

Competências Científicas Docentes, Educação CTS e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável

Enseñanza de Habilidades Científicas, Educación CTS y los Objetivos del Desarrollo Sostenible

Teaching Scientific Skills, STS Education and the Sustainable Development Goals

Margareth Polido Pires

Universidade Cruzeiro do Sul
megppf@gmail.com

ORCID 0009-0003-8145-4986

Maria Delourdes Maciel

Universidade Cruzeiro do Sul
Delourdes.maciel@gmail.com

ORCID 0000-0002-6821-5185

Resumo

Este trabalho faz parte de uma tese de doutorado em andamento, que busca investigar possíveis correlações entre as competências científicas necessárias às ações docentes, as competências delineadas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) brasileira (Brasil, 2018) e os princípios da Educação em Ciência, Tecnologia e Sociedade (Educação CTS) defendidos pela *National Science Teachers Association (NSTA)* dos Estados Unidos (NSTA, 1990). Neste trabalho em específico escolhemos focalizar na primeira competência científica apresentada na obra organizada por Pedrinaci *et al.* (2012, p.15), que postula que “O exercício da cidadania responsável requer alguma competência científica”. Nossa intenção é analisar como essa competência docente se relaciona com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos pela Organização das Nações Unidas (ONU, 2015). Optamos neste estudo por uma metodologia qualitativa do tipo documental, onde nos concentramos na coleta, organização e interpretação de dois documentos principais, anteriormente mencionados – a obra de Pedrinaci *et al.* (2012) e os 17 ODS defendidos pela ONU. Como resultado apresentamos um mapa de referências que articula competência e cidadania, estimulando uma reflexão mais aprofundada sobre a importância das competências científicas dos professores na abordagem das questões complexas, alvo dos ODS. O desenvolvimento da competência docente contribui com os ODS ao permitir que os professores compreendam a base científica das questões propostas em tais objetivos, permitindo-lhes explicar de forma mais clara e envolvente esses desafios aos alunos.

Palavras-Chave: competências científicas; educação CTS; Objetivos do Desenvolvimento Sustentável; cidadania

Resumen

Este trabajo forma parte de una tesis doctoral en curso, que busca investigar posibles correlaciones entre las habilidades científicas necesarias para las acciones docentes, las habilidades delineadas en la Base Curricular Común Nacional (BNCC) de Brasil (Brasil, 2018) y los principios de la Educación en Ciencia, Tecnología y Sociedad defendida por la National Science Teachers Association (NSTA) de Estados Unidos (NSTA, 1990). En este trabajo específico optamos por centrarnos en la primera competencia científica presentada en el trabajo organizado por Pedrinaci *et al.* (2012, p.15), que postula que “El ejercicio de una ciudadanía responsable requiere cierta competencia científica”. Nuestra intención es analizar cómo se relaciona esta competencia docente con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) propuestos por las Naciones Unidas (ONU, 2015). En este estudio nos valemos de una metodología documental cualitativa, donde nos centramos en la recopilación, organización e interpretación de dos documentos principales, anteriormente mencionados: el trabajo de Pedrinaci *et al.* (2012) y los 17 ODS defendidos por la ONU. Como resultado, presentamos un mapa de referencias que articula competencia y ciudadanía, estimulando una reflexión más profunda sobre la importancia de las habilidades científicas de los docentes para abordar cuestiones complejas, objetivos de los ODS.

Palabras clave: habilidades científicas; educación CTS; Objetivos de Desarrollo Sostenible; ciudadanía

Summary

This work is part of an ongoing doctoral thesis, which seeks to investigate possible correlations between the scientific skills necessary for teaching actions, the skills outlined in the Brazilian National Common Curricular Base (Brazil, 2018) and the principles of Science Education, Technology and Society (CTS Education) defended by the National Science Teachers Association (NSTA) of the United States (NSTA, 1990). In this specific work we chose to focus on the first scientific competence presented in the work organized by Pedrinaci *et al.* (2012, p.15), which postulates that “The exercise of responsible citizenship requires some scientific competence”. Our intention is to analyze how this teaching competence relates to the Sustainable Development Goals (SDGs) proposed by the United Nations (UN, 2015). In this study, we opted for a qualitative documentary methodology, where we focused on the collection, organization and interpretation of two main documents, previously mentioned – the work of Pedrinaci *et al.* (2012) and the 17 SDGs defended by the UN. As a result, we present a map of references that articulates competence and citizenship, stimulating a more in-depth reflection on the importance of teachers’ scientific skills in addressing complex issues, targeted by the SDGs.

Key words: scientific skills; STS education; Sustainable Development Goal; citizenship

Introdução

Nos últimos anos, a comunidade global adotou um compromisso inequívoco com um futuro mais sustentável e equitativo por meio da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas. Essa agenda abrange uma série de metas que visam abordar questões críticas,

como erradicação da pobreza, igualdade de gênero, acesso à água potável, energia limpa, combate às mudanças climáticas e muitos outros desafios interconectados. No cerne dessa visão está a transformação via educação, e uma das áreas fundamentais para alcançar esses objetivos, em nossa concepção como educadores, é o ensino de ciências na educação básica.

O ensino de ciências desempenha um papel vital na formação dos cidadãos do futuro, capacitando-os a compreender as complexas interações entre sociedade, ambiente e tecnologia. No entanto, para que os educandos cumpram eficazmente esse papel, é crucial que os docentes possuam competências científicas sólidas, que não devem abranger somente o conhecimento substancial nas áreas de ciências, mas também a capacidade de promover a curiosidade científica, o pensamento crítico e a resolução de problemas entre os alunos. É preciso que os professores tenham certas competências científicas desenvolvidas, e este é o ponto central de nossa discussão.

Nesse trabalho em particular, buscamos estabelecer um diálogo entre uma das competências científicas que os docentes devem possuir, preconizadas na obra de Pedrinaci *et al.* (2012), com os ODS.

Nosso objetivo é evidenciar como o desenvolvimento dessa competência científica docente, em específico, é essencial para que os professores possam preparar os estudantes para os desafios complexos do século XXI e, como decorrência, contribuir de maneira significativa para o alcance dos objetivos da Agenda 2030. Além disso, esperamos, também, reforçar a importância de investir na formação inicial e continuada dos professores, a fim de fortalecer sua capacidade de liderar uma educação voltada para a sustentabilidade e o bem-comum.

Nos parece relevante esclarecer que essas conexões que buscamos construir e que são o foco do presente trabalho, fazem parte de uma tese de doutorado em andamento, contudo, nesta proposta em específico, nos detemos sobre um recorte do panorama mais amplo, lançando um olhar para os ODS e para a primeira competência docente apresentada na obra organizada por Pedrinaci *et al.* (2012), devidamente apresentada adiante.

