processo seletivo em diversas universidades federais.

Segundo Santos (2012, p. 55), “o propósito central da educação CTS com o significado de educação para cidadania está no desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão na sociedade científica e tecnológica e no desenvolvimento de valores”. Porém, de acordo com ele, “os currículos de ensino de ciências, sobretudo, os restritos à preparação para o acesso ao ensino superior muito pouco tem contribuído para a formação da cidadania” (Santos, 2012, p. 59). Krupczak, Ferrarini e Aires (2019, p. 283) também defendem que “se aspectos das relações CTSA estiverem sendo inseridos no vestibular, tal fato pode incentivar as instituições de Ensino Básico e os docentes a utilizar esta abordagem”, mas consideram que “a implantação da abordagem CTSA é afetada principalmente pelo fato de que os exames são conteudistas, cobrando apenas a compreensão dos conteúdos e não as relações entre ele e o cotidiano do estudante” (Krupczak, Ferrarini & Aires, 2019, p. 287).

Miranda *et al* (2011, p. 12) analisaram questões que envolvem conhecimentos de biologia na prova de ciências da natureza e suas tecnologias do Enem de 2009 e não identificaram evidência “da preocupação com objetivos do enfoque CTS que poderiam incluir, por exemplo, a tomada de decisão frente a questões controversas do desenvolvimento científico e tecnológico e a formação [...] de valores e atitudes frente a questões éticas deste desenvolvimento”. De acordo com Souza e Brito (2018, p. 708), nas provas do Enem realizadas entre 2009 e 2015, “das 156 questões associadas ao ensino de Química, 84 apresentaram algum tipo de aproximação com os princípios teóricos do enfoque CTS e 72 não apresentaram nenhum potencial de associação com o enfoque CTS”.

Tentando aproveitar as contribuições desses estudos já realizados e pensando em ampliar a discussão e continuar fomentando o debate, o objetivo deste artigo é verificar o quanto as relações CTS aparecem nas questões de biologia, química e física da prova de conhecimentos gerais da primeira fase do vestibular da Universidade Estadual Paulista (Unesp) realizada no final de 2022 para ingresso em 2023¹. A Unesp é uma das três universidades públicas e gratuitas ligadas ao governo do Estado de São Paulo e possui *campi* em várias cidades do estado. A prova de conhecimentos gerais da primeira fase do vestibular da Unesp é composta por um total de 90 questões de múltipla escolha, divididas em três grupos de 30 questões: Linguagens e Códigos (língua portuguesa e literatura, língua inglesa, educação física e arte); Ciências Humanas (história, geografia, filosofia e sociologia); e Ciências da Natureza e Matemática (biologia, física, química e matemática). O foco aqui será esse último grupo, mas as questões de matemática não fazem parte do escopo da análise.

¹ No site da Unesp, só candidatos podem acessar, mas a prova está disponível em https://www.curso-objetivo.br/vestibular/resolucao_comentada/unesp/2023/1fase/UNESP2023_1fase_prova.pdf. Acesso em 10/01/2023.

Método

Este é um estudo do tipo documental sobre questões de ciências da natureza da prova da primeira fase do vestibular da Unesp para ingresso em 2023. A primeira parte do estudo, de caráter quantitativo, irá agrupar essas questões de acordo com as categorias estabelecidas em estudos anteriores sobre questões de química no Enem de 2009 a 2015 (Souza & Brito, 2018) e sobre questões de biologia, química e física no Enem de 2019 (Cunha, 2021a).

Após constatar que 46% das questões de química nas provas do Enem, no período de 2009 a 2015, não apresentavam nenhuma relação CTS, Souza e Brito (2018) agruparam as 84 questões em que havia enfoque CTS em três categorias: questões com foco no conteúdo científico e mera menção a relações CTS como elemento motivador; questões com equilíbrio entre conteúdo científico e relações CTS; e questões com foco em relações CTS e mera menção ao conteúdo científico.

Essas categorias estabelecidas por Souza e Brito (2018) estão de acordo com três níveis distintos de inserção de temas que envolvem as relações entre ciência, tecnologia e sociedade em diferentes tipos de programas educacionais CTS (Nascimento & Linsingen, 2006; Santos, 2012), os quais sintetizam os oito níveis de abordagens CTS analisados por Aikenhead (1994). Para o presente estudo, uma quarta categoria será adotada para agrupar as questões em que não há abordagem de relações CTS, nem mesmo para fins ilustrativos e motivadores, e o foco é exclusivamente no conteúdo científico.

