



## CONTROVÉRSIAS SOCIOCIENTÍFICAS NO DESENVOLVIMENTO DO ENFOQUE CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE NOS CURSOS DE ENSINO SUPERIOR

### Socio-Scientific Controversies in the Development of the Science, Technology, Society and Environment Approach in Higher Education Courses

Raquel Weyh Dattein<sup>1</sup>

Maria Cristina Pansera-de-Araújo<sup>2</sup>

**Resumo:** As controvérsias sociocientíficas constituem o cotidiano das instituições de ensino, desafiando o professor, em formação continuada, a articular seus conhecimentos de modo interdisciplinar. O artigo tem por objetivo reconhecer as controvérsias sociocientíficas que mobilizaram o desenvolvimento das concepções de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), significadas pelos graduandos de diferentes cursos, na disciplina Meio Ambiente e Sustentabilidade (MAS), e a evolução da compreensão conceitual do tema em um semestre de graduação. A metodologia utilizada foi a abordagem microgenética, na matriz histórico-cultural, de episódios oriundos de um estudo de caso do tipo observação participante. Como resultados, identificamos indícios de evolução da compreensão conceitual dos estudantes sobre CTSA, meio ambiente, sustentabilidade e ecologia, na relação com as expectativas da formação profissional.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade. Desenvolvimento profissional. Controvérsias sociocientíficas.

**Abstract:** Socio-scientific controversies are increasingly present in educational institutions, challenging the teacher, in continuing education, to articulate his knowledge in an interdisciplinary way. This article aims to recognize concepts of Science, Technology, Society and Environment (CTSA) meant by undergraduate students from different courses, in the Environment and Sustainability (MAS) discipline, and the evolution of the understanding of these concepts, over a semester in University education. The methodology used was the microgenetic approach, in the historical-cultural matrix, of episodes from a participant observation case study. As a result, we identified evidence of evolution in the students' conceptual understanding about the CTSA, environment, sustainability and ecology in relation to the expectations of professional training.

**Keywords:** Sustainability. Professional development. Socio-scientific controversies.

---

<sup>1</sup>Doutoranda e Mestre em Educação nas Ciências pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (Unijuí) e professora da rede pública do Rio Grande do Sul. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9049-4750>. E-mail: [raquel.dattein.bio@gmail.com](mailto:raquel.dattein.bio@gmail.com)

<sup>2</sup>Doutora em Genética e Biologia Molecular pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e professora do Departamento de Biologia e Química e do Programa de Pós-graduação em Educação nas Ciências da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ). Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2380-6934>. E-mail: [pansera95@gmail.com](mailto:pansera95@gmail.com).



## 1 Introdução

A educação deve objetivar o desenvolvimento ideal da humanidade, com ênfase na autonomia, no pensamento crítico, com foco na formação profissional dos sujeitos, na educação superior, que nela ingressam, ancorada na preocupação dos professores em ensinar os conceitos de cada disciplina, para a constituição de cidadãos conscientes de seus atos e disseminadores de outras possibilidades de interação com o ambiente a ser preservado para a vida no planeta. Os profissionais em formação acadêmica profissional, indiferente da área de atuação, já apresentam uma determinada visão de mundo tradicional, ainda marcada pela relação de domínio sobre a natureza, que precisa ser questionada e repensada na busca do reconhecimento de que os humanos constituem e são constituídos pelas interações com outros seres vivos.

As novas tecnologias digitais desenvolvidas pelos cientistas chegam cada vez mais rápido na sociedade, e geram produtos novos que substituem os velhos, e precisam ser descartados com cuidado, na perspectiva de reciclar e reaproveitar, a fim de não agredirem o meio ambiente. Nesse sentido, consideramos com Vilches, Pérez e Praia (2011), que a compreensão das relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) é fundamental na formação dos graduandos, para que percebam as nuances da questão, não como simplesmente dada, mas para se posicionarem frente o que fazer para cuidar do planeta Terra, e garantir a vida de todos os seres (humanos e não humanos).

Desse modo, justificamos a pesquisa na educação superior, ao propor a identificação das controvérsias sociocientíficas, que mobilizam as concepções de CTSA, significadas pelos graduandos de diferentes cursos, na disciplina Meio Ambiente e Sustentabilidade (MAS), e a evolução da compreensão desses conceitos, ao longo de um semestre de graduação.

Logo após esta introdução, na sequência, caracterizamos teoricamente o enfoque CTSA, as controvérsias sociocientíficas, e a perspectiva histórico-cultural, bases para nossas análises.

## 2 Fundamentos teóricos

Os problemas, que afetam a sociedade, também, geram questões de pesquisa para os cientistas, como controvérsias sociocientíficas. As epidemias de Dengue, Zika e Chikungunya, causada por vírus transmitidos pelo mosquito *Aedes aegypti*, tem desafiado pesquisadores. Na solução desta questão, como produção de vacinas, antes que se torne uma pandemia, e cause mais mortes no país. Outra situação problemática foi o rompimento das barragens de Mariana e Brumadinho, em Minas Gerais, que causou muitas mortes de humanos e de outros seres vivos (plantas, animais, fungos, bactérias), além de poluir os rios e solos. Nestes exemplos, vemos como os avanços científicos e tecnológicos ainda não são suficientes para solucionar todas as questões. Nem sempre o conhecimento científico tem respostas imediatas para tudo, por este motivo é crucial a discussão dessas questões em sala de aula (AIKENHEAD, 1996, 2005; AULER; BAZZO, 2001; PANSERA-DE-ARAÚJO *et al.*, 2009; SANTOS; MORTIMER; 2002; TENREIRO-VIEIRA; VIEIRA, 2016). Em 2020, a pandemia do COVID-19 constitui um tema, que suscita muitas pesquisas e discussões sobre as relações CTSA.

[...] apostamos que a abordagem de questões sociocientíficas, no sentido de complementaridade, condicionada ao tratamento dado aos objetivos do campo da educação CTS e que contemple aspectos teórico-epistemológicos e éticos do enfoque CTS, pode desenvolver saberes com significado científico, social e cultural, na formação de professores de Ciências. Essa contribuição ao processo formativo de professores, poderá implicar melhorias no ensino de Ciências e avanços na educação



CTS. Merece ainda ressaltar, que as discussões estabelecidas refletem um esforço de colaboração para repensar os currículos com enfoque CTS, no processo formativo de professores da educação básica, particularmente de Ciências, que resultem na formação de um professor que, consciente e autonomamente, reconheça e assuma seu compromisso com a construção da cidadania na qualidade de profissional da educação, tendo condições para um enfrentamento crítico perante os desafios de lidar com a questão ciência-tecnologia-sociedade. (AZEVEDO *et al.*, 2013, p. 96).

Desde a década 1960/1970 (CEREZO, 2002), o enfoque CTS propõe alterações no currículo de educação básica e superior, por incentivar o debate de temas atuais e controversos, em sala de aula. Atualmente, as epidemias que afetam a saúde das pessoas, ainda têm gerado dúvidas, que podem ser resolvidas com o auxílio do professor e pesquisas em materiais confiáveis. Neste viés, a alfabetização científica e tecnológica dos sujeitos, a curiosidade pela ciência e tecnologia, e o desenvolvimento do pensamento crítico (ACEVEDO DÍAZ; VÁZQUEZ ALONSO; MANASSERO MAS, 2001) são aspectos a serem significados pelos sujeitos na formação dos profissionais em nível regional, nacional e internacional.

[...] a perspectiva CTS para América Latina, além de envolver os estudantes no estudo e problematização dos antecedentes sociais que determinam o desenvolvimento científico e tecnológico e na análise das consequências sociais e ambientais da produção científica (em conjunto com os fatores éticos imersos no avanço tecnocientífico), deve acrescentar a esses estudos, a consideração do contexto territorial e cultural da região, entendendo que é preciso estruturar num novo modelo de desenvolvimento, que promova o respeito pelos recursos naturais e humanos, que procure diminuir a desigualdade e permita a recuperação/criação da própria cultura do povo latino-americano. (RODRÍGUEZ; DEL PINO, 2017, p. 17).

No contexto em sala de aula, os estudantes aproximam-se do conhecimento para além do seu cotidiano, contrapondo opiniões e conhecimentos científicos, promovendo discussões sobre a existência de vida em outros planetas, e a curiosidade sobre a possibilidade de limpar todo lixo do planeta. Nem sempre como professores, temos as respostas, a ciência em si tem inúmeras perguntas, mas é necessário orientar os estudantes para buscar mais informações sobre os assuntos.

