

Convergências entre o pressuposto da sustentabilidade e o enfoque CTS na educação científica: uma experiência analítica no contexto do ensino de química.

Nadia Magalhães da Silva Freitas^{1(PG)*}; Carlos Alberto Marques^{2(PQ)}.

¹ nadiamsf@yahoo.com.br.

Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica – UFSC; Instituto de Educação em Ciência e Matemática – UFPA.

²Departamento de Metodologia de Ensino, Universidade Federal de Santa Catarina.

Palavras-Chave: Sustentabilidade, CTS, Ensino de Química.

RESUMO:

As relações CTS estão implicadas no quadro de eventos associados às questões socioambientais. Então, ponderamos como necessária a problematização desse aspecto, pela ótica da sustentabilidade, na educação científica. Neste trabalho, nos conduzimos pela seguinte questão de pesquisa: em que medida, o tema sustentabilidade e correspondente problematização encontram-se presentes nas práticas e ações de ensino CTS, no contexto da educação científica? A pesquisa fundamentou-se na abordagem qualitativa, correspondendo a uma pesquisa do tipo *desk research*, utilizando-se teses e dissertações. Trazemos para o presente trabalho, a apreciação de uma dissertação, submetida à análise interpretativa, representando uma aproximação na constituição do objeto de pesquisa, no contexto de uma proposta de pesquisa mais ampla. Observamos algumas convergências entre sustentabilidade e o enfoque CTS, no ensino de Química, observadas por meio de indícios (aspectos implícitos) e evidências (aspectos explícitos), embora pouco exploradas. É na sala de aula, entre outros ambientes, que podemos dar espaço para essa discussão, ou seja, difundir a necessária consideração da sustentabilidade, nos diferentes campos societários.

APRESENTAÇÃO

As questões de sustentabilidade e as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) têm sido tratadas na educação científica, mas a abordagem de ambas não ocorre integradamente e nem sistematicamente, o que seria possível e desejável. Por meio de uma pequena incursão teórica já é possível justificar e lançar luz sobre argumentos que mostram a importância da transposição das discussões sobre sustentabilidade para aquelas que dizem respeito às relações CTS:

[...] 1) o momento socioambiental atual é tenso, quando se considera os limites do planeta; 2) a tecnologia, produto do conhecimento científico, parece não ter sido construída em vinculação a uma ética que indique o sentido e os limites de sua difusão e aplicação no meio social; 3) a educação científica passou por um período de 'cegueira' em relação às consequências que o uso do conhecimento científico poderia ocasionar à sociedade, em virtude do obscurantismo técnico, fomentado pelo cartesianismo (VASCONCELOS; FREITAS, 2012, p. 91).

Entendemos que vários derivados das relações entre ciência, tecnologia e sociedade estão implicados no quadro de eventos associados às questões socioambientais, em maior ou menor intensidade. Assim, desenham-se convergências entre sustentabilidade e ensino, na perspectiva conhecida como CTS (AIKENHEAD, 1985; AULER, 2002; 2003) na educação científica, que ora podem apontar para a consideração desse pressuposto ora para a sua total negligência. Avaliamos como necessária a problematização dos eventos derivados das relações CTS, pela ótica da

sustentabilidade, na educação científica, no sentido de problematizar os componentes associados à crise socioambiental.

A explicitação dessa convergência poderá contribuir para a ampliação da visão crítica das relações CTS, ao mesmo tempo em que fomenta a sensibilidade socioambiental e, em ambos os casos, teremos objetos de estudo e de ensino multidimensionais e multirreferenciados. É nesse contexto que se apresenta a seguinte questão de pesquisa: em que medida, o tema da sustentabilidade encontra-se presente e problematizado nas práticas e ações de ensino CTS, no contexto da educação científica? Pretendemos, para além da mera apresentação de respostas, chamar atenção para as oportunidades que se apresentam nas práticas educativas de base CTS para a incorporação do tema sustentabilidade, na perspectiva de contribuir para a ampliação do debate educacional, nesses dois campos, que a nosso ver apresentam complementaridade.