Santos (2012, p. 50) defende “a ideia de que a educação CTS tem intersecção com os propósitos do que temos denominado de letramento científico”. O estudo sobre questões de biologia, química e física da prova do Enem realizada em 2019 (Cunha, 2021a), que também usaremos como referência, usou como critério de categorização os três diferentes níveis de letramento em ciência propostos por Shen (1975) e as duas diferentes visões de letramento científico apresentadas por Roberts (2007). De acordo com Shen (1975), o letramento prático em ciência envolve questões cotidianas sobre temas como saúde e alimentação; o letramento cívico em ciência envolve o apoio ou não a políticas públicas relacionadas a ciência e tecnologia em áreas como saúde, transportes, comunicação e energia; e o letramento cultural em ciência envolve o interesse em ciência enquanto produção cultural humana. Segundo Roberts (2007), há uma tensão, inerente ao ensino de ciência, entre duas visões de letramento científico: uma centrada na natureza da ciência, seus processos e produtos e outra centrada em questões com as quais os estudantes vão se deparar ao longo de suas vidas.

Após agrupar quantitativamente as questões de ciências da natureza da prova de primeira fase do vestibular Unesp 2023 de acordo com as categorias usadas por Souza e Brito (2018) e por Cunha (2021a), a segunda parte deste estudo, de caráter qualitativo, fará uma análise, através da Análise Textual Discursiva (Moraes, 2003), de uma questão de biologia, uma de química e uma de física para cada categoria em que elas aparecem.

Segundo Moraes (2003, p. 193), “a análise textual parte de um conjunto de pressupostos em relação à leitura dos textos que examinamos”. Os pressupostos a serem usados nessa análise qualitativa serão os do referencial teórico mencionado acima para balizar as categorizações. Moraes (2003) afirma que a descrição, na análise textual, apresenta cada categoria de

maneira fundamentada a partir de argumentos que dialogam com trechos do texto analisado. De acordo com ele, a “inserção crítica de excertos bem selecionados dos textos originais constitui uma forma de validação dos resultados das análises” (Moraes, 2003, p. 206). Faremos uma reflexão sobre o potencial que essas questões de ciências da natureza têm ou poderiam ter para influenciar a inserção de discussões sobre relações CTS no ensino médio (Nascimento & Linsingen, 2006; Santos, 2012) e sobre possibilidades de letramento cívico em ciência (Shen, 1975) e de letramento científico voltado para questões da vida dos estudantes (Roberts, 2007) que poderiam ser exploradas dentro da mesma temática abordada em cada questão.

Resultados e sua discussão

A prova da primeira fase do vestibular Unesp 2023 contém um total de 90 questões de múltipla escolha de conhecimentos gerais, das quais oito são de biologia (da questão 61 até a 68), sete são de química (da questão 69 até a 75) e sete são de física (da questão 76 até a 82). Embora os enunciados e as respostas de algumas questões permitam que elas sejam classificadas como interdisciplinares, considerou-se aqui essa estrutura sequencial em que as questões de ciências da natureza aparecem na prova de acordo com a área mais preponderante do conhecimento cobrado em cada questão.

Tabela 1. Distribuição das questões de ciências da natureza de acordo com o nível de inserção de relações CTS

	Nenhuma relação CTS e foco exclusivo no conteúdo científico	Foco no conteúdo científico com alguma relação CTS ilustrativa	Equilíbrio entre relação CTS e conteúdo científico	Foco em relação CTS com conteúdo científico secundário
Biologia	4 questões	4 questões		
Química	2 questões	5 questões		
Física	4 questões	3 questões		

Fonte: Elaboração própria, adaptado de Souza e Brito (2018)

Embora a amostragem aqui seja bem menor que o número de questões do estudo longitudinal de Souza e Brito (2018), o percentual de questões de ciências da natureza sem nenhuma relação CTS e com foco exclusivo no conteúdo científico, na prova da primeira fase da Unesp 2023, de acordo com a Tabela 1 acima, é de 45%, bem próximo do que eles encontraram nas questões de química das provas de ciências da natureza do Enem de 2009 a 2015.

A diferença em relação a esse estudo anterior é que entre as 84 questões de química do Enem com alguma relação CTS, de 2009 a 2015, Souza e Brito (2018, p. 709) identificaram que 50 tinham “CTS incorporado casualmente como elemento motivador”, 23 tinham “itens de química incorporados ao enfoque CTS” e 11 faziam apenas “alusão ao conteúdo de química no conteúdo CTS”. No caso do vestibular da Unesp, todas as questões de ciências da natureza que tinham

alguma relação CTS apresentavam essa relação de maneira apenas ilustrativa, mantendo o foco principal no conteúdo científico.

Tabela 2. Distribuição das questões de ciências da natureza de acordo com o tipo de letramento em ciência envolvido no conhecimento cobrado

	Letramento prático	Letramento cívico	Letramento cultural
Biologia			8 questões
Química			7 questões
Física			7 questões

Fonte: Elaboração própria, adaptado de Cunha (2021a), a partir de Shen (1975)

Apesar de o estudo sobre as questões de ciências da natureza do Enem de 2019 (Cunha, 2021a) também não ser longitudinal como o de Souza e Brito (2018), abrange pouco mais que o dobro de questões que a prova de primeira fase do vestibular da Unesp analisada aqui. De acordo com Cunha (2021a, p. 7), das 45 questões de ciências da natureza do Enem 2019, 42 envolviam letramento cultural em ciência, 2 envolviam letramento prático em ciência e 1 envolvia letramento cívico em ciência (Shen, 1975). Em nossa análise das questões de biologia, química e física da primeira fase do vestibular Unesp 2023, concluímos que todas envolvem letramento cultural em ciência. Adiante, na análise qualitativa, discutiremos possibilidades de letramento prático e de letramento cívico em ciência que poderiam ser exploradas dentro da mesma temática abordada em cada questão.