Contextualização teórica

No campo educacional, em específico no campo da educação científica, a educação CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) desempenha um papel vital na formação dos educandos para o pleno exercício da cidadania, capacitando-os a tomar decisões informadas (Santos & Mortimer, 2002), propondo-se a explorar as complexas relações entre ciência, tecnologia e suas interações com a sociedade (Bazzo, 1998).

Nesta abordagem, se busca promover o desenvolvimento da capacidade crítica dos estudantes, permitindo uma nova forma de compreender o mundo por meio da reflexão prática. Esse ponto é, sem dúvida, relevante na educação para a sustentabilidade, onde a promoção do pensamento crítico e responsável, especialmente a habilidade de transformar esse pensamento em ações concretas, capazes de impactar tanto as esferas locais quanto globais, é uma base

importante para empreender novas ações, menos agressivas ao planeta e a humanidade, oportunizando ações mais informadas e engajadas.

A Educação CTS transcende o simples aprendizado de fatos científicos e tecnológicos, abraçando uma visão mais ampla que reconhece a interconexão entre C-T-S. Promove uma compreensão crítica das implicações sociais, éticas e ambientais das descobertas científicas e inovações tecnológicas e fomenta uma ética da responsabilidade, incentivando a reflexão sobre os valores subjacentes às decisões científicas e tecnológicas (Pinheiro, Silveira & Bazzo, 2007). Isso capacita os indivíduos a participarem ativamente de debates, tomadas de decisão e ações relacionadas a questões científicas e tecnológicas que moldam nosso mundo, ajuda a forjar cidadãos responsáveis que consideram os impactos de suas escolhas e ações sobre a sociedade e o meio ambiente.

A NSTA (1990) dos Estados Unidos, estabelece 11 princípios para a Educação CTS, conforme mencionado por Porro e Lampert (2019, p. 76):

- i) identificação de problemas sociais relevantes para os estudantes e de interesse e impacto local ou mundial;
- ii) emprego de recursos humanos e materiais locais para localizar a informação a ser empregada na resolução dos problemas;
- iii) participação ativa dos estudantes na busca de informações que possam aplicar na resolução de problemas da vida real;
- iv) extensão da aprendizagem para além da escola;
- v) consideração do impacto da ciência e tecnologia sobre o estudante de forma individual;
- vi) visão de que conteúdo científico não se restringe a um conjunto de conceitos que os estudantes devem dominar para serem aprovados em exames;
- vii) aquisição de habilidades necessárias para que os estudantes resolvam seus próprios problemas;
- viii) orientação vocacional científica ou técnica do estudante;
- ix) atuação e a colaboração dos estudantes em suas próprias comunidades na solução dos problemas detectados;
- x) identificação dos meios pelos quais a ciência e tecnologia pode impactar a sociedade no futuro;
- xi) certa autonomia para os estudantes durante o seu processo de aprendizagem.

Nas abordagens educacionais CTS, é esperado fomentar atividades que combinem valores, dilemas éticos e humanos com raciocínio científico, de modo a estimular os alunos a investigarem, dialogarem e refletirem criticamente sobre a ciência, a tecnologia e suas diversas implicações sociais. Deste modo não apenas se propõe questionar os efeitos da ciência, mas destacar também a importância da participação pública nas tomadas de decisão (Marques e Reis, 2017).

O ensino de ciências com enfoque CTS propõe uma formação cidadã crítica, reconhecendo que ciência e tecnologia não são neutras. Através da problematização e do desvendamento da complexa rede de valores e interesses que permeiam a atividade científico-tecnológica, os alunos compreendem que os resultados e produtos científicos nem sempre estão em sintonia com princípios humanos, éticos e socioambientais (Auler, 2007)

Com o intuito de promover uma educação significativa e alinhada com os princípios acima e com os ODS, é essencial considerar as competências docentes, uma vez que são eles que desempenham um papel fundamental na construção dos saberes e na orientação dos estudantes.

Nóvoa (2009) enfatiza a importância da formação docente como um esforço coletivo e do trabalho em equipe, sublinhando a necessidade de uma intervenção colaborativa nos projetos educacionais da escola. Considerando em específico as competências científicas docentes, nos apoiaremos, na obra “11 Ideas Clave – El Desarrollo de la Competencia Científica”, dos autores Emilio Pedrinaci (org.), Aureli Caamaño, Pedro Cañal e Antonio de Pro (2012). Cada capítulo da referida obra se destina a exploração de uma das 11 competências científicas docentes, sobre as quais se dedicam os autores. **São elas:**

IDEIA 1 - O exercício da cidadania responsável requer alguma competência científica;

IDEIA 2- A noção de competência científica fornece critérios para selecionar, ensinar e avaliar conhecimentos básicos;

IDEIA 3- Conceitos e teorias científicas devem ser ensinados essencialmente para desenvolver explicações básicas sobre o mundo natural;

IDEIA 4- Os cidadãos precisam de conhecimento da ciência para dar respostas aos problemas do seu contexto;

IDEIA 5- O desenvolvimento e avaliação de modelos científicos escolares é uma maneira excelente de aprender sobre a natureza da ciência;

IDEIA 6 - A investigação escolar é a atividade que melhor integra a aprendizagem dos diferentes procedimentos científicos;

IDEIA 7- Aprender ciências é, em grande medida, aprender a ler, escrever e falar ciência;

IDEIA 8 - As implicações sociais do conhecimento científico e tecnológico fazem parte dele e, portanto, de seu ensino;

IDEIA 9 - O desenvolvimento da competência científica exige e produz atitudes positivas em relação à ciência e ao conhecimento científico;

IDEIA 10- Saber ciência não é o mesmo que ter competente profissional para ensinar ciências;

IDEIA 11 - A avaliação da competência científica exige novas formas de avaliar a aprendizagem.

Nos parece relevante apontar que estes autores possuem um sólido histórico de pesquisa no campo da didática das ciências experimentais, o que confere às ideias apresentadas uma base robusta no âmbito do ensino e da didática das ciências. Além disso, essas ideias têm o potencial de enriquecer a reflexão sobre como compreender e promover as competências científicas em situações de ensino.

Como já mencionado, neste trabalho nos deteremos na discussão sobre a primeira das 11 ideias-chave apresentadas anteriormente - “O exercício da cidadania responsável requer alguma competência científica”. Nosso objetivo é o de analisar como essa competência docente se relaciona com os ODS, oferecendo um panorama das conexões entre ambos.

