

Importância Concedida à CTSA e Sustentabilidade em Revistas de Investigações Científicas Educacionais no Brasil e Espanha¹

Deusivaldo Aguiar-Santos

Universidade Federal do Pará
Grupo de Estudo em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente – GECTSA/PPGECM/IEMCI
deusivaldo@ifma.edu.br

Amparo Vilches

Universitat de València
Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals i Socials
amparo.vilches@uv.es

Licurgo Peixoto de Brito

Universidade Federal do Pará
Grupo de Estudo em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente – GECTSA/PPGECM/IEMCI
licurgo@ufpa.br

Resumo

O objetivo deste estudo é evidenciar a evolução das investigações em educação em ciências no contexto Ciência-Tecnologia-Sociedade voltada para CTSA e Sustentabilidade no último par de décadas (1995–2014), no meio Ibero-americano. Nesse aspecto, foram analisadas a ocorrência de expressões relacionadas a CTSA, Sustentabilidade e outras vinculadas a estes termos em duas revistas de grande impacto e relevância na investigação didática no ensino de ciências e muito utilizadas por docentes e pesquisadores no âmbito dos países Ibero-americanos. Resultados apontam que embora tenha havido mudanças rumo às abordagens CTSA e Sustentabilidade na última década, estas mudanças ainda são tímidas tendo em conta a gravidade da situação socioambiental que enfrentamos e medidas urgentes em nível local e global devem ser adotadas.

Palavras-chave: CTSA, Sustentabilidade, Revistas de investigação em Didática das Ciências.

Abstract

The objective of this study is to investigate the evolution on the Science-Technology-Society to STSE and Sustainability during the last couple of decades (1995-2014) in the Ibero-american environment. In these aspects were analyzed the occurrence of expressions related to STSE, sustainability and others attached to such terms in two magazines of great weight and relevancy on didactic investigation in the teaching of sciences, and very wide used by researchers in the area of Ibero-american countries. Results show that although it has been happened changes approaching STSE and sustainability in the last decade, these changes are mild taking into account the gravity of the socio-environmental situation that we are facing now and urgent matters at local and global levels should be adopted.

¹ Este trabalho, assim como o trabalho intitulado *Evolução CTS à CTSA em seminários Ibero-americanos*, ambos apresentados no V SIACTS, são partes de uma pesquisa em nível de doutorado realizada conjuntamente no Brasil e Espanha.

Keywords: STSE, Sustainability, Magazines on Science Education.

Resumen

El objetivo de este estudio es analizar, en el ámbito Iberoamericano, la evolución de las investigaciones en Educación en Ciencias en el contexto de las interacciones CTS, hacia CTSA y el campo de la Sostenibilidad en las últimas dos décadas (1995-2014). Se analizaron para ello la presencia de expresiones relacionadas con CTSA, Sostenibilidad u otras relacionadas con estas temáticas en dos revistas de gran impacto y relevancia en la investigación en didáctica de las ciencias y muy utilizadas por docentes e investigadores iberoamericanos. Los resultados de la investigación muestran que aunque ha habido cambios en el sentido de una mayor atención al campo CTSA y la Sostenibilidad en la última década, esos cambios son todavía insuficientes teniendo en cuenta la gravedad de la situación socioambiental a la que nos enfrentamos y las medidas necesarias y urgentes a nivel glocal (local y global) que se deben adoptar.

Palabras llave: CTSA, Sostenibilidad, Revistas de investigación en Didáctica de las Ciencias.

Introdução

Frequentemente, nos deparamos em nosso cotidiano com situações relacionadas com a crise de emergência em que vive nosso planeta, provocada principalmente pela intervenção dos seres humanos no meio ambiente. Isso tem gerado consequências nunca presenciadas antes na história da humanidade (Bybee, 1991; Vilches & Gil-Perez, 2009).

Deste modo, tendo em conta sua importância e a necessidade de contextualizar e envolver a cidadania na construção de um presente sustentável, o campo educacional através das abordagens Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) vem sendo cada vez mais difundido (Solbes e Vilches, 2004). Assim, nosso objetivo é evidenciar como vem ocorrendo a evolução das pesquisas em educação em ciências no contexto Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) voltada para CTSA e Sustentabilidade nas últimas duas décadas (1995–2014) nos países Ibero-americanos, com a finalidade de analisar em que medida os problemas socioambientais e a necessidade de resolvê-los vem ganhando atenção nas pesquisas e no movimento CTS. Como recorte para esta investigação, buscamos as publicações em dois expressivos periódicos focados em educação em ciências no mundo ibero-americano, ao longo do par de décadas já anunciado.