Tabela 3. Distribuição das questões de ciências da natureza de acordo com o foco do letramento científico envolvido no conhecimento cobrado

	Foco na natureza da ciência, seus processos e produtos	Foco em questões ligadas à vida dos estudantes
Biologia	8 questões	
Química	7 questões	
Física	7 questões	

Fonte: Elaboração própria, adaptado de Cunha (2021a), a partir de Roberts (2007)

Segundo Cunha (2021a), aquelas três questões de ciências da natureza do Enem 2019 que não envolvem letramento cultural em ciência, duas envolvendo letramento prático e uma envolvendo letramento cívico em ciência, tratam de temas sociais ligados a ciência e tecnologia que os estudantes provavelmente encontrarão ao longo de suas vidas (Roberts, 2007). As outras 42 duas questões de ciências da natureza daquela prova do Enem, que envolvem letramento cultural, têm foco na natureza da ciência, em seus processos e produtos (Roberts, 2007). No vestibular da Unesp 2023, todas as questões que atribuímos acima ao letramento cultural em ciência têm foco na natureza da ciência, seus processos e produtos.

A seguir, apresentaremos uma análise qualitativa de uma questão de biologia, uma de física e uma de química para cada uma das categorias em que elas aparecem nas tabelas acima.



Questões focadas exclusivamente no conteúdo científico e sem relação CTS

A questão 61, de biologia, apresenta um trecho do livro *On the origin of species by means of natural selection*, de Charles Darwin, em inglês, estratégia adotada por algumas bancas elaboradoras de processos seletivos para garantir a interdisciplinaridade com a língua inglesa. Solicita-se em seguida, em português, quais os conceitos biológicos já consolidados estão contidos no trecho reproduzido. O foco dessa questão é exclusivamente no conteúdo científico e não há sequer a contextualização histórica das ideias de Darwin, nenhuma menção às controvérsias em relação às teorias contemporâneas de Lamarck e Wallace, nenhuma referência aos impactos daquela publicação na sociedade.

A questão 73, de química, diz que quando “o cianeto de hidrogênio, um gás extremamente tóxico, é borbulhado em água, ocorre a produção de uma solução aquosa de ácido cianídrico”. Pede-se que seja feito o cálculo de uma constante K a uma determinada temperatura. O fato de o enunciado dizer que se trata de um gás tóxico não é suficiente para se considerar alguma relação social ou ambiental envolvida, pois não é dito em que circunstâncias o gás pode ser encontrado, como pode se dar o contato com ele e quais são as consequências. Caso a banca elaboradora optasse por uma relação com a sociedade meramente ilustrativa, poderia mencionar o uso do gás que desfigurou o personagem Coringa, na história de Batman nos quadrinhos e no cinema. Mas havia um potencial para uma exploração ainda maior das relações entre esse conhecimento científico e a sociedade, não aproveitado pela banca, caso fosse abordado o uso do cianeto de hidrogênio como arma química de guerra.

A questão 76, de física, diz que o “termopar é um sensor de temperatura constituído por dois fios metálicos distintos”, apresenta uma figura ilustrativa de como ele seria formado e mostra um gráfico com a variação da diferença de potencial em função da temperatura, lida pelo voltímetro, em três termopares diferentes. O conhecimento técnico cobrado na questão não é contextualizado sequer de maneira ilustrativa. Mesmo que esse mecanismo não faça parte do universo mais próximo dos estudantes, seu uso na indústria de refrigeração ou na indústria petroquímica poderia ser mencionado, caso se quisesse estabelecer uma relação mínima desse conteúdo científico com a sociedade.

As questões 73, de química, e 76, de física, apresentadas acima são exemplos da permanência, décadas depois, daquilo que predominava nos anos 1980 e era criticado por Arroyo (1988, p. 10): “Uma rápida análise dos livros de matemática, física, química e biologia revelaria que as atividades **científicas** que ocupam mais de dois terços do tempo dos alunos são expressas pelo termo CALCULE, CALCULE” (grifos do autor). Tais cálculos, predominantes nas disciplinas de ciências exatas do ensino médio e nas provas de acesso ao ensino superior, são importantes para o que Aikenhead (1994) chamou de elite da educação básica, os futuros engenheiros e cientistas. Mas para a maioria do público atendido pelo nível básico de ensino, não são esses cálculos que vão contribuir para o empoderamento intelectual que possibilitará sua participação consciente na sociedade.