Método

Optamos neste estudo por uma metodologia qualitativa do tipo documental, onde nos concentramos na coleta, organização e interpretação de dois documentos principais, anteriormente mencionados – a obra de Pedrinaci et al. (2012) e os 17 ODS defendidos pela ONU (2015). Essa abordagem metodológica se mostra adequada ao nosso propósito de buscar as conexões possíveis entre tais documentos. Nesse contexto, fundamentamo-nos em Demo (2006), que concebe a pesquisa como uma atitude de “aprender a aprender”, reconhecendo que estamos imersos na busca por construir novos significados, respaldados pela promoção de um diálogo entre os documentos. Além disso, ao nos inserirmos no quadro da dialética, reforçamos nosso objetivo de estabelecer conexões e promover o diálogo (Martinelli, 1999).

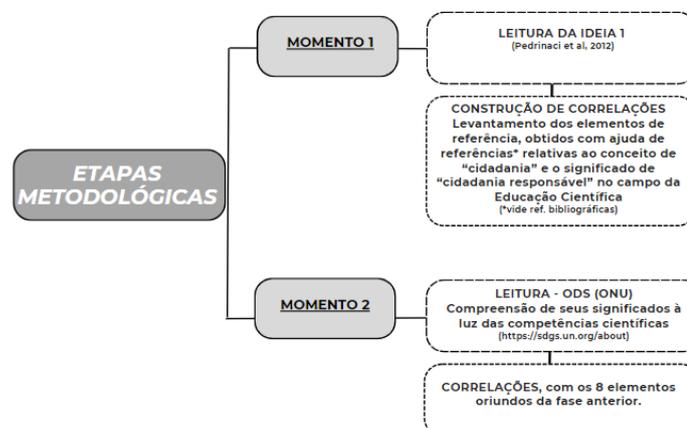
Para a construção desse diálogo, foram necessários dois momentos distintos. O Momento 1 é marcado pela leitura da ideia 1, interpretação e levantamento dos elementos de referência, obtidos com ajuda de referências relativas ao conceito de cidadania e o significado de cidadania responsável no campo da educação científica. Esta fase levou a 8 elementos que se destacaram como possíveis capacidades necessárias para fomentar a referida ideia, que apresentaremos adiante.

No Momento 2, houve a leitura dos 17 ODS, compreensão de seus significados e busca de correlações com os 8 elementos oriundos da fase anterior.

Em suma, estes 2 momentos marcam a construção de uma base de referência para a busca de correlação entre “cidadania”, enquanto competência científica docente e os ODS, centrados no trabalho de leitura, interpretação e decodificação dos dois documentos centrais deste trabalho, já destacados.

Buscamos representar esse processo no esquema a seguir (Esquema 1).

Esquema 1: representação das etapas metodológicas para a construção da base de referência teórica



Fonte: Elaborado pelas autoras (2024)

Agora, nos deteremos sobre o Momento 1, que originou os 8 elementos anteriormente mencionados e que desempenham um importante papel para as discussões que proporemos.

A leitura da ideia central 1 - “*Em um mundo globalizado e tecnologicamente avançado, o exercício de uma cidadania responsável requer dispor de uma formação científica que permita intervir na tomada de decisões sobre questões de interesse social*” (Pedrinaci 2012, p. 15 – tradução nossa) - nos levou imediatamente a duas questões: O que seria “o exercício de uma cidadania responsável”? Que sentido atribuir a cidadania?

É fato que o conceito de cidadania é uma construção social e histórica que tem evoluído ao longo do tempo, enriquecendo-se progressivamente. A definição de cidadania varia de autor para autor, dependendo das tradições políticas, culturais e religiosas específicas de cada contexto. A cidadania, portanto, é um conceito ambíguo e plural caracterizado por sua multidimensionalidade, dinamicidade e complexidade.

O termo “cidadão” tem suas raízes na Grécia Antiga, considerada o berço da cidadania. Naquela época, um cidadão era definido como um homem político, um habitante da polis (cidade-estado). A polis era vista como uma comunidade organizada que representava a forma suprema de vida coletiva e expressão do espírito humano. Portanto, um cidadão era alguém que participava ativamente das atividades públicas, possuía direitos e deveres e era identificado como homem livre. Em contraste, havia aqueles que não desfrutavam dessa liberdade, como mulheres, escravos, estrangeiros e bárbaros (Nogueira & Silva, 2001; Ferreira, 2003; Santos, 2005). Posteriormente, surgiu o conceito de Paideia, que tinha o propósito de educar os cidadãos. Os sofistas desenvolveram a Paideia como um conjunto de saberes e competências (currículo) que visava formar o homem como cidadão. Como observado por Carneiro (1997), a polis era a agente da Paideia, responsável por moldar o indivíduo como cidadão.

Marques (1998, p. 26) destaca que o que caracteriza um cidadão livre é sua capacidade e competência para exercer a cidadania. Isso envolve a habilidade de defender pontos de vista, argumentar, tomar decisões de forma autônoma e participar livremente na vida da comunidade. Segundo Fonseca (2001, p. 27), tornar-se cidadão não se resume à aquisição de conhecimentos ou à adaptação de comportamentos. É também uma apropriação de valores, códigos e competências inerentes à conduta democrática, que é a base do exercício da cidadania. Tornar-se cidadão é, assim, uma tarefa cognitiva e socioafetiva, onde a pessoa desempenha um papel ativo, envolvendo diferentes domínios do desenvolvimento psicológico, como o cognitivo, estético, moral e pró-social.

Atualmente, a cidadania enfrenta desafios devido a problemas sociais, econômicos e políticos, incluindo a influência dos meios de comunicação de massa, a disseminação das novas tecnologias da informação e o surgimento de novos nacionalismos e formas de exclusão.

Portanto, a educação para a cidadania desempenha um papel fundamental. Para ser um cidadão completo, é necessário desenvolver a capacidade de pensar de forma crítica e sistemática, encontrar soluções para problemas, resolver conflitos de maneira responsável e solidária e participar ativamente na vida pública, protegendo os direitos humanos. Esses são os pilares fundamentais de uma cidadania plena e eficaz em nossa sociedade contemporânea.

Conforme observado por Levinson (2010), a conexão entre as disciplinas científicas e a cidadania tem emergido como uma tendência proeminente nos currículos educacionais mais

contemporâneos. Estes currículos enfatizam a necessidade de preparar os estudantes para uma participação ativa na sociedade e para a tomada de decisões conscientes em relação a questões socio científicas. O autor destaca que essa ênfase na formação para a cidadania é observada em países como os Estados Unidos, Inglaterra, Brasil, Portugal e outros.