O ambiente é citado no enfoque CTS, contudo, propomos assumir o mesmo com articulação mais evidente constituindo as relações CTSA (VILCHES; PÉREZ; PRAIA, 2011; PANSERA-DE-ARAÚJO, 2019). Uma vez que vivemos em vários ambientes (casa, trabalho, lugares de lazer, parques ao ar livre, praia, campo, matas...), situações-problema acontecem, e necessitam ser resolvidas. Além disso, os ambientes sociais, culturais e naturais precisam ser preservados para convivermos neles, de modo que seja reduzida a produção de resíduos sólidos, gerenciado e cuidado o destino destes resíduos, o saneamento básico, a higiene pessoal, a redução do consumo e a reutilização de materiais, dentre outros. A responsabilidade com o ambiente e a interferência provocada é dos seres humanos. Assim, o ambiente é lugar de vida e de interações sociais, culturais, econômicas e políticas, que constituem o enfoque CTSA:

[...] trata-se de possibilitar aos alunos uma educação em ciências mais contextualizada e capaz de os dotar de competências para agir e interagir com o meio que os rodeia, bem como para tomarem decisões informadas e conscientes necessárias à resolução de problemas do cotidiano, isto é, permite formar os alunos em futuros cidadãos, capazes de tomar decisões informadas científica e tecnologicamente, acerca de



questões (pessoais, profissionais e sociais) que podem influenciar ou condicionar o seu modo de vida e que são necessárias para agir de forma democrática e responsável, de compreender os desafios sociais da Ciência e das interações recíprocas que tem com a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente. Trata-se de ser capaz de avaliar os impactos, quer positivos, quer negativos, da Ciência e da Tecnologia nos contextos pessoais e sociais cotidianos, nomeadamente em questões sociocientíficas que envolvam debates éticos e sociais. (FERNANDES; PIRES; DELGADO-IGLESIAS, 2018, p. 877).

Em sua tese, Moreno (2015) defende o uso de QSC (Questões Sociocientíficas), como uma abordagem que auxilia a práxis de CTSA, em que a pesquisadora propõe mediar controvérsias sociocientíficas, com compreensões de Natureza da Ciência contemporânea, “o fato da disciplina ter constituído um espaço formativo que reuniu licenciandos de distintas áreas (Inglês, Pedagogia Infantil, Biologia e Ciências Sociais), possibilitou o reconhecimento de visões dicotômicas, integradas, objetivistas, dinâmicas e contextualizadas”, numa proposição de avançar numa formação crítica, política e ética, ou melhor, “uma importante possibilidade de análise e reflexão diante do desafio de entender a ciência atual, conforme as constantes controvérsias abrangidas nas QSC” (MORENO, 2015, p. 212). Em sua atuação no ensino superior, Moreno conseguiu abordar inúmeros assuntos que exigiram dos licenciandos um posicionamento, baseado no conhecimento científico, político, histórico, econômico, cultural e social, como por exemplo, a produção de células sintéticas, e ela conclui que a abordagem de QSC

[...] representou uma forma explícita de trabalhar a NdC<sup>3</sup>, demonstrando avanços nas visões caracterizadas inicialmente. Os diferentes licenciandos identificaram controvérsias que exigiram deles posicionamentos éticos e políticos, os quais constituíram importantes contribuições para sua formação inicial. (MORENO, 2015, p. 24).

As QSC são possibilidades de utilizar o enfoque CTSA em currículos das instituições de ensino conforme Martínez (2010), por ter potencial de nortear as metodologias dos professores mais integradas aos profissionais que estão sendo formados no ensino superior, realizando perguntas sobre o cotidiano dos seus alunos e integrando suas respostas aos conceitos da disciplina. Em sua tese, Martínez (2010) fez um estudo com professores do Ensino de Ciências, sobre a importância de acompanhar a sua própria formação continuada, que pode ser aplicada ao entendimento de professor universitário, que usa da problematização do contexto do estudante para encaminhar a mediação dos conceitos, uma vez que “a abordagem de QSC em sala de aula pode favorecer a incorporação dos objetivos pedagógicos da perspectiva CTSA à prática docente” (p. 238).

Desde esta preocupação, buscamos, em teses e dissertações armazenadas no Portal da Capes, a abordagem do enfoque CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) ou CTSA, no período de 2014 a 2018, a partir de áreas de conhecimento e de concentração, na Educação Superior, para posterior leitura dos títulos e resumos. As pesquisas com enfoque CTS foram mais frequentes na educação (409 dissertações e 146 teses), já aquelas com CTSA, mais abordadas no ensino (159 dissertações e 16 teses).

No título, resumo e palavras-chave das 159 dissertações e 16 teses com a palavra-chave CTSA, a maioria descreveu e analisou o desenvolvimento de ações pontuais, no ensino de

---

<sup>3</sup> Natureza da Ciência.

Ciências, Biologia, Física ou Química na Educação Básica, tanto em estágios curriculares, quanto propostas feitas por professores titulares, tais como sequências didáticas em oficinas de formação continuada. Inferimos que o enfoque CTSA está sendo desenvolvido, nas instituições de ensino, porém não como processo contínuo, apenas num período de tempo relativamente curto, sem sinalização de currículos planejados, nessa perspectiva, com inserção de disciplinas em cursos de graduação.

Por fim, procuramos os enfoques CTS e CTSA, na Educação Superior, “Qualificação de professores de Ciências e Matemática” ou “Formação docente interdisciplinar”. Na educação superior, não identificamos qualquer pesquisa, mas na qualificação de professores e formação docente, reconhecemos uma dissertação em cada caso, sem o desenvolvimento de currículo. O foco estava no Ensino de Ciências no Ensino Fundamental relacionado à educação ambiental, e no desenvolvimento de sequências didáticas, na educação básica.

Da mesma forma, realizamos uma pesquisa no site dos Repositórios Científicos de Acesso Aberto de Portugal<sup>4</sup>, buscando pelo termo “CTSA”, em que foram encontrados 263 documentos. Para filtrar, usamos os descritores “CTSA” e “Ensino Superior”, encontrando 47 documentos, bem como “CTSA” e “Educação Superior”, com 37 resultados. Ao ler o enunciado dos documentos, selecionamos os textos de 2014 a 2018, em que encontramos uma tese de doutorado (CONRADO, 2017) e três textos registrados no livro de atas do evento: Encontro Internacional de Formação na Docência. Em síntese, há discussões acerca das controvérsias socioambientais, nos documentos, com o desenvolvimento de currículo fundamentado nelas, e de competências, com o desafio de promover uma consciência ambiental em cidadãos socioambientalmente responsáveis, quais sejam, os profissionais em formação nas universidades, a fim de capacitar os mesmos a tomar decisões sustentáveis.

O contexto, em que vivemos, tem forte influência sobre nossas ações. Ele permite dar os primeiros passos, comunicar com os outros, e colocar-nos como sujeitos partícipes da sociedade. O enfoque CTSA visa trazer este contexto para o ensino, nos seus diferentes níveis, com o intuito de dialogar com os estudantes sobre reais situações do seu dia a dia e relacionar com os conceitos a serem significados em sala de aula. No mesmo sentido, Vygotsky (2000, 2007, 2008) afirma que nos constituímos a partir do outro, que é mais capaz em determinados aspectos do que nós.

Nós conhecemos a lei geral, primeiro um meio de influência sobre outros, depois sobre si. Neste sentido, todo o desenvolvimento cultural passa por 3 estágios: em si, para outros, para si [...]. Através dos outros, constituimo-nos. Em forma puramente lógica, a essência do processo do desenvolvimento cultural, consiste exatamente nisso [...]. Daí está claro, porque necessariamente tudo o que é interno nas funções superiores ter sido externo, isto é, ter sido para os outros, aquilo que agora é para si. Isto é o centro de todo o problema do interno e do externo. (VIGOTSKI, 2000, p. 24).

Vygotsky (2000, 2005, 2007) defende o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores, constituídos pela mediação, signo, significação e Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), que todos focam na aquisição da elevação conceitual dos sujeitos, considerando suas aprendizagens ao longo do processo. A mediação de conceitos entre professor e estudantes, e entre os membros de cada grupo de estudos em sala de aula, torna visível a significação dos conceitos e o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores, pelos fortes indícios dos conhecimentos a serem aprofundados e novos questionamentos sobre conceitos científicos colocados como estacas balizadoras do estudo. Os profissionais da

---

<sup>4</sup>Link da pesquisa realizada em 07 out. 2020: <https://www.rcaap.pt/>



educação têm como meta desafiar seus estudantes a superar as explicações com conceitos cotidianos, ampliando a compreensão com os científicos, ao olhar seu contexto de origem, e relacioná-lo com os estudos acadêmico-profissionais na formação inicial, em que o contexto é reexaminado e qualificado com os novos entendimentos.