Sustentabilidade: um pressuposto para os tempos atuais

O cenário vigente tem apontado para crescentes impactos socioambientais, principalmente, provenientes da pressão sob a fonte de recursos naturais, perpetrados pelo modelo de desenvolvimento econômico-produtivista, que impulsiona e é impulsionado pelo consumo crescente e supérfluo. Ao discorrer sobre a exploração da natureza no/pelo capitalismo, Barenho e Machado (2007, p. 3) afirmam que:

O modo de produção de mercadorias, decorrente da exploração do trabalho humano, ao transformar a matéria-prima e/ou a natureza em bens materiais a serem vendidos como valor de troca de forma generalizada é insustentável a médio e longo prazo enquanto modelo de sociedade para todos e todas, e talvez para o planeta Terra e todos os seres vivos.

Como justificativa para a questão da insustentabilidade do modelo, os mesmos autores referem-se aos seguintes aspectos: (1) a apropriação privada da natureza, ou seja, a natureza é considerada como mercadoria e (2) a ideologia do individualismo é predominante no atual modelo, em detrimento do coletivismo. Para Silva (2014, p. 46), “[...] o que há de hegemônico é uma sociedade pautada no individualismo” e, em termos epistemológicos, é impossível que esse sujeito individualista contribua para a transformação social.

Então, a mudança de paradigma, de uma racionalidade técnica e instrumental para uma racionalidade social, aberta e cooperativa, não se mostra fácil, dada a generalização, o enraizamento nos valores e no modo de vida social contido nos pressupostos capitalistas na sociedade contemporânea. É nesse âmbito, que estamos vivenciando uma “[...] contradição fundamental entre a lógica de apropriação degenerativa do sistema capitalista com a lógica de funcionamento da natureza [inclusive na consideração do humano]” (MELO, 2006, p. 17).

Assim, em função dos contextos produzidos por esse sistema, podemos afirmar que estamos presenciando uma autêntica crise socioambiental, com toda a sorte de eventos inter-relacionados: fome, desemprego, pobreza, exclusão social, violência, contaminação e degradação dos ecossistemas, esgotamento de recursos naturais, mudanças climáticas, perda de diversidade biológica, entre outros (PORTO-GONÇALVES, 2012; SCHONS, 2012; VILCHES; GIL-PÉREZ, 2015). Tal estado de coisas, diz respeito a processos socioeconômicos e políticos, incrivelmente, chamado de desenvolvimento que se conduzem na sociedade, de modo a torna-se insustentável mantê-la; especificamente se sente seus efeitos nos campos social, econômico,

ambiental, entre outros. Então, a sustentabilidade configura-se como questão central nos tempos atuais. Mas qual seu significado?

O termo sustentabilidade apresenta duas raízes, uma de inserção no campo da ecologia e outra no campo da economia (NASCIMENTO, 2012; VEIGA, 2010). No âmbito da ecologia, a sustentabilidade é inerente “[...] à capacidade de recuperação e reprodução dos ecossistemas (resiliência) em face de agressões antrópicas [...] ou naturais [...]” (NASCIMENTO, 2012, p. 51); já na segunda raiz, o termo sustentabilidade foi instrumentalizado pela esfera econômica, servindo como adjetivo do desenvolvimento [desenvolvimento sustentável], certamente pela “[...] percepção crescente ao longo do século XX de que o padrão de produção e consumo em expansão no mundo, sobretudo no último quarto desse século, não tem possibilidade de perdurar” (NASCIMENTO, 2012, p. 51).

Mesmos em meio a contextos contraditórios, nos afiliamos a uma compreensão interessante, do sentido dos termos “sustentável” (adjetivo) e “sustentabilidade” (substantivo) (BOFF, 2011, p., destaque nosso), a saber:

[...] **como um adjetivo** é adicionado a qualquer coisa sem mudar a natureza da coisa; por exemplo, eu posso reduzir a poluição química de uma fábrica colocando filtros em suas chaminés que liberam gases, mas a forma da empresa interagir com a natureza, de onde ela retira a matéria-prima para a produção, não muda; continua a devastar. Sua preocupação não é o ambiente, mas o lucro e a competitividade que têm que ser garantidos. Assim, a sustentabilidade é acomodação e não mudança; é um adjetivo, não substantivo;

Sustentabilidade como substantivo exige uma mudança na relação com a natureza, a vida e a Terra. A primeira mudança começa com outra visão da realidade. [...]. Nós não estamos fora e acima dela como um dominador, mas dentro e quem se importa em alavancar seus ativos, respeitando seus limites. [...].

