



Estudos de sustentabilidade, ciência, tecnologia, sociedade e ambiente na graduação

Raquel Weyh Dattein¹

Maria Cristina Pansera-de-Araújo²

Resumo: Os estudos de Sustentabilidade são frequentes na graduação, com poucas ações, o que suscita investigações sobre o que os estudantes pensam da questão. Com esse intuito, dezoito aulas de uma turma da disciplina Meio Ambiente e Sustentabilidade (MAS), de uma universidade comunitária, no primeiro semestre/2019, foram acompanhadas com registros em áudio e videogravações, no Diário de Bordo da pesquisadora e em materiais produzidos pelos estudantes (trabalhos e provas). O objetivo da pesquisa se concentra em o que os estudantes pensam sobre a temática e, ainda, sobre as formas para modificar a relação Sociedade Humana e Ambiente (CTSA), na sua formação profissional inicial, na graduação, trazendo para discussão o enfoque da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. O estudo de caso de observação participante (YIN, 2005) considerou o processo desenvolvido. Este texto traz a categorização das respostas a uma pergunta da avaliação semestral dos 23 estudantes de diferentes cursos (Jornalismo, Engenharia Química, Medicina Veterinária, Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Elétrica, Farmácia, Ciências Biológicas – Bacharelado, Psicologia e Engenharia Civil) matriculados na MAS 1/2019. Fragmentos das respostas dos estudantes evidenciam relações CTSA e questões socioambientais, que potencializam interações dialógicas entre conhecimentos e experiências, numa perspectiva interdisciplinar.

Palavras-chave: Interdisciplinaridade. Currículo. Educação Ambiental.

Sustainability, science, technology, society and environment studies in undergraduate studies

Abstract: Sustainability studies are frequent in graduation, with few actions, which raises investigations about what students think about the issue. For this purpose, 18 classes of an Environment and Sustainability class - ES, in the first semester/2019, at a community university, were accompanied with audio and video recordings, in the researcher's logbook and materials produced by the students (works and evidence). The objective of the research focuses on what students think about the theme and ways to modify the relationship between Human Society and Environment, in their initial professional training, in graduation, bringing the CTSA approach to discussion. The case study of participant observation (YIN, 2005) considered the developed process. This text presents the categorization of responses to a question from the semester evaluation of 23 students from different courses (Journalism, Chemical

¹ Doutora em Educação nas Ciências. Professora de Ciências da Escola Municipal de Ensino Fundamental Santa Rita (EMEF SANTA RITA). Rio Grande do Sul, Brasil. ✉ raquel.dattein.bio@gmail.com. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9049-4750> Link do Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1590582291708025>

² Doutora em Genética e Biologia Molecular. Professora do Programa de Pós-Graduação em Educação nas Ciências da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUI). Rio Grande do Sul, Brasil. ✉ pansera@unijui.edu.br. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2380-6934>. Link do Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6707424118316750>

Engineering, Veterinary Medicine, Architecture and Urbanism, Electrical Engineering, Pharmacy, Biological Sciences - Bachelor's Degree, Psychology and Civil Engineering) enrolled at ES 1/2019. Fragments of the students' responses show Science, Technology, Society and Environment relationships and socio-environmental issues, which enhance dialogical interactions between knowledge and experiences, in an interdisciplinary perspective.

Keywords: Interdisciplinarity. Curriculum. Environmental education.

Estudios de sostenibilidad, ciencia, tecnología, sociedad y medio ambiente a nivel de grado

Resumen: Los estudios de sustentabilidad son frecuentes en la graduación, con pocas acciones, lo que suscita indagaciones sobre lo que los estudiantes piensan sobre el tema. Para ello, 18 clases de una clase de Medio Ambiente y Sustentabilidad (MAS), en el primer semestre/2019, en una universidad comunitaria, fueron acompañadas con grabaciones de audio y video, en Bitácora del investigador y en materiales producidos por los estudiantes (trabajos y evidencias). El objetivo de la investigación se centra en lo que los estudiantes piensan sobre el tema y las formas de modificar la relación Sociedad Humana y Medio Ambiente, en su formación profesional inicial, en la graduación, trayendo a discusión el enfoque CTSA. El estudio de caso de observación participante (YIN, 2005) consideró el proceso desarrollado. Este texto presenta la categorización de las respuestas a una pregunta de la evaluación semestral de 23 estudiantes de diferentes carreras (Periodismo, Ingeniería Química, Medicina Veterinaria, Arquitectura y Urbanismo, Ingeniería Eléctrica, Farmacia, Ciencias Biológicas - Licenciatura, Psicología e Ingeniería Civil) matriculados al MAS 1/2019. Fragmentos de las respuestas de los estudiantes muestran relaciones CTSA y cuestiones socioambientales, que potencian las interacciones dialógicas entre saberes y experiencias, en una perspectiva interdisciplinar.