Questões com relação CTS como elemento motivador

A questão 63, de biologia, inicia seu enunciado com a seguinte frase: “Quando a pandemia de covid-19 alastrou-se pelo Brasil, cientistas do Instituto Butantan dedicaram-se à pesquisa de uma

vacina”. Embora esse tema apresente grande potencial para se explorar as relações entre ciência, tecnologia e sociedade, a banca elaboradora optou por fazer essa menção apenas de forma ilustrativa com aquela frase inicial. Todo o restante da questão, incluindo texto sobre a técnica usada na produção de vacina e imagem da estrutura interna de um ovo de galinha usado no processo, envolve apenas um conhecimento científico que não será usado pela maioria dos estudantes ao longo de suas vidas e não inclui conhecimentos que poderiam envolver tomadas de decisões dos estudantes, como, por exemplo, impacto da decisão de se vacinar ou não, apoio ou não a políticas públicas de financiamento a pesquisas, entre outras possibilidades. Cunha (2021a) explora possibilidades de abordagem desse tema da pandemia de COVID-19 que envolvem tomadas de decisão.

A questão 69, de química, trata do processo usado para obtenção de carbonato de sódio, “um produto de grande uso industrial, sendo também utilizado no tratamento da água de piscinas”. A reação química apresentada e todas as informações sobre o processo de obtenção do produto, que complementam a questão, assim como o conhecimento cobrado sobre a substância formada no processo, têm foco apenas em conteúdo científico que será usado somente por alguém que for trabalhar em uma indústria que usa aquele produto ou em empresas especializadas em tratamento de água de piscinas. Nessa questão, não há nenhum conhecimento envolvendo algum tipo de tomada de decisão dos estudantes em geral e a grande maioria não vai se deparar, ao longo de suas vidas, com aquela reação química envolvida no processo e com os cálculos exigidos para a resolução. A relação com a sociedade, portanto, seja no uso industrial ou no tratamento da água de piscinas é meramente ilustrativa.

A questão 77, de física, apresenta um texto sobre dois amigos que fazem um treinamento, dando voltas em um circuito de 1.000 metros, um deles caminhando em sentido horário e outro correndo em sentido anti-horário com velocidade três vezes maior que a do amigo. Há uma imagem ilustrativa do circuito percorrido e setas indicando o sentido de cada um dos amigos. O conhecimento cobrado, relativamente simples, é o quanto cada um deles terá percorrido no instante em que se cruzarem pela terceira vez.

É importante ressaltar que o objetivo aqui não é avaliar o grau de dificuldade das questões. As bancas elaboradoras de processos seletivos, em geral, têm suas estratégias para definir um certo número de questões fáceis, de questões com grau médio de dificuldade e de questões de difícil resolução. O que importa aqui é que a situação de um treinamento, uma atividade física que pode fazer parte da vida cotidiana de alguns estudantes, mas não de todos, foi usada apenas de maneira ilustrativa para cobrar um conhecimento que não vai ser utilizado em uma situação real de treinamento. Nenhum corredor tem como saber qual a sua velocidade, a não ser que use um aparato eletrônico para isso.

A banca poderia estabelecer relação entre o conhecimento científico e uma tecnologia, caso mencionasse algum relógio que mede, além da velocidade e do quanto o corredor percorreu, os seus batimentos cardíacos e outros dados que relacionam a atividade física com a saúde. Uma aula sobre isso, no ensino médio, poderia abordar também a desigualdade no acesso aos benefícios dos avanços tecnológicos, pois, como observa Henriques (2016, p. 17), “o acesso e a distribuição das mais variadas benesses e produtos científicos e tecnológicos não se fazem de maneira igualitária”. Mas o que importa, aqui, é que o estudante não fará o cálculo solicitado

na prova em uma situação real na sua vida, não há nenhuma tomada de decisão sua envolvida nessa questão e o cálculo que se cobra é apenas mais um exemplo do predomínio apontado por Arroyo (1988) nas atividades de ciências da natureza que mais ocupam o tempo dos estudantes.

Questões envolvendo letramento cultural em ciência

A questão 64, de biologia, pode ser considerada interdisciplinar com língua portuguesa, por apresentar o poema “Pneumatórax”, do escritor modernista Manuel Bandeira, embora a questão não envolva nenhum conhecimento sobre o modernismo ou sobre o poeta. A interdisciplinaridade se dá, de fato, porque parte da resolução requer interpretação de texto, para se concluir que no poema, “o poeta aborda, em tom jocoso, recorrendo à autoironia, vários sintomas da tuberculose, uma doença bacteriana tratável com antibióticos e que se previne com vacinação”. Essa questão envolve letramento cultural em ciência pela relação de um tema da biologia com uma expressão cultural de prestígio, a literatura.

Pode-se dizer que ela envolveria também o que Shen (1975) chama de letramento prático em ciência? Para uma pessoa leiga, do ponto de vista prático, não há nenhuma diferença em saber que uma doença é causada por um vírus ou uma bactéria. Esse conhecimento não a ajuda, em termos práticos, a se prevenir da doença. O fato de saber que é tratável com antibióticos também não implica em letramento prático, já que não se pode e nem se deve praticar a automedicação e apenas um especialista pode prescrever o medicamento.