Ao perscrutarmos sobre o porquê da afiliação de Boff (2011) sobre a questão da sustentabilidade como substantivo, destacamos “[...] que os substantivos designam qualidades [então Boff] [...] nos faz refletir que precisamos entender a sustentabilidade como substantivo, como qualidade do desenvolvimento e, nesta perspectiva, fundamental, essencial ao processo” (FONSECA NETO et al., 2015, p. 4). Assim, podemos avaliar que a qualidade do desenvolvimento pode ser alcançada na consideração da sustentabilidade como pressuposto multidimensional e inter-relacional.

CTS e o ensino de Química

Questões relacionadas à CTS têm sido problematizadas no espaço da sala de aula, uma vez que são compreendidas como produtos socialmente construídos, impregnados de interesses, valores e concepções de mundo (SILVA, 2014). Ademais, às interações CTS revelam implicações sociais, econômicas, ambientais, éticas, entre outras (BAZZO, 2014). O próprio desenvolvimento tecnológico tem sido fonte de “novos” problemas, tais como o que fazer com a produção crescente de resíduos sólidos, a destruição da camada de ozônio, o efeito estufa etc. Tal estado de coisas sinaliza que

O progresso científico-tecnológico, associado à mercantilização da ciência, compeliu as sociedades ocidentais a transformarem-se radicalmente, adotando um estilo de vida que não se encontra em harmonia com os ciclos naturais (FIGUEIREDO; ALMEIDA; CÉSAR, 2004, p. 321).

Portanto, os eventos que fundamentam a atual crise socioambiental têm relação intrínseca com a compreensão de que a ciência e a tecnologia são, no conjunto, força dinamizadora do progresso e do desenvolvimento; mas, também, evidenciam-se insuficiências na ponderação sobre as implicações sociais, ambientais, culturais, políticas e éticas, incidentes nas relações CTS (BAZZO, 2014).

A mediação do enfoque CTS, no ensino de Química, tem a perspectiva de contribuir para a formação do aluno-cidadão, capaz de entender o mundo que o cerca e realizar intervenções qualificadas (SANTOS; SCHNETZLER, 1996; 2003). Desse modo, “[...] uma educação Química desenvolvida a partir dessa perspectiva poderia favorecer um entendimento crítico sobre o papel da ciência e da tecnologia na sociedade [...]” (ROLOFF; MARQUES, 2012, p. 2).

Pertencente ao campo das Ciências da Natureza, a Química insere-se no contexto das preocupações com as questões de (in) sustentabilidade. Mesmo porque à Química tem sido imputado papel importante na geração de resíduos ligados à poluição ambiental (SANTOS, 2006). No âmbito da Química, vários pesquisadores têm defendido seu ensino no enfoque CTS, inclusive produzindo material didático baseado nesta perspectiva, destacando os aspectos socioambientais (SANTOS; MORTIMER, 2002; CACHAPUZ et al., 2008). É nesse contexto que surge, mais recentemente, a Química Verde (QV), com o objetivo de aperfeiçoar produtos e processos industriais que levem à redução na emissão de poluentes (resíduos, efluentes e gases) prejudiciais a saúde humana e ao ambiente (SOUSA-AGUIAR et al., 2014; MARQUES et al., 2013).

Na essência, a QV tem como princípio promover a prevenção aos problemas ambientais por ela causados e, portanto, busca fazer evoluir a Química Clássica ao paradigma ecológico (THORTON, 2000). Essa discussão não escapa ao ensino de Química e, no contexto do enfoque CTS, pode contribuir para leituras críticas sobre sua inserção na atual dinâmica da realidade socioambiental (ROLOFF; MARQUES, 2012). Esse caráter crítico, decerto, contribuirá para uma visão renovada da Química no âmbito da sociedade, ao mesmo tempo em que favorecerá a formação de cidadãos críticos – especialmente a formação de professores de química – sensíveis às questões socioambientais.