Palabras clave: Interdisciplinariedad. Curriculum. Educación Ambiental.

1 Contextualização teórica

O termo sustentabilidade é polissêmico, e, no senso comum, é entendido como:

- preocupação com as ações humanas para atrair consumidores;
- consumir algo desnecessário, por estímulo da mídia;
- comprar verduras embaladas em plástico ou em sacolas retornáveis;
- destinar e tratar resíduos úmidos (folhas, cascas, ...) e
- v. acompanhar a compostagem desses materiais na formação de húmus, sem os destinar ao depósito de lixo (lixão); e,
- vi. propiciar respeito ao ambiente.

Essas compreensões são ouvidas com frequência, mas poucas vezes são problematizadas

e transformadas em ações efetivas que modifiquem as interações socioambientais no cotidiano.

A problematização dessas afirmações questiona os acontecimentos recentes, que anunciam novos sentidos civilizatórios, como propõe Leff (2002), ao afirmar que a sustentabilidade do desenvolvimento anuncia os limites da racionalidade econômica e apresenta outras concepções de vida, de justiça social e de responsabilidade com as futuras gerações. Ainda, apontam para a questão: como alterar esta relação Sociedade Humana e Ambiente, de modo a manter a qualidade de vida para todos os seres, numa perspectiva de sustentabilidade, a partir do enfoque CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), como fundamento da formação acadêmico-profissional da graduação, visando a atuação social?

Quanto ao enfoque CTSA, os aspectos científicos e tecnológicos na relação com a sociedade e o ambiente, mesmo controversos, são foco de preocupações, muitas vezes, relegadas. Para Vilches, Gil-Pérez e Praia (2011), as questões ambientais, biológicas, físicas e químicas relacionam as práticas educativas com a sustentabilidade, na dimensão social, abarcada na perspectiva CTSA.

A busca de referências sobre o tema resultou em identificar, no Repositório Contingente Livre (RODERIC – Espanha), dois textos, que articulam questões socioambientais e tecnocientíficas. No artigo um, Vilches e Gil-Pérez (2014) propõem relacionar sociedades humanas e sistemas naturais com o enfoque CTSA,

[...] que está comprometido com a plena integração ciência/sociedade, que rompa o isolamento do mundo acadêmico e multiplique a eficácia do trabalho conjunto. Não é, portanto, esperar que os movimentos de cidadãos reajam a posteriori aos efeitos negativos de um certo desenvolvimento técnico-científico, mas envolvê-los desde o primeiro momento na análise e tomada de decisão. (VILCHES e GIL-PÉREZ, 2014, p. 310, trad. própria).

O segundo artigo, “Evolução das investigações com enfoque CTS, CTSA e Sustentabilidade, em publicações Ibero-americanas (1995 a 2014)”, mostra poucos textos CTSA, na Revista Brasileira Ciência e Educação (C&E), e, predomínio da sustentabilidade articulada à educação ambiental, na Enseñanza de las Ciencias.

Embora, tenha havido mudanças rumo às abordagens CTSA e Sustentabilidade na última década, estas mudanças ainda são tímidas se tivermos em conta a necessária e urgente atenção e ações educativas e investigativas, que requerem os graves problemas socioambientais locais e

globais que a humanidade vem enfrentando, além do indispensável e urgente envolvimento do cidadão na implementação das medidas necessárias. (AGUIAR-SANTOS; VILCHES e BRITO, 2016, p. 1818).

Uma forma de envolvimento dos cidadãos em ações de mudanças é respeitar e cumprir os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), propostos na Agenda 2030 da ONU (Organização das Nações Unidas). Os ODS organizam o movimento global de proteção ao meio ambiente, ao clima e à sociedade, em metas que promovem a constituição de atividades, que minimizem e reorganizem as interferências humanas no contexto. Nesta pesquisa, um ODS fica em evidência:

ODS 13 - Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos.

Meta 13.2: Integrar medidas da mudança do clima nas políticas, estratégias e planejamentos nacionais.

Brasil: Integrar a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) às políticas, estratégias e planejamentos nacionais.