Das origens do CTS ao CTSA e à Sustentabilidade

Embora se questione a defasagem temporal em que as mudanças educacionais acontecem, os currículos e práticas pedagógicas acabam acolhendo interesses da sociedade mais amplamente disseminados. Porém, até que isso ocorra várias tensões se instalam, aliadas a discussões e pesquisas no campo educacional.

Desde meados do século passado a sociedade mundial vivencia um expressivo movimento que a leva a um reconhecimento do caráter mutável e não neutro da ciência, a uma visão de homem como sujeito ativo capaz de determinar rumos para ciência e tecnologia, assim como seus efeitos na sociedade. Esse movimento, denominado Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), teve suas origens na evidência de que o desenvolvimento científico e tecnológico são capazes de impingir não apenas

benefícios, mas também fortes danos à sociedade. O uso de pesticidas, as explosões nucleares no segundo grande conflito mundial, a guerra fria e o uso de armas químicas no Vietnã, que impressionaram o mundo entre as décadas de 1940 a 1970, contribuíram decisivamente para a geração dessa consciência.

Vários autores registram as origens do movimento CTS, assim como as preocupações com o ensino de ciências que foram desencadeadas com o movimento, e.g. Bybee (1991); Garcia, López Cerezo & Luján (1996); Yager (1990); López Cerezo (1998). A esse respeito López Cerezo (1998, P. 44) menciona que *"El cambio académico de la imagen de la ciencia y la tecnología es un proceso que comienza en los años 70 y que hoy se halla en fase de intenso desarrollo. Se trata de los estudios CTS."*

Os efeitos desse movimento no âmbito do ensino de ciências logo se fizeram sentir por meio de projetos de ensino diferenciados que vem sendo desenvolvidos em diversos países, tanto da Europa como da América, todos com abordagem temática envolvendo conteúdos de ciência no contexto social e tecnológico que lhes são peculiares. Um dos pioneiros foi o Projeto PLON – acrônimo holandês para Projeto de Desenvolvimento Curricular de Física - foi desenvolvido na Holanda entre 1972 e 1986. O projeto destinava-se ao ensino de física em três níveis de ensino pré-universitário e contava com um conjunto de atividades que partiam de problemas básicos, socialmente relevantes, visando os futuros papéis dos estudantes na sociedade como consumidores e cidadãos. Com essas premissas, a estrutura de conhecimentos de física era selecionada e associada a conteúdos tecnológicos, possibilitando ao estudante compreender o funcionamento de equipamentos, opinar com algum embasamento em problemas sociais e posicionar-se diante de determinadas situações envolvendo ciência e tecnologia no contexto social.

Vieira, Teneiro-Vieira & Martins (2011), ao discutir a educação em ciências com orientação CTS, destacam três projetos em pleno desenvolvimento atualmente. O Projeto SATIS (*Science And Technology In Society*), do Reino Unido, é desenvolvido desde os anos 80 e atua a partir de temas como: O problema dos transportes, Pesticidas e alimentos, Biomassa e combustíveis e Pegada do carbono e os gases do efeito estufa. O Projeto SEPUP (*Science Education for Public Understanding Program*), iniciado em 1992 por ampliação de um projeto similar para ensino de química em execução desde os anos 80 na Universidade de Berkeley, Califórnia, EUA, é desenvolvido com os temas: Impacto ambiental: comparando indústrias, Produtos químicos domésticos, Investigar a segurança alimentar, Investigar a energia do Sol, Investigar materiais perigosos. O Projeto STEPWISE (*Science and Technology Education Promoting Wellbeing for Individuals, Societies and Environments*), da Universidade de Toronto - Canadá, desenvolve temas como: Alimentos e bebidas, Educação e recursos, Saúde e beleza e Recreio e laser.

A natureza dos temas mencionados indica seu alcance social bem como o potencial de gerar conteúdos científicos que são densamente explorados nos textos base que dão suporte aos estudantes e professores durante o desenvolvimento dos temas. Ficam evidentes as possibilidades de uma aprendizagem contextualizada e com fortes relações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade. Além disso, do ponto de vista do aluno, a abordagem CTS torna o ensino de ciências como "algo vivo, mais completo e integrado ao ambiente dos estudantes" como afirmam Solbes & Vilches (1997) com base em pesquisa feita junto a 240 jovens com idade de 15 a 17 anos durante uma experiência de ensino de física e química envolvendo relações CTS.

Esses projetos, além de demonstrar a possibilidade de uma organização curricular diferenciada, rompendo com a organização disciplinar descontextualizada, servem de inspiração para instituições e docentes que buscam alcançar uma educação em

ciências socialmente comprometida, como se depreende da intenção do movimento CTS.