O processo de formação conceitual é irredutível às associações, ao pensamento, à representação, ao juízo, às tendências determinantes, embora todas essas funções sejam participantes obrigatórias da síntese complexa que, em realidade, é o processo de formação dos conceitos [...] a questão central desse processo é o emprego funcional do signo e da palavra, como meio através do qual o adolescente subordina ao seu poder as suas próprias operações psicológicas, através do qual ele domina o fluxo dos próprios processos psicológicos e lhes orienta a atividade no sentido de resolver os problemas que tem pela frente. (VIGOTSKI, 2005, p. 169).

O desafio é verificar os conceitos espontâneos, provenientes, em sua maioria do contexto social, dentre as diversas opiniões, que amigos e familiares têm sobre os diversos assuntos, de modo reflexivo e crítico, devemos provocar os estudantes que também vivem com isso, avançar nos conceitos científicos com sentidos mais abstratos (VIGOTSKI, 2008). Uma vez que, para o autor, os conceitos são culturais em relação aos objetos do conhecimento abstratos e concretos, ou seja, eles se modificam conforme a ciência avança em relação às demandas da sociedade, se adaptando ao novo contexto social.

Entre falar e escrever sobre um assunto, há um caminho a ser percorrido, Vygotsky (2005) declara que ao fazer uso da palavra, o sujeito está apenas iniciando a compreensão do significado, oralizando-o. Para tanto, controvérsias sociocientíficas postas em discussão e os registros escritos solicitados no ambiente de ensino, são essenciais para a tomada de consciência dos estudantes sobre elas, num desafio que provoca outra formação acadêmico-profissional, para atuação.

Após esta breve fundamentação, descrevemos a metodologia utilizada na coleta e análise de dados da pesquisa.

### 3 Metodologia

De antemão esclarecemos que este artigo é um recorte de um projeto de pesquisa, intitulado *Conhecimento de professor universitário para formação discente humanista crítica em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente*, em que o desenvolvimento de currículo e a formação de professores estão intrinsecamente articulados. Foi aprovado pelo comitê de ética da pesquisa, e todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE)<sup>5</sup>. A constituição do conhecimento de professor é uma questão a ser entendida no contexto profissional, principalmente, quando analisado no incremento da aula, na universidade.

A pesquisa foi realizada durante o primeiro semestre de 2019, na disciplina de MAS da Universidade Regional do Estado do Rio Grande do Sul (Unijuí), e o total de aulas acompanhadas foram 18. As aulas ocorreram semanalmente com um total de três horas e quinze minutos cada uma, resultando em 60 horas/aula. Estas aulas foram nominadas de aula 1, aula 2, aula 3, [...] até aula 18, e acompanhadas pelas pesquisadoras, com áudio e videograções,

---

<sup>5</sup> Número do parecer no Comitê de Ética em Pesquisa (CEP): 3.069.588.



que foram, posteriormente, transcritas. As transcrições, anotações no Diário de Bordo - DB (PORLÁN; MARTÍN, 2000) das pesquisadoras, e os registros escritos dos estudantes, entregues como parte do processo avaliativo, constituíram os dados da pesquisa.

A investigação é um estudo de caso de observação participante (YIN, 2005), particular, em que os fragmentos das conversas transcritas das aulas áudio e videogravados, bem como os registros escritos<sup>6</sup>, foram selecionados a partir das reflexões dos estudantes matriculados na turma da disciplina MAS. Justifica-se a escolha dos fragmentos, pois evidenciam a evolução da compreensão conceitual, buscada nesta análise.

As características dos 23 alunos desta turma foram auferidas nas respostas ao questionário construído no Google Forms. Os estudantes são 17 (73,9%) do sexo feminino e 6 (26,1%) do sexo masculino; quanto à idade: treze (56,5%) com menos de 20 anos, cinco (21,7%) entre 20 e 25 anos, e outros cinco (21,7%) entre 25 e 30 anos. Ainda, estão matriculados em diferentes semestres do curso: doze deles (52,2%), no terceiro semestre; cinco (21,7%), no quarto; quatro (17,4%), no quinto; um (4,3%), no sétimo e outro (4,3%), no nono. Os cursos dos estudantes eram de: Jornalismo, Engenharia Química, Medicina Veterinária, Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Elétrica, Farmácia, Ciências Biológicas – Bacharelado, Psicologia e Engenharia Civil. Uma turma com grande diversidade de conhecimentos, em diálogo nas aulas, vivenciou uma experiência singular de currículo interdisciplinar.

A autoria e o anonimato dos 25 participantes de MAS, em relação às falas transcritas da videogravação e material escrito, foram preservadas pela denominação E1, E2, E3, [...], até E23 para os estudantes; PA para professora regente da turma e PES para a pesquisadora presente na sala de aula. Os dados foram organizados em episódios, em fonte 11, itálico, e sem recuo, ou dentro dos parágrafos, com algumas palavras e/ou frases grifadas em negrito para destacar.

Com a gravação das aulas em vídeo e áudio, além da coleta dos registros escritos pelos estudantes, foi possível reconhecer suas concepções de CTSA, uma vez que a professora A (PA) relacionava os conceitos trabalhados com este enfoque, repensando e qualificando suas práticas e formação continuada. Por conseguinte, os objetivos do artigo são reconhecer as controvérsias sociocientíficas que mobilizaram o desenvolvimento das concepções de CTSA, significadas pelos graduandos de diferentes cursos, na disciplina MAS, e a evolução da compreensão conceitual do tema em um semestre de graduação.

Todo material transcrito foi enumerado de T1 a Tn, seguindo a sucessão dos fatos, nos episódios. Para transcrição, foram usados os sinais: “...” que indicam pausas e representação, e “:” que indicam prolongamento de vogal ou consoante, como por exemplo, “a:”. (CARVALHO, 2006, p. 36). A seleção e análise dos dados foi baseada na abordagem microgenética, na matriz histórico-cultural, a qual é uma maneira de estruturação dos dados, exigindo “atenção a detalhes e o recorte de episódios interativos, sendo o exame orientado para o funcionamento dos sujeitos focais, as relações intersubjetivas e as condições sociais da situação, resultando num relato minucioso dos acontecimentos” (GÓES, 2000, p. 9) e “pode ser o caminho exclusivo de uma investigação ou articular-se a outros procedimentos, para compor, por exemplo, um estudo de caso ou uma pesquisa participante” (p. 10).

Palavras, elencadas com frequência pelos estudantes participantes, tais como sustentabilidade, sustentável, cidade, ecologia, meio ambiente, agrotóxicos, lixo, saneamento básico orientaram o reconhecimento das controvérsias sociocientíficas subjacentes nos dados

---

<sup>6</sup> Pequenas correções de coerência e coesão textual foram realizadas, para não amplificar algum erro, sem alterar a informação dos autores.



de pesquisa.

Após a exposição da metodologia, na sequência analisamos os dados da pesquisa.

#### 4 Resultados e análise dos dados da pesquisa

A disciplina MAS faz parte da formação geral e humanista dos graduandos da Unijuí e, é obrigatória para todos os cursos. Nesse componente curricular, a professora (PA) discutiu, constantemente, controvérsias sociocientíficas, para mobilizar seus conhecimentos e dos acadêmicos, a partir do contexto social, numa perspectiva de compreensão do enfoque CTSA. PA ampliou a exposição linear e tradicional do conteúdo previsto, para dialogar sobre demandas e preocupações dos estudantes, em certos momentos, ao questionar a percepção de mundo deles sobre a interação com o ambiente. As discussões em aula versaram sobre: enchentes e alagamentos recorrentes nos centros urbanos e organização espacial de cidades, banhadas por rios e arroios; desmoronamentos de morros e abertura de crateras após chuvas intensas, que promovem a erosão do solo; aumento da temperatura do planeta Terra; alta exploração de recursos naturais (águas, florestas, banhados,...); uso de agrotóxicos em excesso nas lavouras; epidemias virais e bacterianas decorrentes de falta de higiene na manipulação e conservação de alimentos; rompimento de barragens de rejeitos de mineração e açudes de tratamento de efluentes industriais; cuidados com o corpo, quanto aos alimentos, ingestão desmedida de anabolizantes, tratamentos estéticos – origem dos produtos e destino das embalagens, entre outros tópicos. Todos estes temas têm relação com a natureza e os seres humanos, como descrito na ementa de MAS.

A disciplina estuda o meio ambiente, a partir da interação da sociedade humana com a natureza, considerando o processo de desenvolvimento econômico, sociocultural, e os impactos socioambientais dos avanços tecnológicos. Aborda os mecanismos sociais de regulação, a partir das políticas públicas e ações da sociedade civil organizada em consonância com a política nacional do meio ambiente, na busca da sustentabilidade. Neste contexto, almeja-se educar para formar um pensamento crítico, criativo e prospectivo, capaz de analisar as complexas relações entre os processos naturais e sociais, para atuar no ambiente com uma perspectiva diferenciada pelas diversas condições que o definem. Instiga, portanto, uma postura crítica voltada à formação cidadã e as práticas profissionais. (UNIJUÍ, 2019, p. 1).