Saber que a vacinação previne a tuberculose talvez possa ser um conhecimento associado ao letramento prático em ciência, mas pode-se argumentar, pensando no que Shen (1975) diz sobre as diferenças entre países desenvolvidos e países em desenvolvimento e sobre as condições sociais associadas a determinados problemas de saúde pública, que o conhecimento prático importante, aqui, seria saber a distinção entre tratamento de uma doença e prevenção e que algumas doenças se previnem com vacinação. Shen (1975) se refere não apenas à educação científica escolar, mas também à comunicação de massa. Seriam exemplos de letramento prático em ciência, nesse caso, as campanhas governamentais de vacinação, assim como ações de veículos como a rádio Nova Brasil FM, que convida vários músicos para dar depoimentos sobre a importância da vacinação, de maneira geral.

Para o leigo, em termos práticos, importa saber quais vacinas estão sendo oferecidas no calendário da saúde pública e em quais datas. Não faria diferença, em termos práticos, saber que a tuberculose é prevenível com vacinação, caso a vacina não estivesse disponível no calendário. Esse tema poderia ser associado ao conhecimento cívico em ciência (Shen, 1975), quando envolver a luta para que políticas públicas insiram no calendário de vacinação algo já alcançado pelas pesquisas científicas e ainda não contemplado pelo sistema público de saúde. Exemplos típicos do letramento prático em ciência proposto por Shen (1975) seriam informações sobre doenças que podem ser evitadas com higienização das mãos, como catapora e conjuntivite. E um exemplo típico do letramento cívico em ciência envolveria a discussão da importância de políticas públicas como o saneamento básico para prevenir doenças como a esquistossomose.

A questão 71, de química, apresenta o Valor Máximo Permitido de fluoretos por litro de água, previsto na legislação com as normas relacionadas a água potável para consumo humano, e pede que se faça o cálculo da massa máxima de fluoreto de sódio que uma Estação de Tratamento de Água deve utilizar para tratar 100 milhões de litros de água por dia. Trata-se de um conhecimento técnico ligado ao letramento cultural em ciência, pois não envolve nenhuma situação prática cotidiana de indivíduos consumidores de água. O cálculo a ser feito para atender às normas técnicas, na vida cotidiana, é responsabilidade de uma empresa pública especializada no tratamento de água. Um exemplo do que seria letramento prático em ciência é o folder² do Ministério da Saúde sobre cuidados com água para consumo humano doméstico, com recomendações como filtrar e ferver a água. E um exemplo de letramento cívico em ciência seria a discussão da importância de políticas públicas darem prioridade para disponibilizar água tratada em comunidades que não têm acesso a esse serviço público básico.

A questão 82, de física, apresenta a figura de um circuito elétrico com um gerador ideal de força eletromotriz, um amperímetro ideal e dois resistores e um gráfico com a variação do potencial elétrico ao longo do ramo que contém os dois resistores. Pede-se que seja feito o cálculo das resistências de cada resistor. Trata-se de um conhecimento ligado ao letramento cultural em ciência, pois os estudantes, em geral, ao longo de suas vidas, não vão realizar cálculo semelhante e saber fazê-lo é algo que apenas amplia seu repertório cultural. Pode-se associar esse tipo de conhecimento ao letramento prático em ciência quando se mostra que é possível fabricar um gerador de energia caseiro em caso de necessidade, como relatam Castelo Branco e Moutinho (2015), ao analisarem uma gincana com estudantes do ensino médio. O letramento cívico em ciência não precisa envolver o cálculo em si, mas poderia acontecer, por exemplo, em uma atividade cuja proposta seja discutir uma matéria da revista Galileu³ sobre um levantamento realizado pelo Instituto de Energia e Meio Ambiente, segundo o qual quase um milhão de brasileiros de nove estados, entre indígenas e moradores de assentamentos rurais e Unidades de Conservação, não tinham acesso ao serviço público de energia elétrica em 2019.

Novamente, tanto a questão 71, de química, quanto a 82, de física, exemplificam o quanto os cálculos predominam no que se cobra em ciências exatas e tomam o tempo dos estudantes do ensino básico (Arroyo, 1988), mesmo que só voltem a ser feitos por futuros engenheiros ou cientistas e estejam fadados ao esquecimento por todos os demais.

Questões envolvendo letramento científico focado na natureza da ciência, seus processos e produtos

A questão 67, de biologia, apresenta a imagem de um cogumelo e o enunciado diz que esse cogumelo “cresceu em meio ao gramado do jardim de uma residência”. O fato de que cogumelos possam crescer em gramados de algumas residências seria suficiente para considerar que essa

² Disponível em https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/folder/cuidados_agua_consumo_humano_2011.pdf. Acesso em 01/02/2023.