Assim, a incorporação da formação para a cidadania nos currículos de ciências não apenas busca preparar os estudantes para compreenderem e participarem de questões socio científicas complexas, mas também visa fortalecer a relação de confiança entre a sociedade e os avanços científicos. É uma tentativa de assegurar que a educação científica não apenas promova o conhecimento, mas também capacite os cidadãos a tomarem decisões informadas e a participarem ativamente na construção de um futuro sustentável e próspero para suas nações.

A Cidadania Responsável está na base dos ODS propostos pelas Nações Unidas, pois representa o engajamento ativo e consciente dos cidadãos na promoção de um mundo mais sustentável e equitativo. Os ODS foram estabelecidos como um roteiro global para abordar uma ampla gama de desafios que enfrentamos, desde a erradicação da pobreza até a proteção do meio ambiente. No centro de cada um desses objetivos está o papel crucial que os cidadãos desempenham como agentes de mudança.

Como destaca Santos (2011), as atenções no campo educacional hoje estão voltadas principalmente para a ideia de cidadania e para a formação de professores com perfis profissionais atualizados. Esses professores são capacitados a trabalhar com uma visão interdisciplinar da ciência, reconhecendo as múltiplas formas de conhecer e intervir na sociedade contemporânea. Portanto, a educação em Ciências não se limita apenas à transmissão de conhecimento científico, mas também incorpora o desenvolvimento de habilidades cidadãs, promovendo uma compreensão mais ampla do papel da ciência na sociedade e sua relação com a formação de cidadãos críticos e participativos.

Quanto a noção de competência, esta também se apresenta como um conceito multifacetado e que tem sido empregado em diversos contextos, o que por vezes pode complicar sua compreensão e utilidade. Etimologicamente, a palavra “competência” deriva do latim “*competentia*,” que significa proporção e simetria. Em termos gerais, a competência refere-se à capacidade de compreender uma situação específica e responder de forma apropriada a ela. Isso implica em avaliar a situação de maneira justa e proporcional às necessidades apresentadas, a fim de agir da maneira mais eficaz possível. Em outras palavras, a competência é a qualidade de alguém que é capaz de avaliar e resolver determinado problema ou realizar uma tarefa específica, sendo caracterizada por sua capacidade, habilidade e idoneidade (Ferreira, 1999).

Le Boterf (1994) ao citar o trabalho de Fleury & Fleury (2001), também enfatiza que os saberes, para serem considerados competências, precisam estar consolidados, integrados e serem passíveis de aplicação em diferentes situações. Ele concebe a competência como um conceito sistêmico, uma organização inteligente e ativa de conhecimentos adquiridos, que são apropriados pelo sujeito e utilizados de forma proativa para enfrentar situações e resolver problemas.

Resultados e discussões

Considerando as referências sumarizadas anteriormente, nos debruçamos novamente sobre a Ideia 1 e construímos algumas compreensões iniciais, a saber:

- É preciso competência científica para compreender questões complexas que envolvem ciência e tecnologia, como mudanças climáticas, saúde pública, biotecnologia, energia renovável e outras. Assim como, para que se possa realizar as transposições didáticas necessárias para a desenvolver competências de análise de questões complexas (portanto conectas) com os estudantes;
- É necessário ser competente para, durante as atividades de ensino, promover o desenvolvimento de habilidades associadas a avaliação de informações científicas e tecnológicas presentes na mídia, em discursos políticos e em outros meios, para distinguir entre fatos e opiniões e tomar decisões baseadas em evidências;
- É fundamental ter competência para orientar os estudantes a participar de debates e processos de tomada de decisão relacionados a questões científicas e tecnológicas, permitindo que suas vozes sejam ouvidas nas políticas públicas e nas ações sociais;
- É relevante apresentar competência para capacitar os estudantes a contribuir para a busca de soluções sustentáveis, considerando tanto os aspectos científicos quanto os sociais;
- Se faz relevante, estar pautado por compromissos éticos e responsáveis de modo a promover a compreensão das dimensões éticas e sociais das decisões científicas e tecnológicas, incentivando uma abordagem responsável e consciente;
- É desejável se mostrar competente para incentivar a educação científica como parte integral da formação cidadã, preparando os estudantes a desempenharem um papel ativo e informado na sociedade;
- É imprescindível estar aberto a fomentar as resoluções de problema, reconhecendo que os estudantes que possuem competência científica estão mais bem preparados para contribuir para as soluções eficazes;
- Se mostra vantajoso ser competente para fomentar nos estudantes capacidades associadas a avaliação de produtos e processos com base em critérios científicos (como, por exemplo, avaliar a eficiência energética, compreender processos que impactam na biodiversidade, avaliar produtos que se dizem provenientes de fontes orgânicas etc.).

De certo, outras possibilidades interpretativas seriam possíveis, mas em nossas variadas análises consideramos que os termos grifados estão fortemente associados ao exercício de uma cidadania responsável, considerando os aportes oriundos da educação científica. Assim sendo, este momento de análise documental e de referências, no levou a construção do mapa de referência, que passou a ser suporte para a análise das ODS e a busca de correlação com a condição central da Ideia 1: cidadania responsável. Tal mapa é apresentado no quadro a seguir (Quadro 1).

Quadro 1 – Mapa de referência - competências docentes possíveis de serem inferidas da Ideia 1 e que se mostram relevantes como competência científica docente

REFLEXÃO	AÇÃO / INTERVENÇÃO
Compreender e Analisar Questões Complexas	Agir com Ética e Responsabilidade Social
Avaliar Informações Científicas, Baseadas em Evidências	Promover a Educação Científica e a Cidadania
Participar de Debates e na Tomada de Decisão	Promover a Resolução de Problemas
Avaliar Ações e Processos	Contribuir para Soluções Sustentáveis

Fonte: dados da pesquisa (autoras, 2024)

Ao nos depararmos com esses elementos, nos surpreendeu uma nova interpretação – quatro deles se aproximam de uma esfera mais reflexiva e os outros quatro de uma esfera mais propositiva, associada a ações e intervenções. Por isso o quadro 1 se apresenta diagramado desta forma.

Numa etapa posterior, nossa questão passou a ser: se o exercício de uma cidadania responsável exige alguma competência científica e reconhecendo que os ODS estão pautados sobre a cidadania, essa competência docente contribui para atingir as metas dos ODS? Em suma, há diálogo entre ambas?