Indicadores: 13.2.1 - Número de países que comunicaram o estabelecimento ou a operacionalização de uma política/estratégia/plano integrado que aumente a sua capacidade de adaptação aos impactos adversos das mudanças climáticas e promova a resiliência climática e o desenvolvimento de emissões de gases de efeito estufa baixas de maneira que não ameacem a produção alimentar (incluindo um plano nacional de adaptação, uma contribuição determinada a nível nacional, uma comunicação nacional, um relatório de atualização bienal ou outro). (ONU, 2015).

Com esta contextualização, apresentamos a investigação acerca do que os estudantes pensam sobre a temática e formas para modificar a relação Sociedade Humana e Ambiente, na sua formação profissional inicial na graduação. A discussão do enfoque CTSA fundamenta esta abordagem para alterar as práticas dos profissionais na sociedade, desde as controvérsias atuais.

2 Metodologia

Neste estudo, foram acompanhadas dezoito aulas de uma turma da disciplina de Meio Ambiente e Sustentabilidade (MAS), no primeiro semestre/2019, em uma universidade comunitária, sendo os dados coletados com base em áudio e vídeogravações, registros no Diário de Bordo da pesquisadora e nos materiais produzidos pelos estudantes (trabalhos e provas). É um recorte da pesquisa aprovada pelo comitê de ética e pesquisa da universidade, em que os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

A disciplina Meio Ambiente e Sustentabilidade (MAS) faz parte do rol daquelas

obrigatórias da Formação Geral e Humanista de todos os cursos de graduação desta universidade comunitária.

É um estudo de caso de observação participante (YIN, 2005), em que foram categorizadas as respostas dos vinte e três estudantes de diferentes cursos de graduação (Jornalismo, Engenharia Química, Medicina Veterinária, Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Elétrica, Farmácia, Ciências Biológicas – Bacharelado, Psicologia e Engenharia Civil), matriculados na MAS 1/2019, a uma pergunta da avaliação semestral. Os fragmentos das respostas dos estudantes evidenciam relações CTSA e questões socioambientais, que potencializam interações dialógicas entre conhecimentos e experiências, numa perspectiva interdisciplinar.

A autoria e anonimato dos vinte e cinco participantes (estudantes, professora titular e pesquisadora) foram preservadas nomeando: estudantes - E1, E2 [...] E23; professora titular da turma (PA) e pesquisadora (PES). Os dados foram organizados e observados com Análise Textual Discursiva - ATD (MORAES e GALIAZZI, 2016). Foram analisadas as respostas da questão: “Os estudos do IPCC (Painel Intergovernamental para as Mudanças Climáticas) mostram relações entre as emissões de gases do efeito estufa e mudanças nos ciclos biogeoquímicos, bem como vulnerabilidades dos sistemas naturais e socioeconômicos às mudanças climáticas, propondo opções para mitigação delas. Exemplifique com ações humanas e seus impactos”. Os fragmentos selecionados e representativos das categorias foram colocados em letra itálica 11, para diferenciar das citações, e com recuo de 1,25 cm.