Desenho Metodológico

A pesquisa fundamentou-se na abordagem qualitativa, correspondendo a um processo descritivo-analítico (MINAYO, 2008). O procedimento metodológico de coleta de dados referiu-se ao *desk research* (pesquisa de dados secundários), tendo como fonte o Banco Digital de Teses e Dissertações (BDTD), da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), do qual foram selecionadas teses e dissertações do período de 2005-2015, a partir de leitura dos títulos, resumos e palavras-chave, buscando, nestes, o descritor CTS (práticas CTS, educação CTS, enfoque CTS, orientações CTS e abordagem CTS).

Procuramos identificar práticas de educação científica de enfoque CTS, realizadas em contextos de sala de aula da educação básica e de formação de professores (inicial/continuada), na configuração de pesquisa-ação; posteriormente, os textos selecionados foram submetidos à análise interpretativa (ESTEBAN, 2010; CRESWELL, 2010). Para fins deste trabalho, trazemos alguns elementos de análise materializados nos extratos do texto da dissertação intitulada “O ensino do tema polímeros na perspectiva dialógica com enfoque CTS: reflexões e ações” (OLIVEIRA, 2010). A análise ora apresentada refere-se a uma aproximação na constituição do

objeto de pesquisa, uma experiência analítica, no contexto de uma proposta de pesquisa mais ampla.

Nossa categoria-chave diz respeito ao termo-conceito sustentabilidade (VEIGA, 2010). E, assim sendo, nos afiliamos a compreensão de Boff (2011) sobre a sustentabilidade, no seu sentido substantivo. Então, como indícios de possibilidades de observância desse termo-conceito, no contexto das práticas educacionais de base CTS, menções à crise socioambiental foram consideradas, com todos os seus componentes de “causa e efeito”, além de outros desdobramentos, inclusive os aspectos contraditórios do atual processo de desenvolvimento, notadamente do capitalismo, que levaram a configuração desta crise.

Temos a destacar que quando “[...] pensamos em sustentabilidade, inexoravelmente, pensamos nos aspectos que envolvem, justamente, a insustentabilidade, quer sejam dos sistemas naturais quer sejam dos sistemas sociais” (FONSECA NETO et al., 2015, p. 7), e este aspecto foi considerado nas nossas análises. Também, agregamos como indícios aspectos que relacionam a possibilidade de um novo/outro modo de desenvolvimento e, conseqüentemente, de relacionamento com os recursos naturais e com o próprio homem. Já, as evidências importaram na menção explícita do termo sustentabilidade e suas derivações.

Sustentabilidade: indícios de possibilidades de abordagem

O trabalho de dissertação em estudo (OLIVEIRA, 2010), refere-se à elaboração e à avaliação de uma sequência didática sobre polímeros, balizada em referenciais dialógicos (FREIRE, 2011) e daqueles denominado movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) (AULER, 2002). Em termos metodológicos, a ação foi conduzida segundo as seguintes etapas: aplicação e análise de redações, avaliação dos estudantes no processo dialógico ou descodificação (investigação temática), redução temática e desenvolvimento do tema, propriamente dito.

No trabalho de Oliveira (2010), os indícios da possibilidade de abordagem das questões de (in) sustentabilidade foram trazidos, inicialmente, pelos alunos em uma redação sobre os plásticos¹; mais destacadamente ao referirem o seguinte: “[...] o homem se auto-nomeia um ser racional, está assassinando o único lugar onde a humanidade pode chamar de lar, o planeta Terra [...]”; “[...] muitas pessoas ainda não tem consciência que o plástico leva centenas de anos para se decompor prejudicando a natureza [...]” (OLIVEIRA, 2010, p. 82).

Outros alunos apresentaram uma visão ingênua sobre a problemática dos plásticos na atualidade, posto que não referiram apropriação degenerativa dos recursos naturais, inclusive identificada pela autora, quais sejam: (1) “[...] o plástico é uma material totalmente reciclável”; (2) “Com as garrafas pets são feitas flores e até árvore de natal e fica uma decoração muito bonita; (3) “O plástico ainda tem uma grande vantagem, que é poder ser utilizável através do processo de reciclagem, isso contribui muito para a natureza” e; (4) “[...] fazer banquinhos para sentar e gerando uma renda familiar [...]” (OLIVEIRA, 2010, p. 82).