Essa questão abre então o Momento 2, onde nos perguntamos se os mesmos elementos do quadro 1, poderiam se constituir como referência de análise para os ODS. Neste momento, nos dedicamos a leitura interpretativa de cada ODS, pautadas pelas referências do quadro 1 e chegamos as seguintes conclusões:

- Compreender e Analisar Questões Complexas - Avaliando o contexto dos ODS, a análise de questões complexas não apenas identifica as causas subjacentes dos problemas, mas também ajuda a planejar intervenções eficazes e a avaliar o progresso em direção as metas propostas no documento. Muitos dos ODS envolvem questões complexas que exigem análise cuidadosa;
- Avaliar Informações Científicas, Baseadas em Evidências - O uso de informações científicas é fundamental para a compreensão e monitoramento de muitos ODS. Dados científicos são recursos potentes para avaliar o progresso e identificar áreas críticas de intervenção;
- Participar de Debates e na Tomada de Decisão - A tomada de decisão está envolvida em todos os ODS, uma vez que governos, organizações e comunidades devem tomar decisões estratégicas para implementar as metas. Considerando o quanto podem afetar a vida das pessoas, ter referências para participar de debates é uma postura de cidadania responsável;
- Avaliar Ações e Processos- Todos os ODS envolvem a avaliação de propostas de ação e dos processos nela envolvidos. Assim como, compreender e avaliar políticas públicas, defendendo ações de crescimento econômico com redução de impactos ambientais e exigindo trabalho decente, paz, justiça e instituições eficazes;

- Agir com Ética e Responsabilidade Social- Os ODS buscam abordar desigualdades e injustiças em várias esferas da sociedade. Ensinar sobre a ética na ciência e na pesquisa científica, contribui para a compreensão dos dilemas éticos associados à ciência e a ciência-sociedade;
- Promover a Educação Científica e a Cidadania - A educação científica envolve o processo de aquisição de conhecimentos científicos, habilidades de pensamento crítico e compreensão de como a ciência funciona. Esse conjunto de habilidades leva os cidadãos a poder influenciar políticas públicas, promover mudanças e responsabilizar os governos pela implementação dos ODS. De certo, considerando a complexidade de nosso mundo a competência científica e a educação científica emergem como pilares fundamentais para enfrentar desafios globais, como os objetivos do desenvolvimento sustentável;
- Promover a Resolução de Problemas - Todos os ODS envolvem a resolução de problemas. Isso pode ser na forma de abordar desafios ambientais, desigualdades sociais ou questões de saúde;
- Contribuir para Soluções Sustentáveis - Os ODS são, em si, sobre soluções sustentáveis para desafios globais.

Por fim, o último procedimento que adotamos foi o de buscar correlacionar efetivamente os dois achados, o que implica em buscar paralelos entre os elementos associados a cidadania construídos a partir da referência de Pedrinaci *et al.* (2012) e aqueles construídos, considerando os mesmos elementos, com os ODS.

Construindo Diálogos

Nos parece necessário retomar alguns pontos importantes, antes de avançarmos. No escopo da investigação central em andamento, estamos investigando as competências científicas necessárias a ação docente, recorrendo a 3 referências centrais, a obra de Pedrinaci *et al.* (2012), que propõe 11 ideias-chave para o desenvolvimento da competência científica, os Princípios da Educação em Ciências, Tecnologia e Sociedade apresentados pela NTSA (1990) e o documento da legislação brasileira que estabelece a base comum curricular (Brasil, 2018), organizado em competências e habilidades a serem desenvolvidas nos diferentes níveis de ensino da educação básica. No processo inicial de análise destes documentos, a ideia 1 da obra de Pedrinaci nos chama atenção ao atrelar cidadania e competência científica, o que nos levou ao questionamento sobre a possibilidade desta relação poder também dialogar com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável propostos pela ONU (2015). Tal questionamento leva a uma nova empreitada, em busca de possíveis correlações. Por isso, todo o processo que aqui apresentamos se encontra fortemente associado aos constructos “competência científica docente” e “cidadania”.

Nessa empreitada foi preciso portanto, construir referentes para avaliar a possível relação. Estamos então diante de um quadro, composto por 8 elementos, construídos a partir da Ideia 1 e que ofereceram uma base inicial de diálogo com os ODS. Ambos apresentados no tópico anterior.



Nesse momento, para poder fortalecer este diálogo ou correlação é preciso ter em mente o que cada ODS tem como intenção. Nesse sentido, apresentamos a seguir, o que julgamos essencial ou central em cada uma delas, numa interpretação pautada pelas discussões anteriores. Claramente portanto, a luz de outros referentes, outras interpretações para estes objetivos poderiam ser possíveis.

Erradicação da Pobreza (ODS 1) – capacitar os indivíduos a contribuir com soluções sustentáveis pode ajudar a abordar questões relacionadas à pobreza, criando oportunidades econômicas e sociais.

Fome Zero (ODS 2) - A resolução de problemas científicos está diretamente ligada à melhoria da agricultura, produção de alimentos e combate à fome.

Saúde e Bem-Estar (ODS 3) – a pesquisa científica desempenha um papel crucial na identificação de soluções médicas e de saúde. Cientistas e profissionais de saúde usam competência científica para diagnosticar doenças, desenvolver tratamentos e vacinas, e melhorar a saúde pública.

Educação de Qualidade (ODS 4) – capacitar os indivíduos a compreenderem questões complexas de ciência e tecnologia requer educação de qualidade que promova habilidades críticas e analíticas, preparando-os a participar ativamente das discussões que impactam a sociedade.

Igualdade de Gênero (ODS 5) – a promoção da educação científica como parte da formação cidadã envolve garantir que todas as pessoas, independente do gênero, tenham igual acesso a oportunidades do aprendizado científico. Isso inclui acesso igualitário a recursos educacionais, oportunidades de pesquisa e participação em atividades diversas. A educação científica também desempenha um papel importante na desconstrução de estereótipos de gênero, devendo incentivar meninas e mulheres a se envolverem ativamente, superando a sub-representação feminina em carreiras científicas.

Água Potável e Saneamento (ODS 6) – a ciência é fundamental para resolver problemas relacionados à gestão da água, purificação e saneamento. Isso inclui o desenvolvimento de tecnologias para fornecer acesso a água potável segura e tratamento de águas residuais.

Energia Limpa e Acessível (ODS 7) – resolver desafios energéticos complexos, como a transição para fontes de energia limpa, requer pesquisa científica e tecnológica.

Trabalho Decente e Desenvolvimento Econômico (ODS 8) - a compreensão das interações entre economia, tecnologia e desenvolvimento sustentável é fundamental para abordar desafios globais como o desemprego, a desigualdade e a degradação ambiental. A competência científica ajuda os cidadãos a adotarem abordagens sustentáveis para o desenvolvimento econômico.