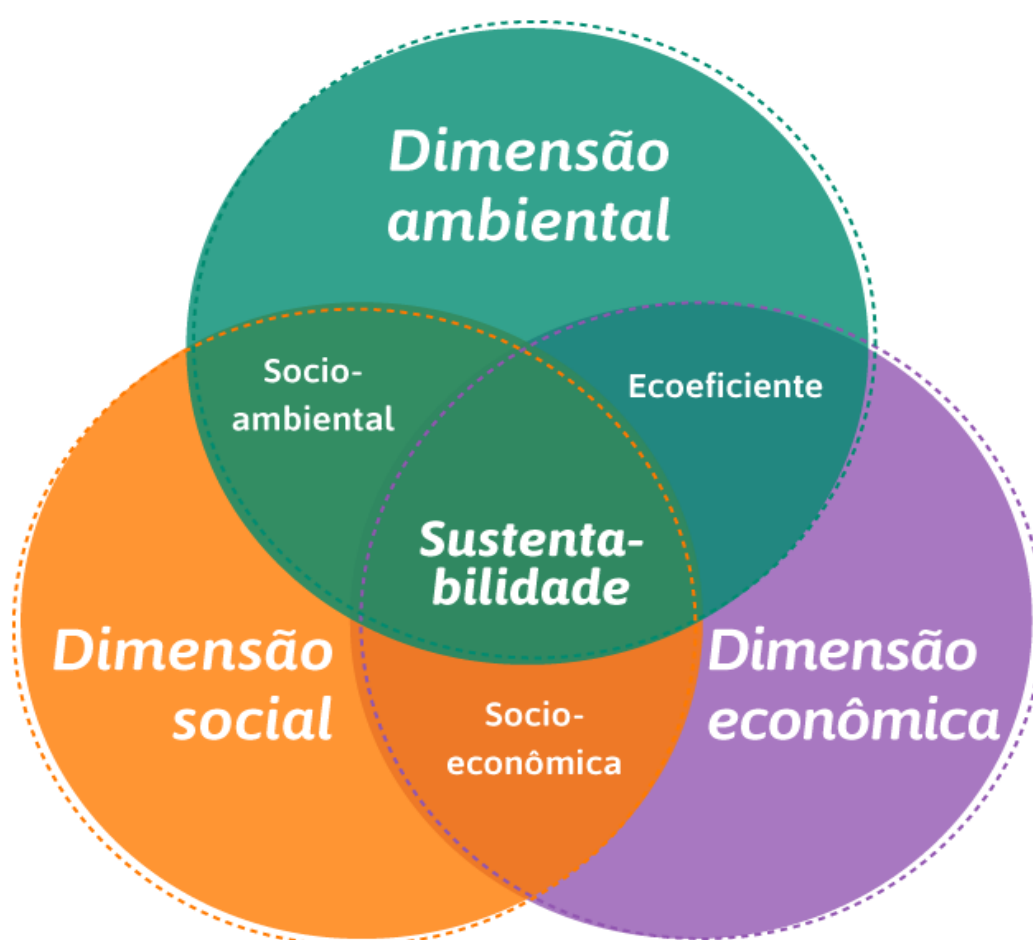
3 Resultados e discussões

A figura 1 sistematiza as relações entre as dimensões ambiental, econômica e social abordadas no desenvolvimento da disciplina. São dimensões que orientam a sustentabilidade e o enfoque CTSA, tanto no aspecto local quanto mundial, e que devem ser organizadas de modo integral, a fim de garantir um planeta habitável para as próximas gerações humanas e de outros seres vivos.

A dimensão ambiental é constituída da socioambiental e da ecoeficiente, em que o foco do estudo é com a matéria-prima disponível. Cada material não reciclado abre espaço para um novo produto, que depende da água, de energia e de outros produtos naturais para ser fabricado. Além disso, materiais sintéticos são fabricados a cada dia em maior quantidade, com durabilidade e resistência, além de serem

atrativos para o público. Ao realizar compras cotidianas, cada cidadão deve refletir sobre que produto é esse, quais os materiais que o compõem, como foi produzido, qual a necessidade dele nas suas atividades e que resíduos resultam. A discussão desses questionamentos na formação acadêmico-profissional pode produzir outras reflexões críticas.

Figura 1: Dimensões da sustentabilidade.



Fonte: Núcleo de Design & Sustentabilidade da UFPR, 2020.

A dimensão social abarca estas questões socioambientais e socioeconômicas, pois como seres humanos, necessitamos consumir diariamente, e nem sempre fazemos isso de modo consciente. Ao fazer um lanche da tarde, por exemplo, é mais fácil abrir um pacote de bolachas do que descascar algumas frutas e tomar um iogurte caseiro, mas nos acostumamos com isso. O quanto de lixo produzimos diariamente ao ingerir produtos industrializados? Ou comprando produtos em bandejas de isopor

que vão para aterros sanitários posteriormente?

E, por último, mas que também está integrada às outras duas, a dimensão econômica, que envolve a ideia ecoeficiente (algo eficiente com um impacto ambiental reduzido, menos recursos e menos resíduos) e socioeconômica. A qualidade de vida é buscada pelos cidadãos, um ambiente menos poluído, sacolas e garrafas retornáveis, enfim, comprar mais e gastar menos, mas nem sempre a propaganda é totalmente verdadeira. Um exemplo que está predominando na região noroeste do Rio Grande do Sul são as placas fotovoltaicas nas residências, vendidas com selo ecoeficiente, economia de energia entre outras vantagens.

Essas dimensões possuem o enfoque CTSA como fundamento, pois para toda essa organização em sociedade, a ciência e tecnologia são necessárias. Contudo, como fica o ambiente diante das consequências dessas atividades? As toneladas de lixo produzidas diariamente com destino e gerenciamento inadequado, a quantidade de água necessária para produção de alimentos, a poluição provocando efeito estufa, etc. são questões socioambientais controversas, que geram discussões quanto ao crescimento econômico desenfreado e insustentável. Alcançar qualidade de vida para todos com desenvolvimento sustentável exige repensar as ações diante dos problemas ambientais.