³ Disponível em <https://revistagalileu.globo.com/Tecnologia/noticia/2019/11/mais-de-990-mil-pessoas-vivem-sem-energia-eletrica-na-regiao-amazonica.html>. Acesso em 01/02/2023.



questão aborda uma situação que provavelmente será encontrada pelos estudantes ao longo de suas vidas? O conhecimento requerido para a resposta a essa questão não envolve nenhum problema cotidiano a ser resolvido por uma pessoa comum e nenhuma tomada de decisão individual ou coletiva. Espera-se que o vestibulando saiba que os “nutrientes que o cogumelo obteve para a síntese de ATP e para o seu crescimento foram obtidos por um processo de digestão análogo àquele realizado pelas aranhas”. Trata-se de uma mera curiosidade que pode interessar a uns e não a outros. Para quem não vai ser um futuro biólogo, faria diferença em sua vida esse conteúdo não aparecer nas aulas do ensino médio? Do ponto de vista de saber lidar com situações com as quais vai se deparar ao longo de sua vida (Roberts, 2007) e de saber pesar pontos positivos e negativos para tomadas de decisão (Santos, 2012), não faria diferença alguma. Portanto, se esse tipo de conteúdo aparece em aulas do ensino médio é somente porque é cobrado em exames de acesso ao ensino superior e não por ser fundamental na formação de cidadãos.

A questão 74, de química, diz que o óxido de cério, “utilizado em catalisadores automotivos, é obtido pela reação entre cério metálico e oxigênio”. Mesmo que se considere a possibilidade de uma parcela dos estudantes ter, ao longo de suas vidas, poder aquisitivo suficiente para adquirir um carro, a menção a “catalisadores automotivos” bastaria para configurar uma situação com a qual os estudantes vão se deparar ao longo de suas vidas? Não há, nessa questão, nenhum conhecimento que envolva um problema a ser resolvido na vida cotidiana ou uma decisão a ser tomada. Para responder à questão, o vestibulando precisaria saber o quanto variou o número de oxidação do cério na reação e saber também que cério é o agente redutor nessa reação. Sem esse conhecimento, a formação de um cidadão estaria comprometida? Conteúdos que poderiam envolver tomadas de decisões tanto individuais quanto coletivas seriam a relação entre a queima de combustíveis fósseis e as mudanças climáticas; as vantagens e desvantagens de cada combustível; as consequências sociais, econômicas e ambientais da monocultura de cana para produção de álcool; a importância das políticas públicas de investimento em pesquisas sobre biocombustíveis (Cunha, 2021a).

A questão 79, de física, apresenta um gráfico com “a frequência média de oscilação das pernas de um animal em função do comprimento de suas pernas, quando ele caminha de forma natural” e diz que esse gráfico também “pode ser utilizado para uma pessoa caminhando nas mesmas condições”. O fato de que todos os estudantes, excluindo os cadeirantes, caminham cotidianamente bastaria para se considerar que essa questão trata de uma situação com a qual os estudantes vão se deparar ao longo de suas vidas? Pede-se que seja feito o cálculo da energia cinética, considerando “uma pessoa adulta de 80 kg, cujas pernas medem 1 m”, deslocando-se 90 cm a cada passo. Mesmo se pensarmos não apenas nos deslocamentos cotidianos da casa para a escola ou da casa para o trabalho e incluirmos as caminhadas que algumas pessoas fazem como atividade física, alguém calcula a energia cinética na prática cotidiana?

Do ponto de vista da ampliação do repertório cultural, pode-se falar, no ensino de física, na transformação da energia cinética em energia elétrica, sem necessariamente envolver fórmulas e cálculos e não tomar tanto o tempo da maioria dos estudantes que não vai lidar com esses cálculos no futuro (Arroyo, 1988; Aikenhead, 1994). Situações com as quais os estudantes vão se deparar ao longo de suas vidas (Roberts, 2007) e que podem aparecer tanto nas aulas do ensino médio quanto nas provas de processos seletivos para o ensino superior são os riscos de apagões

em determinados períodos; a mudança no preço tarifário cobrado nas contas de luz quando os reservatórios das hidrelétricas estão vazios e são acionadas as usinas termoeletricas; os efeitos econômicos, sociais e ambientais nesse tipo de situação; as vantagens e desvantagens de cada fonte de energia; as políticas públicas que definem a matriz energética do país; o investimento em pesquisas envolvendo fontes alternativas.

Conclusões

Muita coisa mudou na educação brasileira desde a promulgação da Constituição em 1988. Naquela época, Arroyo (1988) apontava uma disparidade no número de horas que biologia, física e química ocupavam na grade do ensino médio, em comparação com história e geografia. Atualmente, além de haver um equilíbrio na distribuição de horas previstas para essas disciplinas na Matriz Curricular do Novo Ensino Médio⁴, desde 2008, filosofia e sociologia também passaram a fazer parte do currículo. As mudanças nos exames para acesso ao ensino superior, no entanto, são tímidas, do ponto de vista da formação para a cidadania prevista na Constituição, nos documentos oficiais posteriores e em toda a discussão acadêmica das últimas décadas.