No processo de investigação temática para a constituição da sequência didática, a autora se valeu de algumas estratégias, a saber: uso de vídeo, questionamentos diversos e uso de poesia. Chama-nos a atenção o uso do vídeo “A história das coisas” e da poesia “O bicho” de Manoel Bandeira. Tanto o vídeo como a

¹ Termo adotado pela autora ao iniciar o seu trabalho com os alunos.

poesia presta-se a uma infinidade de problematizações que, a nosso ver, tem a insustentabilidade como centralidade.

O conteúdo do vídeo “A história das coisas”, por exemplo, denuncia a lógica perversa do capitalismo, com desdobramentos importantes para os campos social (precarização do trabalho, saúde do trabalhador, saúde do consumidor etc.), cultural (instauração da cultura do ter em detrimento da cultura do ser, quase como uma patologia – o consumismo), ambiental (exploração dos recursos naturais como se estes fossem infinitos, poluição e degradação ambiental etc.), ético (racismo ambiental etc.), entre outros aspectos. Já a poesia “O bicho” traz um forte conteúdo que expressa à insustentabilidade do atual modelo de desenvolvimento, notadamente no campo social, com incidência da pobreza, da fome, da degradação da condição humana etc.

Os questionamentos da professora, no contexto da investigação temática, levantaram também aspectos importantes, os quais, de algum modo, dizem respeito aos componentes da crise socioambiental, a saber: a mídia, como uma ferramenta a serviço do capitalismo; racismo ambiental no processo de coleta seletiva do lixo (embora este termo não tenha sido usado); consumismo; sensibilização da sociedade para a questão do lixo/plástico; destino do lixo; a compreensão de que a dimensão econômica é valorizada em detrimento de outras no âmbito da sociedade; a necessidade do descarte adequado e da redução do consumo dos plásticos; as condições precárias dos catadores da cidade; a necessidade de políticas públicas no campo social e ambiental; a necessidade da constituição de cidadãos críticos; a identificação da problemática local referente aos plásticos; além do levantamento dos conteúdos científicos necessários a abordagem do tema plástico, entre outros aspectos.

No contexto do desenvolvimento da sequência didática, destacamos o uso de um compilado produzido pela própria autora Oliveira (2010, p 111), sobre “O mercado de plástico no Brasil e no mundo: um panorama geral”. O texto valorizou os aspectos meramente econômicos, tecnológicos e de inovação. Embora tenha sido referenciado o quantitativo da produção de lixo, relacionados aos plásticos, tal compilado careceu de abordagem problematizadora, no sentido de danos ambientais. Também, não observamos a problematização da questão do petróleo, fonte não renovável de recursos naturais, como matéria-prima para a fabricação de plásticos (excetuando-se os biopolímeros), oportunidade para discutir questões de insustentabilidade relacionadas ao avanço do mercado de plásticos e uso espoliante dos recursos naturais.

Outros indícios de possibilidades de abordagem do tema sustentabilidade dizem respeito à utilização de dois artigos. No primeiro artigo “Poliuretano: de travesseiro a preservativo”², evidencia-se abordagem sobre toxicidade das matérias-primas, custo e problemas socioambientais, entre outros aspectos. O segundo artigo “Tênis nosso de cada dia”³, discute, entre outros conteúdos, a relação custo/benefício dos bens de consumo, os valores de consumo e os impactos ambientais de sua produção.

Ponderamos que o vídeo, a poesia, os questionamentos da professora, bem como os artigos trabalhados em sala de aula, dada à natureza dos seus conteúdos,

² CANGEMI, J. M.; SANTOS, A. M dos; CLARO NETO, S. Poliuretano: de travesseiros a preservativos, um polímero versátil. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 159-164, 2009.

³ SANTOS, A. S. dos Santos; SILVA, G. G. O Tênis Nosso de Cada Dia. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 2, p. 67-75, 2009.

podem ter contribuído para problematizar as questões de insustentabilidade. E, revelando, mesmo que implicitamente, a convergência entre a sustentabilidade e as relações CTS.