A partir desses pressupostos, as vinte e três respostas à questão “Os estudos do IPCC mostram relações entre as emissões de gases do efeito estufa...”, citada na metodologia, foram unitarizadas e analisadas com a ATD (MORAES e GALIAZZI, 2016), buscando palavras que se aproximavam: Ciência, Tecnologia, Sociedade Humana, Sociedade Natural, Ambiente e Natureza. Justificamos a escolha desses conceitos, desenvolvidos ao longo das aulas antes da avaliação, que estão inseridas na questão da sustentabilidade. Após esse processo, destacamos as categorias emergentes: i. Desmatamento, lixo e alimentação; ii. Poluição; e uma à priori: iii. Questões socioambientais. Logo, elaboramos o metatexto a partir dessas categorias.

i. Categoria desmatamento, lixo e alimentação:

Ações humanas como desmatamento, lixo em lugares inadequados, aumento da necessidade de alimentos, desmatamento para produção de gado (E21 Medicina Veterinária, 2019);

Desmatamento de áreas de preservação associadas às queimadas das florestas

(gerando poluição) e catástrofes cada vez mais recorrentes (deslizamento de terra, furacões, ciclones, ...) (E2 Arquitetura e Urbanismo, 2019)

As respostas de E21 e E2 mostram a identificação das consequências da falta de cuidado com o ambiente. Já outros estudantes registraram o que se espera da ciência e tecnologias disponíveis para reduzir os danos, por meio de processos que minimizem a exploração e intervenção descabida do ambiente. A seguir, são apresentados os fragmentos das respostas.

“A reversão seria os países (re)utilizarem produtos, usarem transporte comunitário, alimentação vegetal e orgânica” (E21).

[...] mas precisamos olhar com cuidado onde vivemos, pois é nossa casa [...] parar de cortar as árvores e iniciar um projeto de reflorestamento em todas as cidades [...] consciência sobre a coleta de lixo e reciclá-lo adequadamente, investir mais na nossa própria casa, nosso planeta (E9 Medicina Veterinária).

[...] urbanização controlada, utilização de menos poluentes e agrotóxicos, consumo consciente e descarte adequado dos resíduos. (E2 Arquitetura e Urbanismo).

[...] Então, para que ainda possamos continuar vivendo aqui (nós e futuras gerações) devemos mudar alguns hábitos, como andar menos de carro, usar bicicleta ou transporte público, plantar árvores em nossa casa para ajudar no sequestro de carbono, produzir menos resíduo sólido... (E23 Engenharia Química).

Os fragmentos dos estudantes (E21, E9, E2 e E23) trazem a ideia de sustentabilidade, ao se preocupar com as futuras gerações, o que não é tão comum na sociedade. Para tanto, é indispensável que a graduação, como formadora de profissionais, esteja preocupada com ações de sustentabilidade, de pensar e desafiar seus acadêmicos a fazer diferente, visando o bem comum.

O contexto atual de intensas mudanças sociais e ambientais, decorrentes do desenvolvimento científico e tecnológico, apresenta como um de seus desafios a necessidade de propiciar a formação de profissionais para o exercício pleno da cidadania, participação em processos de tomadas de decisões, compreensão das relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), o que requer um novo posicionamento dos sujeitos. (OLIVEIRA e KIOURANIS, 2020, p. 1001).

As articulações com o enfoque CTSA, as metodologias de ensino e o planejamento de ações sustentáveis são visíveis nos excertos das respostas dos estudantes. Destacamos as relações estabelecidas por E2 (Arquitetura e Urbanismo)

entre o curso e uma postura sustentável, na sua preocupação com uma urbanização controlada, o que é corroborado por Aguiar-Santos, Vilches e Brito (2016, p. 1813):

[...] para tornar possível a transição para a Sustentabilidade se faz necessário incorporar a investigação e tomada de decisões por parte de cidadãos e cidadãs que não fazem parte da área acadêmica, mas cujos objetivos, conhecimento e capacidade de intervenção são essenciais para definir e desenvolver estratégias viáveis.

Ainda, é possível identificar, entre os jovens, opiniões com base naquelas dos grupos de adultos com os quais convivem. Em decorrência disso, a tomada de decisão desses sujeitos pode ser falha, pois, muitas vezes, o embasamento científico e tecnológico para orientar as escolhas é pouco. No entanto, esses entendimentos frágeis se espalham rapidamente, por vezes, desconhecendo a realidade e os estudos realizados durante anos. Salientamos a importância de discussões fundamentadas no enfoque CTSA, na educação superior, em relações de sustentabilidade aliadas ao progresso da humanidade sem destruir o ambiente no qual vivemos.