Para além dos projetos voltados para educação em ciências com enfoque CTS, tem sido feitas investigações sobre concepções de ciência e visão de mundo e do ser humano, bem como suas relações com a perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade. Essas investigações contribuem para o entendimento da importância denotada às mudanças de concepção na educação em ciências. A esse respeito, Vilches (1994) apresenta sínteses de 61 trabalhos acadêmicos publicado entre 1983 e 1992 em periódicos de grande circulação e relevância para a área de estudos em CTS. Nas palavras a autora

La mayor parte de trabajos se centran en varios núcleos temáticos relacionados con CTS. En primer lugar se critica la enseñanza habitual en la que están ausentes estos aspectos y se proponen soluciones del tipo programas STS, se analiza la ausencia de estos aspectos qué consecuencias puede tener en la visión de los alumnos y profesores sobre la ciencia y su actitud hacia la misma, se proponen diferentes proyectos en STS llevados a cabo en distintos países y niveles educativos y con diferentes orientaciones, se analizan resultados de experiencias de este tipo, comparando las ideas de los alumnos que han realizado el curso con las de los que no lo han hecho, se proponen y analizan instrumentos de evaluación de proyectos de STS y se discuten las ideas de profesores y alumnos sobre proyectos STS. Por otra parte, ciertos trabajos se centran sólo en algunos aspectos de CTS, como las relaciones entre ciencia y entorno en algún caso concreto, o determinados aspectos históricos o conflictos sociales generados en torno a un problema científico, todos ellos relacionados con su influencia en la enseñanza de la ciencia (Vilches, 1994, p. 112).

A diversidade de estudos apresentados, tanto em nacionalidade de origem como na natureza das pesquisas, demonstram o potencial da educação em ciências com enfoque CTS como um campo para estudos com perspectivas de crescimento e com reais possibilidades de influenciar mudanças positivas na aprendizagem de ciências, já no final do século passado. Posteriormente, estudos como o de Cachapuz et al. (2008) e o de Lopes et al. (2009) continuam a evidenciar a educação CTS como linha de pesquisa na educação em ciências.

Reconhecida a potencialidade da educação CTS, alguns pesquisadores, movidos pela importância das questões ambientais para o ser humano e suas relações com ciência e a tecnologia, buscaram dar ênfase ao estudo dessas questões na educação em ciências com enfoque CTS. Surge então a composição Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA). No campo da educação existem diferentes pontos de vista para o entendimento do termo CTS, apresentando portanto, uma diversidade de sentidos e significados (Strider, 2012). Desse modo, introduzir a letra "A" de ambiente junto a expressão CTS, transformando-a em CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), vem ocorrendo com maior frequência em reação ao agravamento dos problemas socioambientais que os seres humanos devem enfrentar em decorrência do modelo produtivo adotado por nossas sociedades, baseado na busca de benefício particulares a curto prazo (Solbes & Vilches, 2004; Rios & Solbes, 2007; Pedretti, Bencze, Hewitt, Romkey, & Jivrai, 2008; Vilches, Gil-Perez & Praia, 2011). Desse modo, " a decisão sobre qual seria a designação mais apropriada (CTS ou CTSA) para representar esse enfoque está longe de ser consenso entre os pesquisadores e retrata a margem que o memo dá para a diversidade" (Strider, 2012). Considerando a diversidade de sentidos e significados no campo educacional para a utilização do acrônimo CTS, faz-se uso neste sentido de várias terminologias, como "Alfabetização Científica e Tecnológica" (ACT), "Literacia Científica" (termo mais utilizado em Portugal), "Educação para o Desenvolvimento Sustentável" (EDS) e "Educação para a Sustentabilidade" dentre

outros. Nesse aspecto, "a educação CTS tem vindo a apresentar uma panóplia terminológica o que gera uma grande diversidade de pontos de vistas" Martins (2002, p.30).

Mais do que a ênfase dada às questões ambientais ao introduzir-se o A no acrônimo CTSA, necessitamos intensificar estudos e ações em busca da sustentabilidade já que estudos científicos vêm mostrando o agravamento nas últimas décadas das questões socioambientais. Fruto da atividade humana, a problemática ambiental do planeta vem se aproximando perigosamente dos limites suportáveis pelo planeta, inclusive com alguns deles já tendo sido superados (Meadows, 1972; Meadows, Randers, 1992; Meadows, Randers & Meadows, 2006; Folke, 2013).