Para contextualizar, trazemos uma fala de PA, que durante as aulas chama a atenção dos alunos de diferentes cursos sobre o assunto da aula.

##### a) Episódio 1: PA relaciona os cursos de graduação com o planejamento de MAS

[...] aqui nós temos também alunos da arquitetura, né?: mas não é uma preocupação só da arquitetura mas das engenharias... a questão do planejamento de uma cidade... que seja mais sustentável... menos sustentável ou... pelo menos... mais agradável as pessoas que moram na cidade... a cidade é feita para as pessoas, né?: e não necessariamente para as empresas ou para os carros... hoje, a gente tem um grande problema aqui em Ijuí que é o estacionamento no centro né?: mesmo que o estacionamento pago deu uma boa... esvaziada mas, ainda assim a gente não tem lugar pra estacionar (...) então, às vezes é mais fácil tu deixar o carro em casa e ir de ônibus... fazer tudo o que tem que fazer e voltar a pé ou de ônibus, né?: dependendo da distância... então, a questão de quais... os problemas urbanos e aí nós vamos ter... (depois eu vou ver no cronograma qual é o dia...) mas, em abril uma saída de campo... nós vamos fazer um tour por Ijuí para olhar sob os vários olhares... então, por exemplo, o pessoal da veterinária pode olhar a questão dos animais abandonados, que a gente tem, né?: ou em alguns lugares que nós iremos passar, onde os animais que são





usados para trabalho... os cavalos dos carroceiros... outros... pessoal da engenharia poderá olhar a questão das construções... das vias... o pessoal da Biologia pode olhar a questão da arborização urbana e o que isso interfere, e por aí vai... eu acho que cada curso pode ter um olhar sobre esta cidade em que nós moramos (PA, aula 1).

Os episódios selecionados para este artigo, em sua maioria são da aula 3 de MAS, entretanto, a relação com outras aulas é essencial para observar a evolução da compreensão conceitual dos estudantes. Para contextualizar, no início da aula 3, PA retoma os objetivos do plano de ensino, entre eles:

identificar os impactos ambientais causados pela ação humana, considerando a tecnologia, a cultura e as diferenças socioeconômicas. Esta perspectiva auxilia na formação profissional e cidadã e contribui para a construção postural de prevenção, mitigação e de ações compensatórias, na redução dos efeitos negativos sobre o meio ambiente. Discute-se as medidas voltadas para a melhoria da qualidade de vida, contribuindo na formação de consciência, saberes e responsabilidades que vão sendo moldadas a partir da experiência concreta com o meio físico e social, na busca de soluções aos problemas socioambientais. (UNIJUÍ, 2019, p. 1).

Selecionamos a aula 3 de MAS, em que PA propõe questões aos estudantes, a fim de que eles discutam entre si, e posteriormente, sistematizam no grande grupo.

Quadro 1 - Descrição da Aula 3 da disciplina MAS, 1/2019.

Atividade 1: PA retoma que a disciplina de MAS, tem proposto no conteúdo da aula 3 “As diversas concepções do desenvolvimento: Desenvolvimento sustentável. Ecodesenvolvimento” (UNIJUÍ, 2019, p. 3).

Atividade 2: PA instigou os estudantes a fazerem “um cochicho”, reunidos em áreas afins para discutirem durante 20 minutos, e registrar no caderno suas concepções sobre conceitos e princípios relativos ao meio ambiente e à sustentabilidade, bem como as relações com as profissões pretendidas: “1. *Você já pensou qual conceito de Ecologia na sua área profissional?* 2. *É importante estudar o meio ambiente para sua futura profissão? Sim ou não? Por quê?* 3. *Explique se e como o conhecimento sobre o funcionamento/dinâmica da natureza pode ajudar no desempenho profissional?*”. Ela apresentou a tarefa, explicando o diapositivo:

*Você já pensou qual é o conceito de ecologia na sua área profissional? Então, aqui a gente tem gente da Veterinária, da Biologia, Psicologia, da área de administração, economia, pessoas da área da Saúde, né? do Direito, das Engenharias e nesse primeiro momento eu gostaria que vocês... tem alguém da Publicidade e Propaganda ou do Jornalismo? Eu não me lembro se nessa turma tinha mas, enfim, as diversas áreas que compõem então, esta disciplina, que às vezes é um pouco difícil da gente entender, porque tem muita gente diferente junto, mas como que vocês pensam... vocês podem se juntar, fazer um cochicho por área respondendo assim... por que... se vocês acham importante estudar meio ambiente para a profissão de vocês, já pensaram tipo... o que que vou fazer depois que eu me formar? Porque não basta a gente fazer um curso né? o curso é apenas uma etapa da nossa possível atuação, então, se é importante... sim ou não... seja por quê... tá? e também, se o conhecimento sobre o funcionamento e a dinâmica da natureza podem ajudar na atuação profissional de vocês, se pode ajudar... como pode ajudar? Para alguns é óbvio, o pessoal da Biologia... pode ser óbvio... vocês duas se juntam e colocam algumas coisas... então, nós vamos fazer um cochicho... a ideia é fazer um grupo... mais por área mas pode ser com o eu interior de cada um tá? Dez minutinhos... (PA, aula 3).*

Fonte: Diário de Bordo da Pesquisadora PES (2019).

PA, na aula 2, trouxe o significado do conceito sustentabilidade, e observamos que a partir disso, os estudantes também começaram a repensar suas concepções em relação ao mesmo. Uma vez que, os estudantes tinham algum conhecimento sobre sustentabilidade, e a partir disso PA faz a mediação do significado aceito na comunidade científica. Esta se caracteriza uma das funções do professor, conforme Vigotski (2000), de fazer a mediação dos conceitos científicos aos estudantes, promovendo o desenvolvimento das funções mentais superiores, ou seja, instigando seu alunado a pensar e refletir para além dos conhecimentos já



estabelecidos em seu cotidiano.

[...] O desenvolvimento sustentável é entendido como aquele que satisfaz as necessidades do presente, sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades... a declaração de Estocolmo [...], já definiu o conceito de sustentabilidade, embora palavra ainda não tinha sido colocada... de defender o meio ambiente para as atuais e futuras gerações, pensando na questão da paz, o mundo estava ainda enfrentando a Guerra do Vietnã que... o impacto no mundo inteiro... apesar de ter sido uma guerra entre os Estados Unidos e eles né?: mas muitos se envolveram nisso... e a questão do desenvolvimento econômico e social... pensando sempre nas atuais e futuras gerações... o termo sustentabilidade ou desenvolvimento sustentável ele só foi usado desta forma, a partir da conferência 20 anos depois... que foi a Rio 92 ou Eco-92... Conferência das Nações Unidas para o meio ambiente e o desenvolvimento sustentável... esse relatório... ele rendeu um livro que foi chamado “O nosso futuro comum”... (PA, aula 2).

Os questionamentos, propostos por PA, promoveram diálogos entre os estudantes e posterior sistematização conjunta. No episódio 2, estão essas interlocuções, transcritos das áudio e videografações.

- b) Episódio 2: Discussão sobre o conceito de Ecologia, na relação com as profissões (aula 3).

T1: Podemos fazer uma rodada? Quem quer começar? Quer começar Engenharia Civil? (PA).

T2: pode ser... as duas? (E14).

T3: fala bem alto... pode falar uma... daí a gente faz uma rodada da primeira... por que é importante estudar meio ambiente para tua profissão? É importante? Sim... por quê? Não... por quê? (PA).

T4: Porque na construção civil... ela pode causar muitos problemas ao meio ambiente... ela também depende do ambiente... o engenheiro depende muito do tempo... de como está? ... onde vai ser feita a obra... como vai ser executada e de que forma... porque amanhã pode custar muitas vidas... causar muitos problemas... também o engenheiro tem que ter consciência que uma construção não é só levantar prédios... edifícios... é também cuidar para não poluir... pra não prejudicar tudo no entorno... conhecer bem o meio ambiente para conseguir executar uma obra... um trabalho de forma eficaz... não só pra ganhar dinheiro (E14).

T5: vamos lá... pessoal da Arquitetura... vamos pegar por área então... fale (PA).

T6: a nossa área está muito voltada ultimamente para ecologia... pra pensar no futuro... nas futuras gerações e usar os recursos sem denegrir o meio ambiente... por exemplo... a gente fez um trabalho de materiais de construção, que era sobre cobertura vegetal, daí a gente tá ajudando o meio ambiente... favorece também as pessoas que vão morar ali mas também pensando nas próximas gerações (E18).