Indústria, Inovação e Infraestrutura (ODS 9) - Resolver desafios de infraestrutura e inovação requer competência científica para desenvolver tecnologias avançadas e eficazes.

Redução das Desigualdades (ODS 10) – garantir que todas as pessoas tenham acesso à educação, desenvolvendo habilidades que permitam a avaliação de informações científicas auxilia na redução de desigualdades relativas ao acesso ao conhecimento e a tomada de decisões informadas.

Cidades e Comunidades Sustentáveis (ODS 11) – considerar as dimensões éticas e sociais é importante para o desenvolvimento de comunidades sustentáveis, baseadas nos princípios de inclusão, participação e equidade - há que se considerar os benefícios e os impactos, de modo

a não prejudicar grupos vulneráveis, garantindo que todas as comunidades tenham acesso igual a oportunidades e recursos.

Consumo e Produção Responsáveis (ODS 12) – intimamente relacionado à competência científica pois envolve a compreensão e aplicação de conhecimentos científicos para promover práticas mais sustentáveis na produção, descarte e consumo de materiais.

Ação contra a Mudança Global do Clima (ODS 13) - a compreensão das ciências ambientais e das mudanças climáticas oportuniza capacidades associadas a compreensão e a ação das pessoas em relação às questões climáticas. A alfabetização científica envolve a capacidade de compreender conceitos científicos complexos, como os mecanismos das mudanças climáticas. Isso inclui a compreensão dos fatores que contribuem para o aumento das temperaturas globais, como as emissões de gases de efeito estufa, a acidificação dos oceanos e o derretimento das calotas de gelo. Compreender esses conceitos é fundamental para a conscientização sobre a urgência da mudança climática.

Vida na Água (ODS 14) – a pesquisa científica é vital para a conservação dos ecossistemas marinhos e a resolução de problemas relacionados à poluição dos oceanos e à pesca sustentável.

Vida Terrestre (ODS 15) – a ciência desempenha um papel crucial na conservação da biodiversidade, restauração de ecossistemas e gestão sustentável da terra.

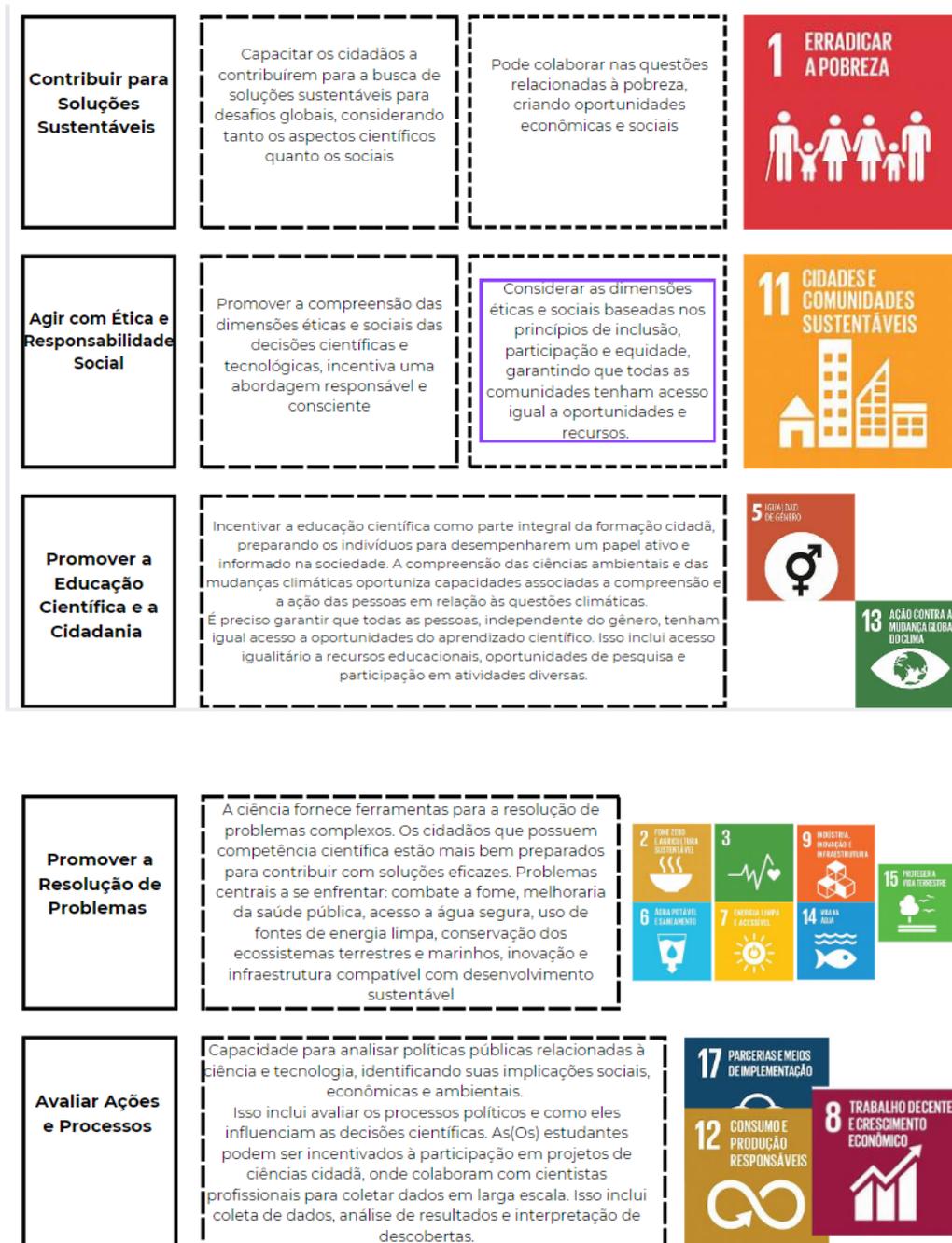
Paz, Justiça e Instituições Eficazes (ODS 16) – capacitar os cidadãos para participar de debates e tomadas de decisão promove a justiça, a transparência e o fortalecimento das instituições democráticas.

Parcerias para as Metas (ODS 17) – estudantes podem contribuir, organizando eventos, campanhas de sensibilização, escrevendo artigos, participando de grupos de defesa e pressionando diferentes setores para que sejam parceiros no engajamento pelas metas dispostas pelos ODS.