Pode-se supor que as bancas elaboradoras das questões de biologia, física e química das provas de vestibular considerem que o conhecimento cobrado por elas é fundamental para quem vai ingressar nessas áreas e em áreas afins no ensino superior. Porém, como observa Aikenhead (1994), isso representa apenas uma pequena parte do público atendido pelas escolas de ensino médio, os futuros engenheiros e cientistas. Outro fator, que pode estar ligado às escolhas das bancas elaboradoras das provas por questões mais focadas na ciência em si e menos nas relações da ciência com a sociedade e o ambiente, é a ausência da abordagem CTS na formação desses professores de biologia, física e química do ensino superior que elaboram as questões (Roehrig & MacLeod, 2020).

Como o vestibular da Unesp é realizado em duas fases e há um corte de milhares de candidatos de uma fase para outra, por que não deixar esse conhecimento mais focado na ciência em si para a segunda fase e apresentar na primeira fase questões com temas sociais e ambientais relacionados a ciência e tecnologia que envolvam tomadas de decisão? Essa sugestão também vale para outras universidades paulistas cujos vestibulares apresentam tímida presença de relações CTS nas questões de ciências da natureza (Cunha, 2021b). Embora não seja função dos exames de acesso ao ensino superior ditar as rotinas curriculares do ensino médio, sua influência é inegável nas escolhas dos conteúdos a serem ensinados nas aulas desse nível de ensino (Miranda *et al*, 2011; Krupczak, Ferrarini & Aires, 2019).

Sem dúvida, o custo operacional de se elaborar provas distintas para o ingresso em cada área do conhecimento seria muito alto e inviável. Mas contemplar conhecimentos que sejam voltados para um público mais genérico na elaboração da prova da primeira fase, como se sugere acima, não traria prejuízo para o processo seletivo como um todo. O importante seria que as bancas elaboradoras de exames de acesso ao ensino superior, tanto vestibulares quanto o Enem,

⁴ O documento oficial da Secretaria da Educação do Estado de São Paulo está disponível em https://novo-ensinomedio.educacao.sp.gov.br/assets/docs_ni/Matrizes_Novo_Ensino_Medio.pdf. Acesso em 10/02/2023.

refletissem sobre a sua responsabilidade na inquestionável influência que essas provas têm nas escolhas de conteúdos a serem ensinados nas escolas de ensino médio.

Como viabilizar um ensino de ciências da natureza na educação básica que, de acordo com Aikenhead, deveria atender às necessidades tanto de uma minoria de futuros engenheiros e cientistas quanto de uma maioria que precisa ser empoderada para tomar decisões relacionadas a questões de sua vida envolvendo ciência e tecnologia?

Uma biologia para quem irá cursar biologia ou áreas afins pode tratar da nomenclatura usada para as “proteínas que participam da espiralização e compactação do DNA na formação dos cromossomos” (questão 66). Mas a biologia para todos deveria tratar de temas como as atividades humanas que ameaçam a biodiversidade e as ações necessárias para preservá-la, os interesses econômicos envolvidos nas práticas de desmatamento e suas consequências, os impactos econômicos, sociais e ambientais da expansão do agronegócio.

Uma química para quem irá cursar química ou áreas afins pode apresentar a forma molecular de um hidrocarboneto, sua massa molar, seu poder calorífico e pedir o cálculo da quantidade necessária de óleo diesel para um gerador transformar toda a energia obtida da queima do óleo em energia elétrica (questão 72). Mas a química para todos deveria abordar a relação entre a queima de combustíveis fósseis e o aquecimento global, os benefícios e riscos dos usos pacíficos da radioatividade na medicina e na geração de energia, os acidentes com o Césio 137 em Goiânia e com as usinas nucleares de Chernobyl e Fukushima.

Uma física para quem irá cursar física ou áreas afins pode tratar de raio de luz monocromática que se propaga no ar, incide sobre um líquido contido em um recipiente, é refratado e pedir o cálculo do índice de refração (questão 80). Mas a física para todos deveria tratar dos custos financeiros e dos benefícios da energia solar, das vantagens e desvantagens da energia eólica e das usinas térmicas, os benefícios econômicos e os custos sociais e ambientais das construções de usinas hidrelétricas em regiões como a Amazônia. Isso, sim, seria formação para a cidadania, para tomadas de decisão e uma educação para todos.

Referências

- Aikenhead, G. S. (1994). What is STS science teaching? In J. Solomon, & G. S. Aikenhead (Orgs.). *STS education: international perspectives on reform*. (pp. 47- 59) Teachers College Press.
- Arroyo, M. G. (1988). A função social do ensino de ciências. *Em Aberto*, 7(40), 3-11.
- Castelo Branco, A. R. M., & Moutinho, P. E. C. (2015). O lúdico no ensino de física: o uso de gincana envolvendo experimentos físicos como método de ensino. *Caderno de Física da UEFS*, 13(2), 1-8, <http://dfisweb.uefs.br/caderno/vol13n2/s2Artigo1Gincana.pdf>.
- Cunha, R. B. (2021a). Noção de cidadania é secundária nas questões de Ciências da Natureza do Enem. *Regae - Revista de Gestão e Avaliação Educacional*, 10(19), 1–22, <http://dx.doi.org/10.5902/2318133864033>.
- Cunha, R. B. (2021b). Provas de ciências da natureza da Unicamp contribuem para mudanças no ensino de ciências? Uma análise do vestibular 2019. *Revista da Faculdade de Educação (UNEMAT)*, 35(1), 91-111, <https://periodicos2.unemat.br/index.php/ppgedu/article/view/5782/4330>.