T7: é que eu acho que também o objetivo do bem-estar do arquiteto não é só... também como ele falou da civil... não é tu só simplesmente construir uma casa ou um prédio... tem que olhar todo o entorno... tudo que está em volta e usar do meio ambiente a teu favor... e não simplesmente passar por cima das árvores... dos animais e de tudo que está no meio ambiente... só para levantar um prédio (E2).

T8: se tu quiser acrescentar algo do que os colegas falaram? (PA).

T9: não... é isso (E12).

T10: vamos pegar os outros... das outras engenharias lá... Engenharia Química e Elétrica (PA).

T11: para nós é importante o cuidado com o meio ambiente porque por exemplo... para Engenharia Elétrica... eles necessitam do meio ambiente para geração de energia... energia fotovoltaica... energia hidrelétrica... eólica... tudo necessita do meio ambiente e saber as características para tu construir... para ter a geração de energia... e no caso da Engenharia Química... ela é sem explicação né?: porque tipo todos os compostos químicos... a maioria... eles vêm do meio ambiente... então tipo,



tudo que a gente necessita para o nosso trabalho vem do meio ambiente... então precisa ter todo um estudo até a questão de:: disponibilidade desses recursos que a gente precisa no trabalho... que nem eles falaram, a questão de sustentabilidade... tirando do meio ambiente... sempre tem que fazer um estudo antes (E23).

T12: muito bem... quer falar sobre a saúde? No caso a Farmácia? (PA).

T13: a Farmácia está ligada a natureza tanto na busca no meio ambiente, como as plantas medicinais e coisas que a natureza traz para melhoria da saúde né? ... e a farmácia só consegue fazer medicamentos a partir disso... e também acho importante estudar pelo fato de que muitos resíduos dos medicamentos, tem que saber onde vão ser colocados, para também não agredir o meio ambiente, e ficar... destruir o ambiente... porque daí se acaba... não tendo mais para produzir novos (E8).

T19: o nosso foco de estudo no curso é o ambiente... não o foco principal é claro a gente estuda isso... trabalha no meio e também a parte das pesquisas a gente utiliza recursos do meio ambiente (E19).

T20: mais alguma coisa E20? (PA).

T21: que a gente estuda o meio ambiente desde as interações... a conservação... os impactos das nossas ações... e no nosso caso como a E19 falou... a gente... o nosso curso têm um contato direto com o meio ambiente... e eu acho que é isso... não tem muito pra falar (E20).

No episódio 2, percebemos a complementação das falas dos alunos de diferentes cursos, em que todos estão preocupados com sua atuação profissional que pode influenciar na degradação do ambiente. Nessas interlocuções, as provocações de PA parecem surtir certo efeito, ao proporcionarem aos estudantes momentos da perspectiva CTSA, sem mencionar diretamente. Eles afirmam claramente querer o sucesso profissional com menos impactos ambientais.

O enfoque CTS aborda questões tanto científicas, como ambientais, sociais e tecnológicas, onde conteúdos, conceitos e ideias de diferentes áreas do conhecimento se relacionam entre si, não só para melhorar os processos de aprendizagem, senão também para procurar alternativas de solução a problemáticas locais e globais, onde a ciência e a tecnologia têm grande influência. (RODRÍGUEZ; DEL PINO, 2017, p. 13).

Na sequência das falas dos estudantes, PA faz um diálogo articulando os conceitos com os exemplos expostos:

[...] de forma direta ou indireta como o conhecimento do funcionamento pode ajudar no desempenho profissional... vocês falaram desde a questão da busca de matérias-primas né?: para... engenheiros aí... também, a parte de medicamentos... a busca de matérias-primas... entender o local onde se encontra... onde vai ser a atuação propriamente dita né?: quase todos colocaram também esta questão de como este conhecimento pode interferir... pode ajudar no desempenho profissional... eu gosto de chamar bastante atenção em relação a isso... independente do profissional que vocês vão ser... todos... que se pretendem cidadãos... tem que pensar na questão socioambiental... porque todos... invariavelmente utilizam dos recursos naturais no seu dia a dia... não só na sua atuação profissional... então na medida em que todos nós geramos resíduos... todos nós geramos efluentes... e todos nós utilizamos recursos naturais para nossa alimentação... que depende diretamente dos recursos naturais para ser produzida por exemplo... ou dos bens de consumo que nós utilizamos... então, o:: profissional ele é antes de tudo um cidadão... alguns mais comuns do que os outros, mas a maioria... todos invariavelmente... na sua atuação profissional ou fora dela... tem uma interferência... uma dependência direta dos recursos da natureza... e geram resíduos que vão interferir nessa dinâmica né?: que chamei a dinâmica da natureza... mais ou menos... alguns mais... outros menos... mas todos interferem mesmo que não queiram, né? [...] vimos então as áreas têm algumas concepções que são diferentes mas, todas elas, eu acho que acabam falando um pouquinho dessas interações, que é o conceito propriamente dito da ecologia, para além do significado etimológico da palavra... da origem dessa palavra... ecologia coloca então o significado das interações



que existem entre todos os seres vivos e desses seres vivos com o ambiente... como os seres vivos interferem no ambiente e como o ambiente interfere na vida dos seres vivos... na medida em que isso vai ocorrendo de uma forma dinâmica... as coisas vão se modificando então... essas interações vão se modificando e determinam por exemplo... a distribuição e abundância das espécies... por que que determinada espécie é característica de um local? Por que está naquele local e não está em outros locais? Então, justamente o que que... por que as espécies estão aí? O significado desse termo interações né? a interdependência que existe dos seres vivos com o meio e como eles interferem neste meio também [...] (PA, aula 3).

A partir do episódio 2 e das escritas dos estudantes nas atividades propostas por PA, selecionamos trechos que indicam evolução na compreensão dos conceitos de ecologia, meio ambiente e sustentabilidade. Ao compararmos as falas de E18 e E2, na aula 3, com aquelas da aula 16, após a apresentação do seminário, reconhecemos mais exemplos referentes à sustentabilidade, expressando assim novos entendimentos deste conceito. Na sequência, trazemos a reflexão escrita de E18 e E2, estudantes de Arquitetura e Urbanismo, acerca do seminário apresentado:

[...] pode-se captar nitidamente o descaso da população com a natureza... mesmo não notando claramente.... o ambiente pede silenciosamente socorro... e o homem mesmo com as diversas catástrofes, não para realmente para pensar, que é dela que precisamos para sobreviver... e desse modo estamos nos autodestruindo gradativamente... tantas paisagens bonitas, aniquiladas pelo acúmulo de lixo... pelos gases liberados pelos automóveis... lagos... rios... nascentes contaminados por agrotóxicos... por lixo... ou outros produtos químicos... entretanto... não é só a flora que sofre essas consequências... a fauna também sofre severamente... milhões de animais mortos... outros tantos em risco de extinção e alguns já nem existem mais... sem falar das crianças que morrem semanalmente pela contaminação... doenças cada vez mais severas surgem... muitas delas são causadas pelo consumo de água contaminada... as soluções não devem ficar apenas no papel... devem ser aplicadas urgentemente, para que se reduza o impacto negativo causado por todos os tipos de poluição (E18, aula 16).

Como já mencionado no referencial teórico, “todo o desenvolvimento cultural passa por 3 estágios: em si, para outros, para si” (VIGOTSKI, 2000, p. 24), ou seja, vemos a preocupação de E18 na aula 16, acima transcrita, sobre seu lugar no meio ambiente, de modo sensível aos acontecimentos visíveis, em que todas as ações de descaso da população, irão gerar consequências negativas para natureza. Para tanto, uma consciência cultural e ambiental de soluções que não fiquem somente no papel, mas postas em prática do mesmo modo que E2 complementa:

[...]eu acho que tem muita medida... algumas medidas do governo que já são para tentar reduzir um pouco a poluição... tem muita medida que está lá escrita no papel, mas ninguém põe em prática... poderiam ter mais medidas para reduzir a poluição e elas poderiam ser colocadas em prática, tanto pelo governo, quanto pela população sim... não adianta tu ter, mas tu não fazer... por exemplo... tu tem a coleta seletiva do lixo... então tu sabe o dia que vem à coleta do lixo reciclável... então, por que tu não pode separar o lixo reciclável do outro? Eu acho que falta um pouco da conscientização de cada um, para tentar reduzir um pouco o problema e principalmente nesse negócio de sair de casa... tipo aí... tem uma família com cinco pessoas... o pai... a mãe ou enfim... três filhos e que cada um tem um carro e daí no final de semana todo mundo sai com o seu carro... por que não sai todo mundo com o mesmo? Ou por que tu não vai fazer uma caminhada ao invés de sair de carro para algum lugar? Ou ir de bicicleta? São coisas que tem que se pensar e é uma coisa que a gente já devia ter pensado e ainda não fez (E2, aula 16).