A consequência dos fatos e lutas dos cidadãos em diferentes locais do planeta preocupados com as questões socioambientais, levou a Organização das Nações Unidas (ONU) publicar em 1987, através da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) o relatório "Nosso futuro comum", mais conhecido por Relatório Brundtland, traçando os eixos de uma nova geopolítica do desenvolvimento sustentável (Leff, 2010). Nele ocorre uma das primeiras tentativas de conceituar o termo sustentabilidade: "desenvolvimento sustentável é aquele que atende as necessidades da geração presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras para satisfazerem as suas próprias necessidades" (CMMAD, 1988, p.46).

Consideramos fato marcante, ocorridos 20 anos da Conferência de Estocolmo, a realização em 1992, no Rio de Janeiro a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), conhecida também como Rio-92 ou Eco-92. Demonstrando grande importância política em relação a questão ambiental para o planeta, a Eco-92 teve a presença de grande número de chefes de Estado. Nesta conferência estiveram representados 176 países que colocaram na ordem do dia os problemas que mais ameaçavam o planeta Terra (Ferreira, 2007). Junto a Eco-92, foi realizado de forma paralela o Fórum Global, evento organizado por diversas Organizações Não Governamentais (ONGs), que aprovou a Declaração do Rio (ou Carta da Terra). A Rio-92 consagrou o conceito de desenvolvimento sustentável e atribuiu aos países ricos maior responsabilidade na preservação do planeta

Considere-se ainda o chamamento feito pelo "Memorando de Estocolmo", um documento redigido por vinte ganhadores do prêmio Nobel, no ano 2011, com ajuda de especialistas em climatologia. Segundo o memorando, o planeta entrou na era do "Antropoceno", e que está cada vez mais acentuada as evidências de que a pressão humana está sobrepondo à capacidade de absorção ou resiliência do planeta Terra. O texto afirma que "não podemos continuar no caminho atual. O tempo para retardar processos terminou. Não se pode nos dar ao luxo da negação. Assim, deve-se responder racionalmente, equipados com evidências científicas". O documento também destaca que temos uma relação simbiótica com o planeta e que o "meio ambiente sustentável é uma pré-condição para a erradicação da pobreza, desenvolvimento econômico e justiça social". Entre as prioridades para uma ação global coerente o memorando destaca que devemos promulgar um novo contrato entre ciência e sociedade.

Pode-se considerar neste contexto, o chamado da comunidade científica internacional como o da associação Americana para o Avanço da Ciência (sigla em inglês AAAS) no final do século XX, através de sua presidente Jane Lubchenco conclamando para que o século XXI torne-se o século do meio ambiente com um novo contrato social para a ciência e que a comunidade científica "reorientasse sua maquinária" em prol da resolução de problemas que ameaçam o futuro da humanidade (Lubchenco, 1998; Vilches, Gil-Perez & Praia, 2011). No mesmo artigo da AAAS, Lubchenco, reclama para que a "segurança nacional, a justiça social, a economia e a saúde humana sejam consideradas questões ambientais, porque cada um é dependente em algum grau da estrutura, funcionamento e resiliência dos sistemas ecológicos" (Lubchenco, 1998,

p.494). Nesse aspecto, há de se destacar a responsabilidade da espécie humana nas mudanças dramáticas que vêm ocorrendo no planeta (Sach, 2008) e que originam graves problemas que fazem insustentáveis a forma de vida atual (Worldwatch Institute, 1982-2015; Bybee, 1991; Vilches & Gil-Perez, 2003; Diamond, 2006; Duarte, 2006; Green, 2013; Vilches, Macías & Gil-Perez, 2014).

Nesse aspecto, está começando a desenvolver-se neste início de século XXI um novo domínio científico: a Ciência da Sustentabilidade (Kates, et al., 2010), com o objetivo de integrar as contribuições das distintas disciplinas à Sustentabilidade. Esta integração se faz necessária em virtude da estreita vinculação dos problemas que se pretende resolver (Diamond, 2006; Duarte, 2006), os quais podemos incluir esgotamento de recursos essenciais ao ser humano, contaminação de ecossistemas, explosão demográfica, mudanças climáticas, perda da diversidade biológica e cultural, passando por conflitos resultantes de um sistema socioeconômico não solidário, guiado por obter o máximo de benefício particular a curto prazo (Vilches & Gil-Perez, 2014).