Ao nos debruçarmos sobre os 8 elementos do mapa de referência (quadro 1), as interpretações das ODS sustentadas por estes mesmos elementos e as interpretações possíveis de cada um dos 17 objetivos apresentados acima, nos dedicamos a uma tentativa de correlação, explicitando as conexões entre estes elementos. Este resultado é apresentado no esquema a seguir (Esquema 2).

Esquema 2 – Correlações entre cidadania (como competência docente) e os ODS

<p>Compreender e Analisar Questões Complexas</p>	<p>Capacitar os cidadãos a compreenderem questões complexas que envolvem ciência e tecnologia, como mudanças climáticas, saúde pública, biotecnologia, energia renovável e outras, para que possam participar ativamente nas discussões sobre esses temas</p>	<p>Requer educação de qualidade que promova habilidades críticas e analíticas, preparando-os a participar ativamente das discussões que impactam a sociedade.</p>	<p>4 EDUCAÇÃO DE QUALIDADE</p> 
<p>Avaliar Informações Científicas, Baseadas em Evidências</p>	<p>Desenvolver habilidades para avaliar informações científicas e tecnológicas presentes na mídia, em discursos políticos e em outros meios, para distinguir entre fatos e opiniões e tomar decisões baseadas em evidências</p>	<p>A avaliação de informações científicas auxilia na redução de desigualdades relativas ao acesso ao conhecimento e a tomada de decisões informadas.</p>	<p>10 REDUÇÃO DAS DESIGUALDADES</p> 
<p>Participar em Debates e na Tomada de Decisão</p>	<p>Capacitar os cidadãos a participar de debates e processos de tomada de decisão relacionados a questões científicas e tecnológicas, permitindo que suas vozes sejam ouvidas nas políticas públicas e nas ações sociais</p>	<p>Capacitar os cidadãos para participar de debates e tomadas de decisão promove a justiça, a transparência e o fortalecimento das instituições democráticas.</p>	<p>16 PAZ, JUSTIÇA E INSTITUÇÕES SÓLIDAS</p> 



Mapa de referência construído pelas autoras (2024)

Neste esquema, a primeira referência são os 8 elementos obtidos da análise inicial da Ideia 1, quando buscamos esmiuçar o sentido de cidadania, recorrendo a referências diversas. O segundo bloco, busca trazer uma síntese de sentido a cada elemento, buscando estabelecer conexões com as necessárias competências científicas docentes. O terceiro bloco, tenta criar um diálogo entre as colunas anteriores e os ODS. Por fim, exemplos de Objetivos são apresentados. Em alguns casos, somente para garantir a formatação (*design*) do esquema, o segundo e terceiro bloco se encontram justapostos, mas sem perder a essência em cada caso.

É muito claro para nós, que os “ODS exemplos” poderiam ser outros em diversas situações da correlação. Como nosso objetivo esteve fortemente vinculado a avaliar se tal correlação existiria, essa questão, de quantos outros objetivos exemplificar, não nos parece relevante. Tentamos, de certo, inserir todos os objetivos, para garantir a percepção do quanto a articulação se mostra forte.

Conclusões

O processo a que nos dedicamos, buscar um diálogo entre a formação científica dos docentes, em especial a necessidade de ter desenvolvida a competência cidadã, com os ODS, nos indicou alguns pontos relevantes para reflexão. Por um lado, nos parece evidente a necessidade de os docentes desenvolverem competências científicas para poderem auxiliar seus alunos para os desafios complexos do século XXI e, como decorrência, contribuir de maneira significativa para o alcance dos objetivos da Agenda 2030. Estabelecidos como uma agenda global para abordar desafios ambientais, sociais, econômicos, os ODS dependem, e muito, da capacidade dos professores estabelecerem uma formação sólida da ciência aos seus alunos.

Tal desenvolvimento da competência docente contribui com os ODS primeiramente, ao permitir que os professores compreendam a base científica das questões propostas em tais objetivos, permitindo-lhes explicar de forma mais clara e envolvente esses desafios aos alunos. Além disso, ela promove competências como pensamento crítico, resolução de problemas, avaliação de propostas, dentre outras, que são cruciais para abordar questões complexas, como por exemplo, mudanças climáticas, saúde pública e desigualdade social. Por fim, professores competentes fomentam a educação de qualidade, um objetivo específico dos ODS.

Desse modo, podemos enumerar que professores com formação científica sólida:

- Estão mais bem equipados para selecionar conhecimentos científicos essenciais aos alunos, permitindo-lhes compreender melhor as questões de interesse social que envolvem ciência e tecnologia;
- Podem promover o pensamento crítico, ensinando os alunos a questionar informações, analisar evidências e avaliar as implicações das decisões relacionadas a questões sociais baseadas em conhecimento científico;

- Compreendem o fazer científico, o que lhes permite ensinar aos alunos como abordar problemas complexos de maneira lógica, sistemática, baseada em evidências - características essenciais para a tomada de decisões informadas;
- Podem contextualizar questões sociais complexas dentro de um quadro científico, facilitando a compreensão dos alunos sobre esses desafios e para as possíveis soluções.

As competências científicas docentes possibilitam tanto para os professores quanto seus estudantes o estabelecimento de um ambiente favorável à democracia, permeados por uma reflexão crítica sobre diversos aspectos que venham a reformular conceitos e atitudes em relação ao meio ambiente e à sociedade (Silva e Araújo, 2023).

Investir na formação científica dos professores é investir em um futuro sustentável, onde as gerações futuras estarão preparadas para enfrentar os desafios globais com conhecimento e resiliência. À medida que continuamos a trabalhar em direção aos ODS até 2030, é fundamental reconhecer e valorizar o papel crucial dos educadores na transformação de nossos objetivos em realidade.

Considerações Finais

A centralidade da competência científica docente para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)

Ao longo deste trabalho, exploramos a relação entre a competência científica docente e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos pela ONU. Argumentamos que o desenvolvimento dessa competência é essencial para que os professores possam preparar os alunos para os desafios complexos do século XXI e, conseqüentemente, contribuir para o alcance das metas dos ODS.

A análise da Ideia 1 da obra de Pedrinaci et al. (2012) nos permitiu identificar oito elementos-chave que caracterizam a cidadania responsável no contexto da educação científica. Esses elementos, como a capacidade de compreender e analisar questões complexas, avaliar informações científicas, participar de debates e na tomada de decisão, e agir com ética e responsabilidade social, estão intimamente relacionados à competência científica docente.

Ao correlacionarmos os oito elementos da cidadania responsável com os ODS, constatamos uma forte conexão entre ambos. A competência científica docente, ao promover o desenvolvimento desses elementos nos alunos, contribui para a formação de cidadãos conscientes, críticos e engajados na construção de um futuro mais sustentável e equitativo.