É... e tipo... a conscientização tem que começar desde pequeno... tipo de ensinar... ah tuvai pegar um papelzinho que seja e jogar no lixo... pega e coloca no seu bolso ou leva uma sacolinha ou outra coisa... mas não joga... que aquilo vai ficar e vai acumular (E18, aula 16).

Diariamente podemos perceber que há um crescente número de ativistas e estudos ligados a causa “salve o planeta”. Essas pessoas estudam para encontrar formas que são mais adequadas ao planeta para diversas situações que não são consideradas sustentáveis, como na área alimentar (redução do uso de agrotóxicos), tecnológica (descarte correto do material eletrônico) e da construção (usando rejeitos para fazer novos tipos de concreto). Já foram encontradas várias soluções para diversos problemas do meio ambiente, contudo, falta a população e o governo em si apoiarem essa causa, na qual muitos cidadãos ainda acham que é apenas bobagem (E2, aula 6, sobre tour pela cidade).

E2, no T7 do episódio 2, já mencionava as dificuldades de construção de um prédio, pois exige observar o entorno, as condições hídricas, de relevo, a fauna e flora deste local, para avaliar as possibilidades ou não, de ter o prédio ali. Essa preocupação de E2 com o ambiente, numa proposição de usar materiais recicláveis, aprendendo conceitos científicos e tecnológicos, como profissional, que deseja fazer algo para sustentabilidade do meio ambiente, em seu trabalho. A questão da sustentabilidade também é relatada por E23, no T11, ao afirmar que a Engenharia Elétrica e Química necessitam de recursos renováveis para desenvolver seu trabalho, como por exemplo, as fontes de energia e os compostos químicos, que se não forem preservados, podem se tornar escassos, diminuindo a disponibilidade. Estas controvérsias sociocientíficas tencionam o desenvolvimento sustentável, que ao mesmo tempo em que precisa avançar e crescer, exige a preservação do que temos, para garantir a vida de qualidade.

Trata-se de possibilitar aos alunos uma educação em ciências mais contextualizada e capaz de os dotar de competências, para agir e interagir com o meio que os rodeia, bem como para tomarem decisões informadas e conscientes, necessárias à resolução de problemas do cotidiano, isto é, permite formar os alunos em futuros cidadãos, capazes de tomar decisões informadas, científica e tecnologicamente, acerca de questões (pessoais, profissionais e sociais) que podem influenciar ou condicionar o seu modo de vida e que são necessárias para agir de forma democrática e responsável, e de compreender os desafios sociais da Ciência e das interações recíprocas que tem com a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente (FERNANDES,; PIRES; DELGADO-IGLESIAS, 2018, p. 877).

No T4 do episódio 2, E14 mencionou que na construção civil é preciso analisar adequadamente o entorno, o meio ambiente em que se quer construir, em outras palavras, compreendemos que por exemplo, em uma região banhada por fontes de água, em que lagos naturais se formam, não deveria haver construção de casas, edifícios e ruas sobre eles, mesmo que tenha sido feito aterramento da área. Seguidamente, após chuvas intensas, em poucos minutos, ocorrem enchentes, próximos aos rios e arroios, ou em locais com construções irregulares. Identificamos controvérsias sociocientíficas que desencadeiam os estudos com enfoque CTSA, no ensino, pois as cidades buscam desenvolver-se, gerar mais renda, com mais indústrias, comércios, bens de serviços e pessoas, em decorrência disso, mais moradias são construídas nos espaços disponíveis, sem avaliação criteriosa da possibilidade dessa construção. As obras realizadas nem sempre são as mais adequadas para o ambiente, ficando um embate entre o desenvolvimento e a sustentabilidade para os universitários. Os recursos naturais, como a água não canalizada oriunda das fontes, podem chegar poluída até os



reservatórios, pelas construções em locais irregulares, gerando mais gastos para torná-la própria para o consumo humano.

A abordagem de questões sociocientíficas torna a perspectiva CTSA um elemento relevante no currículo de Ciências, o que implica comprometimento e responsabilidade social do professor para incentivar e favorecer o desenvolvimento de habilidades críticas dos estudantes, de tal forma que eles tenham capacidade de avaliar o impacto da ciência e a tecnologia na sociedade. (MARTÍNEZ, 2010, p. 132).

O relato escrito de E23 (5º semestre Engenharia Química) entregue na aula 16, ilustra a utilização de conceitos científicos, numa linguagem acadêmica, e sua preocupação com o acesso à água potável:

Partindo do pressuposto da existência de leis que asseguram que o acesso à água, saneamento e energia elétrica devem ser garantidos a todas as pessoas, ainda temos muito a melhorar e evoluir, como visto no artigo, ainda há muitas pessoas que vivem em condições precárias e sem acesso ao mais básico direito de todos: água potável. [...] Saneamento básico não envolve somente o esgoto em si, mas sim toda a infraestrutura que permite que ele seja coletado e tratado, a limpeza urbana, o abastecimento de água, o manejo de resíduos... O saneamento influencia diretamente a vida das pessoas, pois faz com que diminua a incidência de doenças, promove a inclusão social, melhora o desempenho, diminui a poluição urbana e a contaminação dos recursos hídricos (E23, aula 16).

E23 descreve as relações CTSA, no seu cotidiano, quanto a infraestrutura urbana, a partir do conhecimento da estrutura geológica da área, do relevo e dos recursos hídricos, a existência de área de preservação permanente no local, e quais são as contribuições dos conhecimentos científicos para avaliar e tomar a decisão adequada quanto a ocupação da área em questão. O envolvimento da sociedade é mais que necessário, pois são pessoas que querem morar ali ou ter um estabelecimento comercial, por exemplo, e que não podem agredir o ambiente a partir de suas ações. Desse modo, o enfoque CTSA:

Trata-se de ser capaz de avaliar os impactos, quer positivos, quer negativos, da Ciência e da Tecnologia, nos contextos pessoais e sociais cotidianos, nomeadamente, em questões sociocientíficas que envolvam debates éticos e sociais. Em suma, é necessário, por isso, que o ensino das Ciências possibilite o desenvolvimento nos alunos não só de competências cognitivas, mas também de competências de cidadania, de atitudes e normas de conduta responsáveis, que lhes permitam tornarem-se cidadãos intervenientes ativos no mundo que os rodeia, conscientes e conhecedores dos seus direitos e deveres, e isso pode ser alcançado através da abordagem de ensino das Ciências com orientação CTSA (FERNANDES; PIRES; DELGADO-IGLESIAS, 2018, p. 877).

Seguindo neste raciocínio, E19 (curso de Ciências Biológicas - Bacharelado) falou no T19 do episódio 2, que o estudo do ambiente é um dos objetivos de sua formação profissional, ao utilizar seus recursos para o desenvolvimento de pesquisas. Na aula 16, E19, no registro escrito, cita mais exemplos de problemas, no meio ambiente, o que pode demonstrar sua preocupação com a questão que amplia a sua compreensão:

Durante as aulas vimos como a produção, consumo excessivo e descarte inadequado de materiais comuns no nosso dia a dia, afetam todo um sistema e a qualidade de vida das pessoas. Foram citados nas aulas diversos problemas socioambientais locais, tais como: a falta de saneamento básico e de distribuição igualitária, falta da coleta de lixo e da reciclagem do mesmo, falta de água frequentemente e com excesso de produtos



químicos, poluição em geral de rios, arroios e do ar, uso demasiado de agrotóxicos nas plantações da região, entre outras (E19, aula 16).

Entre a aula 3 e a 16, passaram-se três meses, em que os estudantes puderam aprofundar seus conhecimentos e entendimentos, expressos nos excertos, sobre suas concepções de meio ambiente e sustentabilidade, fruto das discussões apresentadas pela PA durante este percurso. Nos slides de PA, mediados durante o semestre, identificamos, nas aulas 1 e 2, os conceitos e seus significados, expressos nas suas falas e escritas.

Trata-se de um novo tipo de conhecimento, que é construído constantemente pelo professor ao ensinar a matéria e que é enriquecido e melhorado quando se amalgamam os outros tipos de conhecimentos explicitados na base. É uma forma de conhecimento do conteúdo. Inclui compreensão do que significa ensinar um tópico de uma disciplina específica, assim como os princípios e técnicas que são necessários para tal ensino. (MIZUKAMI, 2004, p. 39).