- Domiciano, T. D., & Lorenzetti, L. (2019). A Educação CTS na formação inicial de professores: um panorama de teses e dissertações brasileiras. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática – RenCiMa*, 10(5), 1-21, <https://revistapos.cruzeirosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/1521/1160>.
- Egevardt, C., Lorenzetti, L., Hussein, F. R. G. S., & Lambach, M. (2021). Desafios da Educação CTS na formação de professores de química: analisando uma disciplina CTS. *Revista REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, 9(2), 1-23, <http://dx.doi.org/10.26571/reamec.v9i2.11796>.
- Henriques, A. E. L. (2016). *Concepções de licenciandos em ciências biológicas sobre as inter-relações ciência-tecnologia-sociedade (CTS) e a educação científica tecnológica (ECT) – reflexões a partir do enfoque crítico e intercultural*. 160f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências, Ambiente e Sociedade). Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
- Krupczak, C., Ferrarini, A., & Aires, J. A. (2019). Relações CTSA no vestibular da UFPR: uma análise das questões de química dos últimos dez anos (2009-2018). *Indagatio Didactica*, 11(4), 281-300, <https://doi.org/10.34624/id.v11i4.10643>.
- Laugksch, R. C. (2000). Scientific literacy: a conceptual overview. *Science Education*, 84(1), 71-94, [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(200001\)84:1%3C71::AID-SCE6%3E3.0.CO;2-C](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(200001)84:1%3C71::AID-SCE6%3E3.0.CO;2-C).
- Miranda, E. M., Alves, A.R., Menten, M. L. M., Freitas, D., Zuin, V. G., & Pierson, A. H. C. (2011). Enem 2009: articulações CTS, interdisciplinaridade e contextualização evidenciadas nas questões das Ciências da Natureza. *Anais do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Campinas: Unicamp.
- Moraes, R. (2003). Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela Análise Textual Discursiva. *Ciência & Educação*, 9(2), 191-211.
- Nascimento, T. G., & Linsingen, I. (2006). Articulações entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o ensino de ciências. *Convergencia - Revista de Ciências Sociais*, 13(42), 95-116, <https://www.scielo.org.mx/pdf/conver/v13n42/v13n42a6.pdf>.
- Palacios, E. M. G., Linsingen, I., Galbarte, J. C. G., Cerezo, J. A. L., Luján, J. L., Pereira, I. T. V., Gordillo, M. M.; Osório, C., Valdés, C., & Bazzo, W. A. (Eds.) (2003). *Introdução aos estudos CTS* (Ciência, Tecnologia e Sociedade). OEI.
- Roberts, D. (2007). Scientific literacy/science literacy. In: S. Abell, & N. Lederman (Eds.). *Handbook of research on science education*. Routledge, (pp. 729-780).
- Roehrig, S. A. G., MacLeod, K. (2020). Inserção da Educação CTS na formação inicial de professores de física: reflexões a partir de uma experiência no Canadá. *Anais do XVIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*. Florianópolis.
- Santos, W. L. P. (2012). Educação CTS e cidadania: confluências e diferenças. *AMAZÔNIA – Revista de Educação em Ciências e Matemática*, 9(17), 49-62, <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/1647>.
- Santos, W. L. P., MÓL, G. S., Silva, R. R., Castro, E. N. F., Silva, G. S., Matsunaga, R. T., Farias, S. B., Santos, S. M. O., & Dib, S. M. F. (2004). Química e sociedade: uma experiência de abordagem temática para o desenvolvimento de atitudes e valores. *Química Nova na Escola*, 20, 11-14.
- Santos, W. L. P., MÓL, G. S., Silva, R. R., Castro, E. N. F., Silva, G. S., Matsunaga, R. T., Santos, S. M. O., & Dib, S. M. F. (2009). Química e sociedade: um projeto brasileiro para o ensino de química por meio de temas CTS. *Educación Química*, 3, 20-28.
- Shen, B. (1975). Science literacy: public understanding of science is becoming vitally needed in developing and industrialized countries alike. *American Scientist*, 63(3), 265-268.

Sodré Neto, L., & Medeiros, A. D. (2018). Considerações sobre contextualização e interdisciplinaridade na abordagem da microbiologia no novo Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). *Revista Ciências & Ideias*, 9(1), 88-100.

Souza, J. R. T., & Brito, L. P. (2018). Influência do conteúdo de química na elaboração de questões do novo ENEM associadas ao enfoque CTS. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 18(2), 699-726, <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018182699>.