O surgimento da Ciência da Sustentabilidade pode ser caracterizada como uma ferramenta capaz de compreender um sistema cada vez mais complexo constituído pelas contemporâneas sociedades humanas e suas interações com os sistemas naturais das quais estão inseridas, sem reducionismos e negligenciamento de problemas que se potencializam mutuamente (Vilches & Gil-Perez, 2014). Desse modo, o tratamento global das interações recíprocas no âmbito da sociedade e sistemas naturais impõem a Ciência da Sustentabilidade três características fundamentais as quais podem ser resumidas assim (Vilches & Gil-Perez, 2013):

- *A nova ciência há de ser profundamente interdisciplinar, visto que aborda desafios complexos envolvidos em problemas muito diversos, mas estritamente vinculados, nenhum dos quais pode ser resolvido de forma isolada.*
- *Há a compreensão que para tornar possível a transição para a Sustentabilidade se faz necessário incorporar a investigação e tomada de decisões por parte de cidadãos e cidadãs que não fazem parte da área acadêmica, mas cujos objetivos, conhecimento e capacidade de intervenção são essenciais para definir e desenvolver estratégias viáveis. É, portanto, uma ciência transdisciplinar.*
- *As estratégias concebidas deverão de responder a uma perspectiva ampla, tanto espacial quanto temporalmente. Isto implica que a perspectiva é espacialmente "glocal" (global e local) e que temporalmente prevê tanto a curto como a médio e longo prazo, esforçando-se para antecipar riscos e obstáculos e tirar proveito das tendências positivas.*

A evolução de ensino de ciências com enfoque CTS, para CTSA e mais recentemente a possibilidade de surgimento de uma Ciência da Sustentabilidade sugeriu a presente investigação numa tentativa de evidenciar esse movimento nas publicações da área de educação em ciências.

Delineamento para análise da atenção prestada as interações CTS, CTSA e Sustentabilidade em revistas científicas no campo educacional

Para realizar estas análises, foram selecionadas duas revistas de grande impacto e relevância na investigação didática no ensino de ciências e muito utilizadas por

docentes e pesquisadores no âmbito dos países Ibero-americanos: a revista brasileira *Ciência e Educação* (C&E) e a espanhola *Enseñanza de las Ciencias* (Enseñanza)².

Identificamos a seguir (quadro 1) todos os termos utilizados em português e o equivalente em espanhol na busca de investigações com abordagem CTS e suas variações (CTSA, Sustentabilidade), nas revistas C&E e Enseñanza.

Quadro 1 – Termos utilizados na busca de trabalhos de origem CTS em relação a CTSA, Sustentabilidade e suas variações nas revistas *Ciência e Educação* e *Enseñanza de las Ciencias* (Português/Espanhol).

| | Termos mais frequentes utilizados em trabalhos CTS |
|----|---|
| 1 | Alfabetização científica / Alfabetización científica |
| 2 | Literacia científica / Alfabetización científica |
| 3 | Ciência, Tecnologia, Sociedade / Ciencia, Tecnología, Sociedad |
| 4 | CTS / CTS |
| 5 | CTSA / CTSA |
| 6 | Contextualização do ensino / Contextualización de la enseñanza |
| 7 | Desenvolvimento sustentável / Desarrollo sostenible |
| 8 | Educação para o desenvolvimento sustentável / Educación para el desarrollo sostenible |
| 9 | EDS / EDS |
| 10 | Educação cidadã / Educación ciudadana |
| 11 | Sustentabilidade / Sostenibilidad |
| 12 | Sustentável / Sostenible |
| 13 | Tomada de decisão / Participación en la toma de decisiones |

Estes termos foram utilizados como palavras-chave inicialmente para capturar os trabalhos junto ao web site das revistas, publicados nas últimas duas décadas. Os

² A escolha desses dois periódicos também se pauta na classificação feita pela CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de nível Superior, agência brasileira de regulação da pós-graduação. Essa classificação, conhecida como *Qualis*, organiza os periódicos segundo sua relevância, abrangência e utilização pela comunidade científica em três estratos A, B e C, com algumas divisões em substratos. Os critérios de classificação da área, assim como a listagem de periódicos classificados no estrato A e substratos A1 e A2, estão disponíveis em https://www.capes.gov.br/images/stories/download/avaliacaotrienal/Docs_de_area/qualis/ensino.pdf. Acessado em 31 de março de 2016. Tanto a *Enseñanza* como a *C&E* estão classificadas como A1.

trabalhos encontrados com os termos: Alfabetização Científica, Educação Cidadã, Tomada de Decisão e Contextualização do Ensino foram incorporados a abordagens do tipo CTS. E, os termos: Desenvolvimento Sustentável e EDS incorporados a Sustentabilidade. Foram analisados nesta parte do trabalho 617 artigos na revista C&E e 791 em Enseñanza, num total de 1408 trabalhos verificados.