A correlação entre as competências científicas e os ODS revelou que a educação científica não apenas capacita os indivíduos para compreender e enfrentar desafios globais, mas também os prepara para contribuir ativamente para a construção de um futuro sustentável. A promoção de uma educação científica de qualidade é, portanto, fundamental para o desenvolvimento de

uma cidadania que possa influenciar positivamente políticas públicas e promover mudanças significativas na sociedade.

Os resultados deste estudo indicam a necessidade de fortalecer a formação das competências científicas dos professores. Essa formação deve contemplar tanto o aprofundamento do conhecimento científico quanto o desenvolvimento de habilidades pedagógicas que lhes permitam promover o desenvolvimento da cidadania responsável nos alunos.

Acreditamos que este trabalho contribui para a compreensão da importância da competência científica docente no contexto da educação para a sustentabilidade. Ao investir na formação de professores nessa área, podemos contribuir para a formação de cidadãos que serão agentes de transformação social e ambiental.

Esperamos que este trabalho inspire novas reflexões e pesquisas sobre o tema.

Contribuições das autoras

Conceptualização: Margareth Polido Pires e Maria Delourdes Maciel; Metodologia: Margareth Polido Pires; Software: N/A (não aplicável); Validação: Margareth Polido Pires e Maria Delourdes Maciel; Análise formal: Margareth Polido Pires e Maria Delourdes Maciel; Investigação: Margareth Polido Pires; Recursos: Margareth Polido Pires e Maria Delourdes Maciel; Escrita: Margareth Polido Pires; Esboço original: Margareth Polido Pires; Escrita - Revisão & Edição: Margareth Polido Pires e Maria Delourdes Maciel; Financiamento: N/A (não aplicável).

Referências

- Auler, D. (2007). Enfoque ciência-tecnologia-sociedade: Pressupostos para o contexto brasileiro. *Ciência & Ensino*, vol1, número especial.
- Bazzo, W.A. (1998). *Ciência, tecnologia e sociedade: e o contexto da educação tecnológica*. Ed. da UFSC Brasil. (2018). Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*.
- Carneiro, R. (1997). *Educação para a cidadania e cidades educadoras*. 144 (4), p. 391-413.
- Demo, P. (2006). *Pesquisa: princípio científico e educativo*. Ed. Cortez, 128p.
- Ferreira, J. (2003). *Introdução*. In Ferreira & Estêvão (coord.) *A Construção de uma escola cidadã. Público e Privado em Educação*. Externato Infante D. Henrique. Artes Gráficas, p. 9-14
- Ferreira, L.S. (2011). *O Trabalho dos professores e o discurso sobre competências: questionando a qualificação, a empregabilidade e a formação*. *Currículo sem Fronteiras*, (v.11, n.2, p.120-133) <http://www.curriculosemfronteiras.org/vol11iss2articles/ferreira.pdf> Acesso out., 2023
- Fleury, M. T. L.; Fleury, A..(2001). *Construindo o conceito de competência*. *Revista de Administração Contemporânea* (v. 5, n. spe, p. 183-196).
- Fonseca, A. (2001). *Educar para a cidadania: motivações, princípios e metodologias*. Porto Editora

- Levinson, R. (2010). *Science education and democratic participation: an uneasy congruence?* Studies in Science Education (v. 46, n. 1, p. 69-119).
- Marques, R. (1998). *Ensinar valores: teorias e modelos*. Porto Editora.
- Marques, A.R., Reis, P. (2017). *Producción y difusión de vídeos digitales sobre contaminación ambiental. Estudio de caso: activismo colectivo basado en la investigación*. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencia, 14 (1), 215-226.
- Martinelli, M. L.(1999). *Pesquisa qualitativa: um instigante desafio*. Editora Veras.
- National Science Teachers Association (NTSA) (1990). *Science-technology-society: a new effort for providing appropriate science for all* (Position Statement), in NTSA Handbook, p.47-48. <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0270467690010005-601>. Acesso 03 out 2023
- Nogueira, C.; Sil va, I. (2001). *Cidadania, construção de novas práticas em contexto educativo*. 3ª edição. Edições Asa.
- Nóvoa, A.(2009). *Professores: Imagens do futuro presente*. Educa.
- Organização das Nações Unidas (ONU) (2015). *Transformando nosso mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development | Department of Economic and Social Affairs (un.org)
- Pedrinaci, E. (Coord.), Caamaño A., Cañal, P., Pro, A. (2012). *11 Ideas Clave. El Desarrollo de la Competencia Científica*. Editorial Graó. ISBN: 978-84-9980-472-9. P. 294 páginas.
- Pinheiro, N.A.M., Silveira, R.M.C.F., Bazzo, W.A., (2007). *Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio*. Ciência e Educação (Bauru), 13(1), 71-84
- Porro, S.; Lampert, D. (2019). *Una nueva aproximación a la propuesta CTS para la enseñanza/ de la Química*. In: Maciel, M. D.; Manassero-Mas, M. A.; Albrecht, E. (org.). Ciências, Tecnologia e Sociedade no currículo, no ensino e na formação de professores: ensino, pesquisa e formação. v. 2. p. 74-88.
- Santos, M.E.V.M. dos (2001). *A cidadania na voz dos manuais escolares*. Livros Horizonte.
- Santos, R. A.; Auler, D. (2017). *Busca de uma participação social para além da avaliação de impactos da Ciência Tecnologia na Sociedade: sinalizações de práticas educativas CTS*. In: Encontro Nacional De Pesquisa Em Educação Em Ciências, 11. *Anais*. Florianópolis
- Santos, W. L. P. (2011). *Significados da educação científica com enfoque cts*. In: Santos, W. L. P.; Auler, D. (Org.). *CTS e Educação Científica: Desafios, Tendências e Resultados de Pesquisas*. (p. 21-47) Editora UnB
- Santos, W. L. P.; Mortimer, E. F. (2002). *Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*. (v. 2, n. 2, p. 110-132).
- Santos, W. L. P.; Silva, K. M. A.; Silva, S; M. B. (2018) *Perspectivas e desafios de estudos de QSC na educação científica brasileira*. In: Conrado, D. M.; Nunes-Neto, N. F. (Org.). *Questões socio científicas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas*. (p. 427-452). EDUFBA
- Silva, N.D., ARAÚJO, M.F.D. (2023). *Educação para a sustentabilidade em trabalhos de conclusão de curso de licenciatura em biologia na região amazônica*. Paraense. Educação em Revista, 39, e40383.