As concepções dos estudantes não se encontravam tão distantes de PA, porém foram aprimoradas com a linguagem mais acadêmica, uma das funções da educação, ensinar para além do que é conversado no dia a dia, no ambiente familiar e com amigos, para desenvolver funções psicológicas superiores, que nos façam evoluir como seres humanos.

Quadro 2: Definições dos Conceitos-chave da Disciplina MAS, segundo a professora titular (PA).

***Ambiente** - O termo ambiente é um bom exemplo das muitas possibilidades de uso generalizado, o mesmo pode ser utilizado em âmbito global quando falamos dos ambientes terrestres e oceânicos, ou então em escala local, quando nos referimos ao ambiente urbano e rural, ambientes das plantas, dos animais e dos homens. Também é empregado quando nos referimos a aspectos de ordem social, cultural, do mundo do trabalho e até mesmo familiar. **Meio Ambiente** - É o conjunto de condições, leis, influencia e interações de ordem física, química, biológica, social, cultural e urbanística, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas". "Ecologia é o estudo científico das interações que determinam a distribuição e a abundância das espécies", neste conceito aparece com clareza a ideia de que a Ecologia é uma ciência? É como ciência que precisamos entendê-la. Uma ciência que possui seu objeto de estudo bem definido, (Cf. Código Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul - Lei 11.520,03/08/2000) (PA, aula 1).*

Fonte: dados da pesquisa (2019).

Nas afirmações dos estudantes, a preocupação com a escassez de matérias-primas, é constante, pois pode prejudicar sua atuação profissional. Ficaram sensibilizados para encontrar soluções sustentáveis que permitam a sobrevivência das futuras gerações, numa “relação entre as funções psicológicas superiores foi outrora relação real entre pessoas. Eu me relaciono comigo tal como as pessoas relacionaram-se comigo” (VIGOTSKI, 2000, p. 24-25).

[...] é importante recordar que boa parte dos argumentos apresentados aqui sobre a análise microgenética, com a contribuição de diferentes autores, não estava nas considerações de Vygotsky ao realizar o estudo de minúcias no plano da microgênese. Mas é preciso reconhecer que é de sua obra que se desdobram essas novas possibilidades e que nela pode-se ler o propósito talvez mais característico dessa análise: construir uma micro-história de processos, interpretável somente numa perspectiva semiótica e numa remissão a condições mais amplas da cultura e da história. (GÓES, 2000, p. 21-22).



A tomada de consciência de que é preciso cuidar do ambiente em que vivemos, aos poucos modela o profissional em formação no ensino superior. PA ao trazer constantemente para discussão a controvérsia sociocientífica, sustentabilidade do nosso planeta, instiga os estudantes a pensarem para além de suas prioridades, como exemplo, de ter um celular cada vez mais moderno. A universidade tem esta função de tensionar, o que os acadêmicos já sabem com o que ainda têm a aprender com os outros, como a ética e a moral, sabendo que “as funções psíquicas superiores criam-se no coletivo [...]. As funções mudam seu papel: sonho, pensamento, intelecto prático.” (VIGOTSKI, 2000, p. 35). A cada momento de fala e escrita dos estudantes, os mesmos estão abstraindo os significados dos conceitos, compreendendo e organizando suas ideias, a fim de utilizar os sentidos atribuídos em suas profissões.

[...] o ensino das Ciências possibilita o desenvolvimento nos alunos não só de competências cognitivas, mas também de competências de cidadania, de atitudes e normas de conduta responsáveis, que lhes permitam tornarem-se cidadãos intervenientes ativos no mundo que os rodeia, conscientes e conhecedores dos seus direitos e deveres, e isso pode ser alcançado através da abordagem de ensino das Ciências com orientação CTSA. Esta forma de ensinar Ciências, requer a compreensão, tanto da Ciência, na qual se incluem os tradicionais conhecimentos sobre os conteúdos científicos, assim como sobre os princípios e os processos da Ciência, como a compreensão sobre a Ciência, ou seja, como se constrói, como funciona e como se relaciona com a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente, bem como se validam e se aplicam os seus conhecimentos na compreensão do mundo atual. (FERNANDES; PIRES; DELGADO-IGLESIAS, 2018, p. 877).

No T21, E20 (Ciências Biológicas - Bacharelado) afirma que estudam o meio ambiente, suas interações, a conservação e os impactos das ações humanas, de modo muito sucinto. O registro de E20 (entregue aula 16) evidencia avanços nos conceitos biológicos, ao relacionar a temática do acúmulo de lixo com a proliferação de animais causadores de doenças aos seres humanos:

O lixo pode apresentar muitos problemas relacionados à saúde, sua disposição inadequada pode contribuir para o desenvolvimento de agentes patogênicos responsáveis pela proliferação de diversas doenças [...] este resíduo passa a ser abrigo de ratos, moscas e baratas, o mesmo se torna foco de atração de outros animais, geralmente peçonhentos como serpentes, aranhas e escorpiões que buscam nestes locais outros animais. Além desse risco oferecido por esses animais, o resíduo urbano apresenta uma série de agentes que podem oferecer risco biológico, quando em contato com o ser humano [...] Precisamos pensar mais no meio ambiente e nas futuras gerações (E20, aula 16).

A análise do texto de E20 permite reconhecer a importância de contextualizar as aprendizagens em situações de alta vivência da comunidade, como propõe Pansera-de-Araújo:

O estudo de uma situação ligada a vivência dos estudantes tem como principal objetivo a formação de cidadãos, que ao se depararem com tais situações, possam agir de forma consciente e responsável, percebendo o mundo e a sociedade como produto de suas ações, ou da ação humana como um todo. Também, a ciência e a tecnologia são pensadas dessa mesma maneira, buscando-se assim, a formação de um sujeito preocupado com a sustentabilidade, qualidade de vida e o bem comum (PANSERA-DE-ARAÚJO, 2019, p. 96).





Nas aulas, PA alerta constantemente sobre o legado para as gerações futuras, o que estamos fazendo para deixar um planeta viável para os nossos descendentes. Os registros dos estudantes demonstram a formação da consciência sobre a sustentabilidade, mediada por PA. Percebemos a atenção dos acadêmicos, quando PA mobiliza seus conhecimentos para refletir sobre as ações realizadas, como registrou E8.

Em virtude do aumento populacional, agregado à globalização e o capitalismo, a sociedade começou a consumir de forma desenfreada, o que resultou em um aumento significativo de resíduos no meio ambiente. O que ressalta uma das teorias de Isaac Newton, que diz que para toda ação existe uma reação, ou seja, quanto mais se consome, mais lixo é produzido. Porém não está em jogo apenas a produção excessiva de lixo, mas também, de como esse lixo está sendo descartado (E8, texto entregue na aula 16).

Assim, é ampliada a discussão, evidenciando que as vivências dos estudantes constituem momentos relevantes para aprofundamento na compreensão do enfoque CTSA, nas interações entre o conhecimento científico e social.

O movimento CTSA assume duas etapas importantes para a educação: a preparação de atividades a serem efetivadas pelos professores e a vivência na própria sala de aula, pelos estudantes. Cada uma das etapas, portanto, exige a criação de espaços e tempos próprios, a fim de garantir a produção, desenvolvimento e sistematização das proposições elaboradas. (PANSERA-DE-ARAÚJO, 2019, p. 90).

Uma pesquisa com estudantes de uma turma de segundo ano do Ensino Tecnológico foi realizada por Silva, Carlan e München (2012), sobre a importância da utilização de biocombustíveis, abordando conceitos de Química Orgânica, relacionando-os com o meio ambiente. As autoras concluíram que a abordagem de temas atuais, como a produção de energias renováveis, contribui no interesse e esclarecimento do conhecimento científico dos estudantes.

As pesquisadoras acreditam que, trazer para a sala de aula temas atuais e discuti-los no intuito de incentivar a criticidade, faz que os estudantes tornem-se indivíduos ativos no processo de construção de seus conhecimentos e percebam que muitas situações vivenciadas em seu cotidiano estão permeadas por diversos conceitos científicos abordados em sala de aula (SILVA; CARLAN; MÜNCHEN, 2012, p. 13-4).

A citação acima complementa os excertos expostos ao longo dos resultados e discussões. Os professores precisam estar cientes desta função de incentivadores dos seus estudantes a cada aula, desafiando-os a buscar novas explicações já produzidas pela Ciência ou ainda em produção numa perspectiva, que possibilite repensar o mundo. Podemos perceber claramente nas interlocuções de PA a preocupação em relacionar os conceitos científicos da ementa de MAS com a atuação dos profissionais em formação, a fim de que eles refletissem criticamente sobre sua atuação, primeiro como cidadãos, depois como trabalhadores em diversos ambientes, de modo mais sustentável.