A poluição do ar, do solo e da água são exemplos dessa falta de cuidado com o ambiente, que será abordada na próxima categoria.

ii. Categoria *poluição*.

A poluição é um dano, uma degradação ao ambiente e, aos seres vivos que estão se desenvolvendo nele, indiferente do local. Os seres humanos de todo planeta e os processos naturais provocam, diariamente, a poluição atmosférica, hídrica, dos solos, sonora e visual, como mencionado por Sesso et. al (2023): “o estabelecimento de grau de sustentabilidade por meio de indicadores são passos importantes para que os países conheçam o nível de poluição e determinem metas de redução e adequação dos sistemas produtivos para alcançar a sustentabilidade”. A poluição diária por meio da descarga dos veículos movidos a derivados de petróleo, a liberação de gases por indústrias causam problemas irreversíveis, como citados pelos estudantes:

[...] *poluição é um dos problemas diretamente relacionados [...] A população vai aumentando seu consumo, aumentam as produções e poluição* (E2 Arquitetura e Urbanismo).

[...] *A poluição do ar é uma das principais consequências das atitudes humanas. [...] conscientização emergencial da população para diminuir a poluição individual, e o poder governamental tomar medidas para que o cuidado ambiental e atmosférico*

fosse levado a sério tendo em consciência que sem a terra e ar não poderá existir vida (E7 Medicina Veterinária).

[...] Quando depositamos lixos nas ruas, quando desmatamos, quando poluímos o ar através do uso de combustíveis fósseis, estamos contribuindo para mudanças climáticas. É visível que quanto mais gases poluentes emitidos para a atmosfera mais estamos contribuindo para o efeito estufa (E23 Engenharia Química).

E2, E7 e E23 evidenciam preocupação com a poluição e a responsabilidade dos seres humanos com a questão. Além da preocupação, apontam possíveis soluções para alterar a situação atual. É possível perceber a apropriação da linguagem acadêmica nos processos argumentativos desencadeados frente aos problemas observados, a partir do embasamento teórico desenvolvido na disciplina MAS. São práticas educativas que relacionam o enfoque CTSA, desmistificando a neutralidade científica e tecnológica, abarcando a vida dos estudantes, que fazem parte da sociedade, a fim de os desafiar como cidadãos, políticos e sujeitos a responsabilizar-se pelo ambiente em que vivem e convivem com os outros seres vivos.

A Educação CTSA, buscando reconhecer a natureza e as consequências das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, não concebe ciência e tecnologia como empreendimentos isolados e neutros, mas imersos em tramas complexas que envolvem interesse, valores, aspectos políticos, econômicos e culturais. (SANTOS e CARVALHO, 2020, p. 324).

O enfoque CTSA tem a pretensão de problematizar as questões ambientais e suas relações com a Ciência, Tecnologia e Sociedade, e, quando usado para fundamentar as aulas de graduação, possibilita o desenvolvimento de ideias, argumentos e posicionamentos diferenciados dos estudantes, na perspectiva da formação geral e humanista. Assim, as controvérsias tecnocientíficas e socioambientais possibilitam reconhecer o posicionamento de cada estudante, na sua formação profissional, quanto à sua função social para diminuir os impactos negativos no meio ambiente. A identificação dos motivos e os conhecimentos adquiridos, no decorrer das aulas, oportunizou reflexões sobre pequenas ações que podem ser feitas por cada um na sua atuação.

iii. Categoria Questões Socioambientais

Algumas ações humanas que causam grandes efeitos socioambientais são: o desmatamento de forma abundante, a emissão de gases, no caso, exagerado de

transportes particulares, o descarte errado de lixo ou orgânico quando poderia haver a separação correta e ser reaproveitado (E1 Medicina Veterinária).

Ações humanas: desmatamento, pois as árvores são uma das responsáveis pela absorção de gases que contribuem para o efeito estufa; e a produção de gases através de indústrias sem nenhum tipo de cuidado com os mesmos, esses gases também influenciam no efeito estufa. Medidas para reversão, plantar mais árvores em cidades, leis melhor fiscalizadas em relação ao desmatamento e filtração de gases das indústrias (E17 Medicina Veterinária).

Para melhorar esses impactos e preservar ainda o que existe, a população deve se conscientizar, fazer a sua parte, separar o lixo, cuidar onde descartar, consumir só o necessário, optar por meios de transportes alternativos, cultivar as florestas e plantar árvores (E8 Farmácia).