Evidências de abordagem do tema sustentabilidade

Tomemos aqui como evidência, para fins deste artigo, menção ao termo sustentabilidade, presente no seguinte extrato de Oliveira (2010, p. 43, destaque nosso):

[...] o argumento econômico deve ser contraposto aos argumentos valorativos, considerando a sustentabilidade, embora o termo “**sustentabilidade**” seja contraditório, as decisões que envolvem ciência, tecnologia e sociedade não podem ficar alheias às questões ambientais [...].

Note-se que o termo sustentabilidade é indicado pela autora entre aspas. O uso das aspas apresenta vários significados, assumimos aqui o seu uso com o “tom” de oposição, uma vez que o termo é acompanhado do qualificativo contraditório. Ora o adjetivo “contraditório”, em realidade, obscurece o sentido de sustentabilidade.

Segundo Nascimento (2012, p. 52), a “[...] ideia de sustentabilidade ganha corpo e expressão política na adjetivação do termo desenvolvimento [desenvolvimento sustentável] [...]”. Então, ao se referir ao termo sustentabilidade como contraditório, Oliveira (2010) referia-se, de fato, ao conceito de desenvolvimento sustentável. De todo modo, temos que concordar com Oliveira (2010) que o conceito de desenvolvimento sustentável está circunscrito em um campo de embate político e teórico, que abriga “[...] múltiplos discursos que ora se opõem ora se complementam” (NASCIMENTO, 2012, p. 51).

Assim, na consideração do desenvolvimento sustentável há quem diga que se trata de uma falácia, posto que se observa a constituição de discursos que servem meramente a propósitos desenvolvimentistas e mercadológicos (CAVALCANTI, 2002; SCHEEFFER, 2010; NEDEL et al., 2015), inclusive, sem a devida observância das múltiplas dimensões da sustentabilidade – neste caso, a dimensão econômica é privilegiada em detrimento das demais. Por sua vez, há aqueles que consideram o desenvolvimento sustentável como uma ideia-força (VEIGA, 2008), um novo valor (VEIGA, 2010; FREITAS, 2012).

É bem verdade, que o uso excessivo das palavras “sustentável e sustentabilidade” tem levado ao descrédito do termo-conceito (ENGELMAN, 2013). Para Cavalcanti (2012, p. 35), “[...] dá a impressão de se ter convertido numa espécie de mantra da atualidade”. Na mesma linha, Boff (2011, p. 1) afirma que hoje “[...] é de bom tom falar de sustentabilidade”. Por vezes, o uso desses termos é tido como mero discurso vazio. Então, na confluência de discursos dos mais variados e conflitantes sobre sustentabilidade, é plausível a compreensão da sustentabilidade como contraditória. Entretanto, há que se fazer um esforço para incorporar discussões balizadas sobre a sustentabilidade na educação científica, o que vai exigir de professores e de alunos habilidades cognitivas para lidar com objetos de ensino complexos, multirreferenciados.

Algumas considerações

Entendemos que a busca pela sustentabilidade constitui-se balizador de uma relação mais apropriada entre homem e natureza, o que, contemporaneamente, representa o maior desafio da sociedade. A crise ambiental tem trazido a tona à emergência da discussão sobre a necessidade de constituição de novos paradigmas

de desenvolvimento. A dimensão ambiental do desenvolvimento constitui-se, portanto, um ponto crítico a todas as áreas do conhecimento, especialmente a esfera política e social, na medida em que estamos, progressiva e inevitavelmente, comprometendo os limites biofísicos da natureza (MARQUES; MACHADO, 2014). Assim, a “[...] busca pela sustentabilidade na dimensão ambiental compreende, entre outras medidas, o uso racional dos recursos naturais e a melhoria na eficiência técnica quanto às transformações materiais e ao uso de energia” (MARQUES, 2014). Tal assertiva apóia-se nos limites físicos da natureza, expressos nas leis da termodinâmica, especificamente na Segunda Lei (GEORGESCU-ROENGEN, 2012).

É no contexto de sala de aula, entre outros ambientes, que podemos dar espaço para essa discussão, edificar uma cultura sobre o meio ambiente e difundir a necessária consideração da sustentabilidade, de forma particular no que se refere às relações CTS. E, pensar a questão ambiental como um “[...] *complexus* [...] fruto de um processo de ordem/desordem, de construção/desconstrução, entre as ordens físicas, biológica e cultural” (MELO, 2006).