## 5 Considerações finais

No texto, as expressões controversias sociocientíficas, questões sociocientíficas e enfoque CTSA são abordadas a partir do desenvolvimento das aulas, em que a professora PA, titular da disciplina MAS, desafiava os estudantes a pensar, escrever e falar sobre meio ambiente e sustentabilidade. As perguntas feitas por PA e o tempo de escuta, em que aguardava as posições deles, propiciaram reflexões, retomadas por ela em novas sistematizações. Este movimento gerou embates sobre o que de fato é o desenvolvimento sustentável, e o que não deve prejudicar a sobrevivência das gerações futuras. E, para tanto, é fundamental refletir sobre o que a ciência está produzindo, com novas tecnologias, em especial as digitais, o modo como isto interfere na sociedade, prejudicando ou não o ambiente. Discussões nos ambientes de ensino e aprendizagem, em especial na formação acadêmico-profissional inicial, foram desencadeadas por PA, na disciplina MAS, ao propor repensar sua prática, relacionando os conceitos de modo interdisciplinar com os diversos cursos de graduação e as expectativas dos estudantes em formação acadêmico-profissional.

O acompanhamento das 18 aulas proporcionou identificar a evolução da compreensão conceitual dos estudantes, por se tratar de um semestre letivo, com tempo hábil para reconhecer como os conceitos espontâneos sobre as temáticas avançaram na significação científica daqueles aceitos pela ciência, atualmente. De modo geral, vemos outra consciência profissional em formação, em que os estudantes estão preocupados com o meio ambiente porque visualizaram a evolução da ciência e tecnologia com pouca preocupação ambiental, provocando alterações que suscitam um novo olhar para a questão. Em decorrência, ações sustentáveis começaram a emergir em suas falas e escritas.

Constitui-se um desafio para professores o desenvolvimento de um currículo com enfoque CTSA, enfatizado nas controversias sociocientíficas do dia a dia que precisam ser analisadas na sala de aula, com os conceitos científicos significados pelos estudantes na perspectiva de mudança. Neste viés, fica o desafio de pesquisar o mesmo componente curricular, digo MAS, desenvolvido por outros professores na mesma universidade, presencial, à distância ou pelo ensino remoto. Inicialmente acreditamos ser fundamental fazer um formulário com questões fechadas e abertas para elaborar um diagnóstico sobre as concepções desses professores em relação ao enfoque CTSA e como desenvolvem a mesma disciplina, com o propósito de ver outras possibilidades. E, na sequência, também acompanhar um semestre de aulas. Desse modo, pode ser possível perceber como outros estudantes estão sensibilizados para as questões sociocientíficas, com a proposição de outras relações sociais que possibilitem uma vida de qualidade para todos os seres do planeta.

## Referências

ACEVEDO DÍAZ, J. A.; VÁZQUEZ ALONSO, Á.; MANASSERO MAS, M. A. El movimiento ciencia-tecnología-sociedad y la enseñanza de las ciencias. *In*: MANASSERO MAS, M. A.; VÁZQUEZ ALONSO, A.; ACEVEDO DÍAZ, J. A. **Avaluació dels temes de ciència, tecnologia i societat**. Palma de Mallorca: Conselleria d'Educació i Cultura del Govern de les Illes Balears, 2001.

AIKENHEAD, G. S. Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS): una buena idea como quiera que se le llame. **Educación Química**, México, v. 16, n. 2, p. 114–124, 2005.

AIKENHEAD, G. S. Science Education: Border Crossing into the Subculture of Science.



Published in **Studies in Science Education**, Canada, v. 27, p. 1-52, 1996.

AZEVEDO, R. O. M. *et al.* Questões sociocientíficas com enfoque CTS na formação de professores de Ciências: perspectiva de complementaridade. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 9, n. 18, p.84-98, 2013.

AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 1, p. 1–13, 2001.

CARVALHO, A. M. P. de. Uma metodologia de pesquisa para estudar os processos de ensino e aprendizagem em salas de aula. In: SANTOS, F. M. T. dos; GRECA, I. M. **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias**. Ijuí: Unijuí, 2006. p. 13-48.

CEREZO, J. A. L. Ciência, Tecnologia e Sociedade: o estado da arte na Europa e nos Estados Unidos. In: SANTOS, L. W. (Org.). **Ciência, tecnologia e sociedade: o desafio da interação**. Londrina: IAPAR, 2002. p. 3-38.

CONRADO, D. M. **Questões sociocientíficas na Educação CTSA: contribuições de um modelo teórico para o letramento científico crítico**. 2017. Tese (Doutorado) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2017. Disponível em: <http://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/24732> Acesso em: 07 out. 2020.

FERNANDES, I. M. B.; PIRES, D. M.; DELGADO-IGLESIAS, J. Perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente (CTSA) nos manuais escolares portugueses de Ciências Naturais do 6º ano de escolaridade. **Revista Ciênc. Educ.**, Bauru, v. 24, n. 4, p. 875-890, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cp/v47n165/1980-5314-cp-47-165-00998.pdf> Acesso em: 8 fev. de 2020.

GÓES, M. C. R. de. A abordagem microgenética na matriz histórico-cultural: uma perspectiva para o estudo da constituição da subjetividade. **Cadernos CEDES**, Campinas, v. 20, n. 50, p. 9-25, abr. 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ccedes/v20n50/a02v2050.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2020.

MARTÍNEZ, L. F. P. **A abordagem de questões sociocientíficas na formação continuada de professores de ciências: contribuições e dificuldades**. 2010. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, 2010.

MIZUKAMI, M. da G. N. Aprendizagem da docência: algumas contribuições de Lee S. Shulman. **Revista Educação**, Santa Maria, v. 29, n. 02, 2004.

MORENO, D. F. S. **Compreensões sobre a natureza da ciência de licenciandos a partir da experiência com questões sociocientíficas: possibilidades para a formação inicial**. 2015. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – UNESP, Faculdade de Ciências, Bauru, 2015.

RODRÍGUEZ, A. S. M.; DEL PINO, J. C. Abordagem ciência, tecnologia e sociedade (CTS): perspectivas teóricas sobre educação científica e desenvolvimento na América Latina. **#Tear: Revista de Educação Ciência e Tecnologia**, Canoas, v. 6, n. 2, p. 1-21, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/tear/article/view/2490>. Acesso em: 26 fev. 2020.



PANSERA-DE-ARAÚJO, M. C. Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), no debate sobre currículo e formação docente. *In*: MACIEL, M. D.; MANASSERO-MAS, M. A.; ALBRECHT, E. (Orgs.). **Ensino, pesquisa e formação**. São Paulo: Terracota, 2019. 146 p.

PANSERA-DE-ARAÚJO, M. C. *et al.* Enfoque CTS na pesquisa em educação em ciências: extensão e disseminação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, São Paulo, v. 9, n. 3, p. 1-21, 2009. Disponível em: <http://revistas.if.usp.br/rbpec/article/download/22/21>. Acesso em: 14 de jan. 2020.

PORLÁN, R.; MARTÍN, J. **El diario del profesor**. Sevilla: Díada, 2000.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. 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. 1–23, 2002.

SILVA, D. da; CARLAN, F. de A.; MÜNCHEN, S. Biodiesel: uma experiência com alunos do ensino tecnológico. **#Tear: Revista de Educação Ciência e Tecnologia**, Canoas, v.1, n. 2, p. 1-16, 2012. Disponível em <https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/tear/article/view/1725>. Acesso em: 26 fev. 2020.

TENREIRO-VIEIRA, C.; VIEIRA, R. M. Educação em Ciências e Matemática com Orientação CTS Promotora do Pensamento Crítico. **Revista CTS**, Buenos Aires, v. 11, n. 33, p. 143-159, 2016

VIGOTSKI, L. S. Lev S. Vigotski: Manuscrito de 1929. **Educação & Sociedade**, Campinas, ano XXI, n. 71, p. 21-44, 2000. Disponível em: [scielo.br/pdf/es/v21n71/a02v2171.pdf](https://scielo.br/pdf/es/v21n71/a02v2171.pdf). Acesso em: 28 fev. 2020.

VIGOTSKI, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

VIGOTSKI, L. S. **Pensamento e Linguagem**. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

VILCHES, A.; PÉREZ, D. G.; PRAIA, J. De CTS a CTSA: educación por un futuro sostenible. *In*: SANTOS, W. L. P. dos; AULER, D. (Org.) **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa**. Brasília: Universidade de Brasília, 2011. p. 185-209

UNIJUÍ. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande Do Sul. **Plano de Ensino de Meio Ambiente e Sustentabilidade**. 2019.

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

Recebido em agosto de 2020.

Aprovado em novembro de 2020.