As ações humanas estão dia após dia determinando a vida na Terra. Durante séculos a busca por poder e crescimento fez aumentar muito a poluição e o desmatamento, seja através da emissão de gases, exploração de petróleo e minério, enorme crescimento populacional e criação de novas cidades, entre outros. Tais exemplos são responsáveis por toda a mudança climática e problemas no meio ambiente. (E14 Engenharia Civil).

Chama a atenção que os estudantes E1 e E17, que são do curso de Medicina Veterinária, E8 (Farmácia) e E14 (Engenharia Civil) demonstraram a mesma preocupação com as questões socioambientais, centrada principalmente nos desmatamentos e cuidados com o uso de materiais elaborados pelos humanos, que por um lado não são decompostos pela natureza e são descartados sem cuidado em lugares inadequados. Essa discussão promove outros olhares sobre as consequências das ações humanas, independente da profissão escolhida, que propiciem *mudar o mundo* para todos viverem bem.

Ainda, é possível observar nas respostas dos estudantes a relação entre as queimadas, o desmatamento, a poluição atmosférica e as mudanças climáticas. Ao retomar o ODS 13 que propõe: “tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos” (ONU, 2015), percebemos, nos excertos abaixo, que os estudantes estão preocupados com essa situação. A cada dia, as estações do ano (Inverno, Primavera, Verão e Outono) estão indefinidas. No caso das temperaturas, nos meses de inverno, por exemplo, alguns dias são muito frios (-5°C até 10°C), noutros observa-se uma variação de 20°C até 25°C . Em outros dias, ainda, iniciamos com frio (6°C) e ao final da tarde estamos com 30°C . É uma variação extrema, sem falar na falta ou

excesso de chuvas.

Outros fragmentos das respostas dos estudantes, que identificam os problemas ambientais e a intervenção humana, são apresentados a seguir:

As queimadas, as fábricas, os automóveis, etc., tudo isso polui o ar ocorrendo mudanças climáticas como frio e calor extremos, chuvas devastadoras, épocas de seca (E7 Medicina Veterinária).

Atualmente o problema já está tão agravado que é impossível impedi-lo, mas pode ser que tenha algum modo de diminuir ou reparar algum dano com o uso da engenharia (uma alternativa perigosa) mudança nos governos dos países, principalmente os mais poluentes, alguma forma de diminuir a poluição para evitar tantas mudanças climáticas (E14 Engenharia Civil).

As ações humanas são as mais diversificadas possíveis, um exemplo é o desmatamento nas florestas, ela é uma das principais fontes de absorção de CO₂ e regulação da chuvas. Conforme as matas são derrubadas cada vez mais encontra-se CO₂ na atmosfera e com isso a temperatura Global só tende a aumentar. A fiscalização mais eficiente e ética em regiões proibidas de desmatamento é o plantio de árvores nessas áreas já desmatadas. São medidas interessantes de serem tomadas (E22 Engenharia Química).

Destruição de florestas, poluição, degradação ambiental, destruição de ecossistemas inteiros são exemplos de ações humanas que geram um impacto não só no planeta, como também nas populações humanas e, que já deveriam ter parado de fingir que a terra não está com os seus recursos esgotados e começarem as medidas para reversão dessas ações, como por exemplo, adotar medidas sustentáveis dentro de fábricas para evitar emissão de gases, o Governo deveria apoiar financeiramente vários programas ambientais (E3 Medicina Veterinária).

São ações humanas que afetam nosso ecossistema, o desmatamento, as queimadas das plantações, os gases liberados tanto por elas quanto pelos milhões de carros que circulam diariamente nas cidades, a redução de áreas verdes nas cidades (pela densidade alta de prédios). São medidas para redução dessas emissões como a utilização de rejeitos industriais na fabricação de tijolos, de solo, de cimento, ou da lama da catástrofe de Mariana, também na produção de tijolos e criação de tecnologias que reduzam a emissão de gases do efeito estufa, como em carros elétricos (E18 Arquitetura e Urbanismo).

O desmatamento de florestas, poluição, a grande quantidade de fábricas, carros,

aumento populacional, aumento de geração de resíduos e consumo excessivo dos recursos naturais fazem com que as mudanças climáticas, entre outros problemas, ocorram de forma gradativa. Uma das iniciativas da educação ambiental para a conscientização da população (E20 Ciências Biológicas).