Na análise dos artigos, adotamos a estratégia de Análise de Conteúdo (Bardin, 2011) para eleger as categorias e verificar aproximações das experiências didáticas em relação aos referenciais selecionados. As análises são efetuadas levando-se em conta alguns critérios: (i) verificamos a atenção dada diretamente aos aspectos CTSA. Neste sentido, observamos no título, resumo, palavras-chave e no próprio texto das publicações se ocorrem explicitamente as expressões CTSA ou Sustentabilidade, assim como expressões vinculadas a estes termos. (ii) Num segundo nível, analisamos o conteúdo das diferentes publicações CTS nos dois periódicos, cujo título orienta para uma possível vinculação com o campo CTSA e a Sustentabilidade, ainda que não apareçam explicitamente as palavras selecionadas no primeiro nível de análises. Nesse sentido, baseados na hipótese de evolução do termo CTS à CTSA, cogitamos a possibilidade de que alguns trabalhos apareçam referências às expressões CTSA e Sustentabilidade e mesmo assim não seja uma contribuição clara para este campo, uma vez que apenas são citados nos textos. De acordo com os critérios adotados, consideramos os resultados do reconhecimento que vem da existência do campo CTS adicionando a letra A de Ambiente e de Educação Ambiental para a Sustentabilidade com algum nível de aprofundamento.

Resultados e Discussões

As 1408 publicações analisadas nesta pesquisa, com base em critérios descritos na seção anterior, estão organizadas no quadro 2, separadas por décadas, sendo a primeira de 1995 a 2004 e a segunda de 2005 a 2014³. Este agrupamento da produção em décadas tem a finalidade exclusiva de permitir a análise da variação temporal da produção de modo a possibilitar a verificação de nossa hipótese.

Embora nossa atenção esteja centrada nas variações do quantitativo da produção voltada a CTSA e sustentabilidade, fica evidente no quadro 2 que o número total de publicações em ambos os periódicos aumentou consideravelmente na segunda década analisada. Na Enseñanza o crescimento foi de cerca de 10% e na C&E foi de mais de 170%. A expansão peculiar na revista brasileira certamente está relacionada às ações de expansão da pesquisa e da pós-graduação na área de ciências e matemática no país (Nardi & Valim, 2014).

Mais especificamente, na rede CTS (CTS+CTSA+Sustentabilidade) as duas revistas investigadas, juntas, publicaram 22 trabalhos na primeira década e 54 trabalhos na segunda década, o que corresponde a um aumento de cerca de 145%. O crescimento observado corrobora com as constatações de Cachapuz et al. (2008) que, ao analisar a produção em educação em ciências em três dos periódicos de maior circulação internacional, constata que durante a década de 1993 a 2002 "a linha de estudos Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) mostrou ser uma linha dinâmica, **em evolução notória** ao longo da década considerada, em especial do primeiro para o segundo quinquênio" (grifo nosso).

³ Este levantamento foi concluído em julho de 2015.

No que diz respeito à particularização do uso do termo CTSA, a revista brasileira só veio a evidenciar citação na segunda década, o que pode denotar a origem não brasileira das reflexões e uso da perspectiva ambiental como ênfase nos estudos CTS. Já na revista espanhola dobrou o percentual de uma década para outra (passou de 0,5% para 1,0%). No entanto, em ambos os casos observamos muito pouca expressão quantitativa de artigos CTSA em relação ao total publicado. As duas revistas apresentam ao final do par de décadas valores bem próximos de suas publicações CTSA, 0,7% do total de artigos revisados para C&E e 0,8% para Enseñanza. Destacamos nos resultados as pesquisas com abordagem no campo da Sustentabilidade, que superou em ambos periódicos as publicações que explicitavam CTSA. Ao final das duas décadas os valores estão iguais em relação ao total de artigos (1,1%). Observamos aqui uma crescente atenção a Sustentabilidade e aos problemas e desafios de emergência do planeta, embora sejam considerados valores baixos em relação a emergência que o planeta Terra necessita. Porém, houve avanço nesse campo na última década.

Quadro 2 - Abordagens CTS, CTSA e Sustentabilidade procedentes das revista Ciência e Educação e Enseñanza de las Ciencias.

| Tipo de Abordagem | Primeira Década (1995-2004) | | Segunda Década (2005-2014) | | TOTAL f % | |
|---|-----------------------------|----------------------------------|----------------------------|----------------------------------|---------------------|---------------------|
| | C&E N ₁ =166 | Enseñanza N ₁ =376 | C&E N ₂ =451 | Enseñanza N ₂ =415 | C&E N = 617 | Enseñanza N=791 |
| CTS | 8 (4,8%) | 9 (2,4%) | 16 (3,6%) | 17 (4,1%) | 24 (3,9%) | 26 (3,3%) |
| CTSA | 0 (0%) | 2 (0,5%) | 4 (0,9%) | 4 (1,0%) | 4 (0,7%) | 6 (0,8%) |
| Sustentabilidade | 1 (0,6%) | 2 (0,5%) | 6 (1,3%) | 7 (1,7%) | 7 (1,1%) | 9 (1,1%) |
| CTSA + Sustentabilidade | 1 (0,6%) | 4 (1,1%) | 10 (2,2%) | 11 (2,6%) | 11 (1,8%) | 15 (1,9%) |
| Total de ocorrências por revista | 9 (5,4%) | 13 (3,5%) | 26 (5,8%) | 28 (6,7%) | 35 (5,7%) | 41 (5,2%) |
| Total de ocorrências - revistas juntas | 22 (4,1%) | | 54 (6,2%) | | 76 (5,5%) | |