Assim, no contexto do ensino de ciências, com destaque a Química, faz-se necessário imprimir uma educação CTS para a sustentabilidade, no sentido de lidar com sistemas multidimensionais (VILCHES; GIL PÉREZ, 2013), notadamente na perspectiva transcender visões naturalistas e técnicas das implicações das relações CTS, incorporando o pressuposto da sustentabilidade em um processo convergente, de atenção aos elementos que configuram a atual crise socioambiental.

Referências

- AIKENHEAD, G. S. Collective decision making in the social context of science. **Science Education**, v. 69, n. 4, p. 453-75, 1985.
- AULER, D. Alfabetização científico-tecnológica: um novo paradigma? **Ensaio**. Pesquisa em Educação em Ciências v. 5, n. 1, p.1-16, 2003.
- _____. **Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências**. 250 f. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade de Santa Catarina. Santa Catarina, 2002.
- AULER, D. Alfabetização científico-tecnológica: um novo paradigma? **Ensaio**. Pesquisa em Educação em Ciências v. 5, n. 1, p.1-16, 2003.
- BARENHO, C. P.; MACHADO, C. R. S. Contribuições do Marxismo e da etnoecologia para o estudo das relações socioambientais. In: Colóquio Internacional MarxEngels, 5. Campinas, São Paulo, 2007. **Anais eletrônicos ...** Disponível em: <http://www.unicamp.br/cemarx/anais_v_coloquio_arquivos/arquivos/comunicacoes/gt2/sessao3/Cintia_Barenho.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2015.
- BAZZO, W. A. **Ciência, tecnologia e sociedade e o contexto da educação tecnológica**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2014.
- BOFF, L. **Sostenibilidad: ¿adjetivo o sustantivo?** 2011. Disponível em: <<http://www.serviciosokoinonia.org/boff/articulo.php?num=439>>. Acesso em: 7 abr. 2015.
- CACHAPUZ, A.; PAIXÃO, F.; LOPES, J. B.; GUERRA, C. 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**, v. 1, n.1, p. 27-49, 2008.
- CAVALCANTI, C. Meio ambiente, Celso Furtado e o desenvolvimento como falácia. **Ambiente & Sociedade**, v. 5, n. 2, p. 73-84, 2002.

- _____. Sustentabilidade: mantra ou escolha moral? Uma abordagem ecológico-econômica. **Estudos Avançados**, v. 26, n. 74, p. 35-50, 2012.
- CRESWELL, J. W. **Projeto de Pesquisa: método qualitativo, quantitativo e misto**. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- ENGELMAN, R. Além do blablablá da sustentabilidade. In: Worldwatch Institute. **Estado do mundo 2013: A sustentabilidade ainda é possível?** Salvador, BA: Uma Ed., 2013.
- ESTEBAN, M. S. **Pesquisa qualitativa em educação: fundamentos e tradição**. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- FIGUEIREDO, O; ALMEIDA, P.; CÉSAR, M. O papel das metaciências na promoção da educação para o desenvolvimento sustentável. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 3, n. 3, p. 320-338, 2004.
- FONSECA NETO, S. N. Uma carta para o futuro: constructos sobre (in)sustentabilidade. In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Águas de Lindoia, São Paulo, 24 a 27 de novembro de 2015. **Anais eletrônicos.....** Disponível em: <http://www.xenpec.com.br/anais2015/trabalhos.htm>. Acesso em: 13 abr. 2016.
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 50 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2011.
- FREITAS, J. **Sustentabilidade: direito ao futuro**. Belo horizonte: Fórum, 2012.
- GEORGESCU-ROEGEN, N. **O decrescimento: entropia, ecologia, economia**. GRINEVALD, J.; RENS, I. (Org.). ISAAC, M. J. P. (Trad.). São Paulo: SENAC, 2012.
- MARQUES, C. A. et al. Sustentabilidade ambiental: um estudo com pesquisadores químicos no Brasil. **Química Nova**, v. 36, n. 6, p. 914-920, 2013.
- _____. Compreensões de pesquisadores químicos sobre sustentabilidade ambiental. **Revista Brasileira de Ensino de Química**, v. 9 n. 2, p. 79-92, 2014.
- MARQUES, C. A.; MACHADO, A. S. C. Environmental Sustainability: implications and limitations to Green Chemistry. **Foundations of Chemistry**, v. 16, p. 125-147, 2014.
- MELO, M. M. **Capitalismo versus sustentabilidade: o desafio de uma nova ética ambiental**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2006.
- MINAYO, M. C. de S. O desafio da pesquisa social. In: _____ (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 27. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008. p. 09-29.
- NASCIMENTO, E. P. do. Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico. **Estudos Avançados**, v. 26, n. 74, p. 51-64, 2012.
- NEDEL, N. K. et al. Desenvolvimento sustentável: uma falácia imposta pela ótica mercadológica internacional em detrimento das próprias facetas da sustentabilidade. In: Seminário de Pesquisa Interdisciplinar, 7. Universidade do Sul de Santa Catarina. Florianópolis, 26 a 28 de maio de 2015. **Anais eletrônicos ...** Disponível em: <<http://www.unisul.br/wps/portal/home/pesquisa-e-inovacao/seminarios-de-pesquisa/spi#vii-spi>>. Acesso em: 10 jan. 2016.
- OLIVEIRA, A. M. de. **O ensino do tema polímeros na perspectiva da educação dialógica com enfoque CTS: reflexões e ações**. 2010. 188 f. Dissertação (Programa de Pós Graduação do Mestrado em Ensino de Ciências). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Matogrosso do Sul, 2010.
- PORTO-GONÇALVES, C. W. **A globalização da natureza e a natureza da globalização**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2012.
- ROLOFF, F. P. MARQUES, C. A. Abordagem de Questões Ambientais em Disciplinas de Licenciaturas em Química: enfoques e perspectivas segundo seus formadores. XVI Encontro Nacional de Ensino de Química, 16; Encontro de Educação Química da Bahia, 10. Salvador, BA, 17 a 20 de julho de 2012. **Anais eletrônicos ...** Disponível