Os estudantes E7, E14, E22, E3, E18 e E20 apresentam os problemas ao mesmo tempo em que apontam a necessidade de mudar as ações dos seres humanos entre si e com o meio, por meio do ensino. Santos e Carvalho (2020, p. 325) contribuem com a discussão ao afirmarem que:

Defendemos, em síntese, uma agenda formativa que seja capaz de se apropriar dos ideários de progresso e desenvolvimento a partir de uma perspectiva dialética. Contudo, é fundamental que essa agenda seja apropriada pelo ensino de ciências, seja por meio da Educação CTSA, alfabetização científica, QSC ou outra que se alinhe, pois essa, reconhecemos, é uma via de constituir uma cultura de ensino sobre Ciência e Tecnologia – para além do ensino de.

Nas afirmações dos estudantes foram anunciados alguns aspectos que exigem modificações urgentes, uma vez que “discursos ambientais controversos parecem resultar de rearticulações discursivas dinâmicas e híbridas, as quais informam diferentes compreensões (e reações) de indivíduos e grupos sociais acerca dos problemas e conflitos socioambientais” (COSENZA e MARTINS, 2013, p. 74-5).

4 Considerações finais

A discussão dessas questões provoca a formação de outra consciência científico-tecnológica pelos futuros profissionais, na universidade, além de reflexões críticas sobre as ações humanas.

O enfoque CTSA, relacionado com a Sustentabilidade, tem a pretensão de problematizar criticamente os avanços científicos e tecnológicos produzidos diariamente. Esses avanços trazem benefícios para o bem-estar da sociedade, ao otimizar algumas funções humanas ou evitar doenças causadas pela poluição ambiental e desmatamento, ao mesmo tempo em que, entre outros aspectos, provocam problemas ao criar artefatos tecnológicos com vida útil limitada, que poluem

o ambiente.

São demandas que geram conflitos, pois é preciso produzir, vender, comprar, numa lógica de mercado em que sempre é buscado lucrar mais. Essas posições constituem um debate muitas vezes tenso, mas imprescindível na formação de cidadãos que convivem com esses problemas socioambientais.

Referências

AGUIAR-SANTOS, D.; VILCHES, A.; BRITO, L. P. Importância concedida à CTSA e sustentabilidade em revistas de investigações científicas educacionais no Brasil e Espanha. **Indagatio Didactica**, Aveiro, v. 8, n. 1, p. 1809-1820, jul. 2016.

COSENZA, Angélica; MARTINS, Isabel. Controvérsias Socioambientais no Contexto da construção de sentidos sobre relações entre energia e ambiente na escola. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. Vol. 13, No3, 2013.

GONÇALVES, Mariana Schmitz. **As dimensões da Sustentabilidade** - As faces ambiental, econômica e social para um mundo melhor. Núcleo de Design & Sustentabilidade da UFPR (NDS).

LEFF, E. **Saber ambiental: sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder**. Buenos Aires: PNUMA; Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades/UNAM; Siglo Veintiuno Editores, 2002

MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. **Análise textual discursiva**. 3ª edição ampliada e revisada. Ijuí: Ed. Unijuí, 2016.

OLIVEIRA, R. dos S.; KIOURANIS, N. M. M. Análise dos projetos pedagógicos dos Cursos de Licenciatura em Química Paranaenses: as compreensões tecidas à luz do enfoque CTSA. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2020.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Objetivos de desenvolvimento sustentável**. 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs> Acesso em: 27 nov. 2022.

SANTOS, P. G. F. dos; CARVALHO, W. L. P. de. Um ensaio sobre a perspectiva dialética das insígnias de progresso e desenvolvimento científico e tecnológico para o ensino de ciência. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 309–326, 2020.

SESSO, Patrícia Pompermayer; MENDES, Flávio Henrique; SESSO FILHO, Umberto Antonio; ZAPPAROLI, Irene Domenes. Agronegócio de países selecionados: análise

de sustentabilidade entre o PIB e emissões de CO₂. **Rev. Econ. Sociol. Rural** 61 (2), 2023.

VILCHES, A.; GIL-PÉREZ, D. La incorporación de la Ciencia de la sostenibilidad en la formación de docentes en educación CTSA. **Revista Uni-Pluri/versidad**, v. 41, n. 2, p. 308-313, 2014.

VILCHES, A.; GIL-PÉREZ, D.; PRAIA, J. De CTS a CTSA: educação por um futuro sustentável. In: Santos, Wildson Luiz Pereira dos; Auler, Décio (Org.) **CTSe educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, p. 185-209, 2011.

YIN, Robert. **Estudo de caso - planejamento e métodos**. Tradução Daniel Grassi. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.