Devido à vinculação entre ambas as expressões, no quadro 2 são mostrados também os resultados conjuntos (CTSA e Sustentabilidade). Em relação ao total de ocorrências de publicações, a revista Enseñanza quase dobrou suas publicações na segunda década (6,7%) em relação a primeira (3,5%), enquanto C&E apresentou na segunda década (5,8%) um pequeno aumento em comparação com a primeira (5,4%). As revistas apresentaram valores médios no par de décadas 5,7% (C&E) e 5,2% (Enseñanza) em relação a um total de 1408 artigos publicados nesse período. Estes valores são compatíveis com estudos realizados por Cachapuz et al. (2008) já mencionado, em que esse índice é de 5,3%, embora os periódicos investigados sejam diferentes dos que usamos neste estudo.

Considerações Finais

O estudo aqui apresentado pode ajudar a compreender como está se desenvolvendo em educação em ciências a linha de pesquisa na rede CTS, compreendendo CTSA e Sustentabilidade. Identificamos que o campo de investigação CTS se mostra estabelecido e estabilizado (entre 5 e 6%) no contexto das investigações científicas das didáticas das ciências nas últimas duas décadas. No entanto, embora tenham experimentado um avanço desde 2005, os trabalhos dedicados aos temas CTSA e Sustentabilidade têm tido até o momento pouca atenção dos pesquisadores nas revistas investigadas, ambas apresentam patamares de investigações equivalentes neste campo (1,8% C&E e 1,9% Enseñanza). Embora, tenha havido mudanças rumo às abordagens CTSA e Sustentabilidade na última década, estas mudanças ainda são tímidas se tivermos em conta a necessária e urgente atenção e ações educativas e investigativas que requerem os graves problemas socioambientais locais e globais que a humanidade vem enfrentando, além do indispensável e urgente envolvimento do cidadão na implementação das medidas necessárias.

Agradecimentos

CAPES (Programa de Doutorado Sanduíche no Exterior - PDSE processo 8213/2014-03) e Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA) / Campus Codó.

Referências

- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70.
- Bybee, R. W. (1991). Planet Earth in Crisis: How Should Science Educators Respond? In *The American Biology Teacher*, 53 (3), 146-153. Reston: National Association of Biology Teachers.
- Cachapuz, A., Paixão, F., Lopes, J.B. & Guerra, C. (2008). Do Estado da Arte da pesquisa em Educação em Ciências: linhas de pesquisa e o caso "Ciência-Tecnologia-Sociedade". *Alexandria, Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 1 (1), 27-49.
- CMMA (1988). *Nosso futuro comum*. Rio de Janeiro, Fundação Getúlio Vargas.
- Diamond, J. (2006). *Colapso*. Barcelona: Debate.
- Duarte, C. (Coordenador). (2006). *Cambio Global. Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra*. Madrid: CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas).
- Ferreira, A. C. (2007). *Educação Ambiental: a ecologia e as atitudes para a sustentabilidade*. Dissertação de mestrado. Universidade do Porto: Faculdade de Ciências. Porto.
- Folke, C. (2013). Respetar los límites del planeta y recuperar la conexión con la biosfera. En Worldwatch Institute, *The State of the World 2013: Is Sustainability Still Possible?* New York: W.W. Norton. (Versión en castellano con el título "¿Es aún posible lograr la Sostenibilidad?", editada en Barcelona por Icaria). Capítulo 2.
- García, M. I. G., López Cerezo, J. A. & Luján, J. L. (1996). *Ciencia, tecnología y sociedad. Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Tecnos.
- Green, P. (2013). Conformer las respuestas comunitarias frente a la catástrofe. En Worldwatch Institute, *The State of the World 2013: Is Sustainability Still Possible?* New