em: <<http://www.portalseer.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/view/7610/5410>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

SANTOS, W. L. P. Letramento em química, educação planetária e inclusão social. **Química Nova**, v. 29, n.3, p. 611-620, 2006.

_____; 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**, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2002.

_____; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química**: Compromisso com a cidadania. 3ª ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2003.

_____; _____. O que significa ensino de Química para formar o cidadão? **Química Nova na Escola**, n. 4, p. 28-34, 1996.

SILVA, L. F. Educação ambiental crítica. Jundiaí: Paco Editorial, 2014.

SCHEEFFER, F. Desenvolvimento Sustentável e modernidade: uma incompatibilidade anunciada. Encontro de Economia Catarinense, 6. Criciúma, Santa Catarina, de 29 a 30 de abril de 2010. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <http://www.apec.unesc.net/VI_EEC/sessoes_tematicas/Tema1-Desenvolvimento%20Meio%20Ambiente/Artigo-3-Autoria.pdf>. Acesso em 10 de jan. 2016.

SCHONS, S. M. A questão ambiental e a condição da pobreza. **Revista katálysis**, v. 15, p. 70-78, v. 15, 2012.

SOUSA-AGUIAR, E. F. et al. Química verde: a evolução de um conceito. **Química Nova**, v. 37, n. 7, p. 1257-1261, 2014.

THORTON, J. (2000). Pandora's poison: chlorine, health and a new environmental strategy. London: The MIT Press.

VASCONCELOS, E. R.; FREITAS, N. M. S. O paradigma da sustentabilidade e a abordagem CTS: mediações para o ensino de ciências. Amazônia. **Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 9, n. 17, p. 89-108, jul. 2012/dez. 2012.

VEIGA, J. E. **Desenvolvimento sustentável**: o desafio do século XXI. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.

VEIGA, J. E. **Sustentabilidade**: a legitimação de um novo valor. São Paulo: SENAC, 2010.

VILCHES, A.; GIL-PÉREZ, D. Ciencia de la Sostenibilidad: ¿Una nueva disciplina o un nuevo enfoque para todas las disciplinas? **Revista Ibero-americana de Educación**, v. 69, n. 1, 2015.

_____; _____. Ciencia de la sostenibilidad: un nuevo campo de conocimientos al que la química y la educación química están contribuyendo. **Educación Química**, v. 24, n. 2, p. 199-206, 2013.