- York: W.W. Norton. (Versión en castellano con el título "¿Es aún posible lograr la Sostenibilidad?", editada en Barcelona por Icaria). Capítulo 33.
- Kates, R. W., Clark, W. C., Corell, R., Hall, J. M., Jaeger, C. C., Lowe, I., McCarthy, J. J., Schellnhuber, H. J., Bolin, B., Dickson, N. M., Faucheux, S., Gallopin, G. C., Grubler, A., Huntley, B., Jäger, J., Jodha, N. S., Kasperson, R. E., Mabogunje, A., Matson, P., Mooney, H., Moore, B. III., O'Riordan, T., Svedin, U. Sustainability Science. *Science*, 292(5517), p. 641-642.
- Leff, E. (2013). *Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder*. Tradução de Lúcia Mathilde Endlich Orth. Petrópolis: Vozes.
- Lopes, N. C., de Andrade, J. A. N., de Queirós, W. P., de Souza, R. R., Nardi, R. & de Carvalho, W. L. P. (2009). Tendências do movimento CTS em dois eventos nacionais da área de Ensino de Ciências. XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física.
- López Cerezo, J. A. (1998). Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos. *Revista iberoamericana de educación*, (18), 41-68.
- Lubchenco, J. (1998). Entering the Century of the Environment: A New Social Contract for Science. In *Science*, 279, no. 5350, pp. 491-497. Washington: AAAS. Disponible em: <http://science.sciencemag.org/content/sci/279/5350/491.full.pdf>.
- Martins, I. (2002). Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1 (1).
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J. & Behrens, W. (1972). *Los límites del crecimiento*. Madrid, España: Fondo de Cultura Económica.
- Meadows, D. H., Meadows, D. L. & Randers, J. (1992). *Más allá de los límites del crecimiento*, Madrid, España: El País-Aguilar.
- Meadows, D. H., Randers, J. & Meadows, D. L. (2006). *Los límites del crecimiento 30 años después*. Barcelona, España: Galaxia Gutemberg.
- Nardi, R. & Valim, T. O. G. (2014). *A Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática no Brasil*. São Paulo: Editora Livraria da Física.
- Pedretti, E. G., Bencze, L., Hewitt, J., Romkey, L. & Jivraj, A. (2008). Promoting issues based STSE: perspectives in science teacher education: problems of identity and ideology. *Science & Education*, 17 (8/9), 941-960.
- Rios, E. & Solbes, J. (2007). Las relaciones CTSA en la enseñanza de la tecnología y de las ciencias: una propuesta con resultados. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6 (1).
- Solbes, J., & Vilches, A. (1997). STS interactions and the teaching of physics and chemistry. *Science education*, 81(4), 377-386.
- Solbes, J. & Vilches, A. (2004). Papel de las Interacciones Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente en la formación ciudadana. *Enseñanza de las Ciencias*, 22 (3), 337-347.
- Strider, R. B. (2012). *Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas*. (Tese de Doutorado). Universidade de São Paulo. São Paulo.
- Vieira, R. M., Tenreiro-Vieira, C. & Martins, I. P. (2011). *A Educação em Ciências com orientações CTS. Atividades para o ensino básico*. Porto. Areal Editores.
- Vilches, A. (1994). Las interacciones Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS). Selección bibliográfica comentada. *Enseñanza de las Ciencias*, 1994, 12(1) 1, p. 112-120.
- Vilches, A. & Gil-Pérez, D. (2003). *Construyamos un futuro sostenible. Diálogos de supervivencia*. Madrid: Cambridge University Press.

- Vilches, A. & Gil-Pérez, D. (2009). Una situación de emergencia planetaria a la que debemos y podemos hacer frente. *Revista de Educación*, número extraordinario, 101-122.
- Vilches, A. & Gil-Pérez, D. (2013). Ciencia de la Sostenibilidad: un Nuevo campo de conocimiento al que la Química y la Educación Química están contribuyendo. *Educación Química*. 24(2), p.199-206.
- Vilches, A. & Gil-Pérez, D. (2014). Ciencia de la Sostenibilidad. Editorial. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*. 31(3) p.489-492.
- Vilches, A., Gil-Pérez, D. & Praia, J. (2011). De CTS a CTSA: educação por um futuro sustentável. In: W. L.P. Santos, & D. Auler. *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa*, pp. 161-184. Brasília: Editora Universidade de Brasília.
- Vilches, A., Macías, O. & Gil-Pérez, D. (2014). *La transición a la Sostenibilidad. Un desafío urgente para la ciencia, la educación y la acción ciudadana*. Temas clave de reflexión y acción. Madrid: OEI. ISBN 978-84-7666-204-5.
- Worldwatch Institute (1984-2015). *The State of the World*. New York: W.W. Norton. (Versiones en castellano, *La situación del mundo*, Barcelona: Icaria).
- Yager, R. E. (1990). The Science/Technology/Society Movement in the United States: Its Origins, Evolution, and Rationale. *Social Education*, 54(4), 198-201.