RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta tese será disponibilizado somente a partir de 23/09/2017.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Campus de Bauru
Faculdade de Ciências
Pós-Graduação em Educação para a Ciência

Andiara Pereira dos Santos Cardoso

CONTRIBUIÇÕES DA EPISTEMOLOGIA DE HUGH LACEY PARA A EDUCAÇÃO CTS: O CONTEXTO DA NANOTECNOLOGIA

Bauru
2017

Andiara Pereira Dos Santos Cardoso

CONTRIBUIÇÕES DA EPISTEMOLOGIA DE HUGH LACEY PARA A EDUCAÇÃO CTS: O CONTEXTO DA NANOTECNOLOGIA

Tese apresentada à banca de defesa como requisito parcial à obtenção do título de Doutor à Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, área de concentração de Ensino de Ciências e Matemática, sob orientação do Prof. Dr. João José Caluzi e Co-Orientação de Paulo Noronha Lisboa Filho.

Bauru
2017

Cardoso, Andiara Pereira dos Santos.
Contribuições da epistemologia de Hugh Lacey para Educação CTS: o contexto da nanotecnologia/Andiara Pereira dos santos Cardoso, 2017

253 f. : il.

Orientador: João José Caluzi
Co-Orientador: Paulo Noronha Lisboa Filho

Tese (Doutorado)–Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2017

1. Hugh Lacey. 2.Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). 3. Formação de Professores. I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências. II. Título.

unesp

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Bauru

Faculdade de Ciências

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA TESE DE DOUTORADO DE ANDIARA PEREIRA DOS SANTOS, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA, DA FACULDADE DE CIÊNCIAS - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 23 dias do mês de março do ano de 2017, às 09:00 horas, no(a) Anfiteatro da Pós-Graduação da Faculdade de Ciências - UNESP/Bauru, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. JOAO JOSE CALUZI - Orientador(a) do(a) Departamento de Física / Faculdade de Ciências - UNESP/Bauru, Prof. Dr. MARCOS BARBOSA DE OLIVEIRA do(a) Departamento de Filosofia da Educação e Ciências da Educação / Universidade de São Paulo - USP, Profa. Dra. ROSEMAR AYRES DOS SANTOS do(a) Departamento de Física / Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS, Prof. Dr. MARCELO CARBONE CARNEIRO do(a) Departamento de Ciências Humanas / Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação - UNESP/Bauru, Prof. Dr. DANILO ROTHBERG do(a) Departamento de Ciências Humanas / Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação - UNESP/Bauru, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da TESE DE DOUTORADO de ANDIARA PEREIRA DOS SANTOS, intitulada **"Contribuições da epistemologia de Hugh Lacey para o ensino de ciências: o contexto da nanotecnologia"**. Após a exposição, a discente foi arguida oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: Aprovada. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

Prof. Dr. JOAO JOSE CALUZI

Prof. Dr. MARCOS BARBOSA DE OLIVEIRA

Profa. Dra. ROSEMAR AYRES DOS SANTOS

Prof. Dr. MARCELO CARBONE CARNEIRO

Prof. Dr. DANILO ROTHBERG

OS: O título da Tese é - Contribuição da epistemologia de Hugh Lacey para a Educação CTS: O contexto da Nanotecnologia.

"OU O SÉCULO XXI É DEDICADO AOS VALORES HUMANOS, MORAIS E ÉTICOS...
OU DE NADA VALERAM OS AVANÇOS TECNOLÓGICOS CONQUISTADOS ATÉ AQUI."

[VOLPATO, 2000]

AGRADECIMENTOS

Foram inúmeras as pessoas que contribuíram para que eu chegasse até aqui. Para cada parte que me tornei, existe um turbilhão de cooperadores. Devo muito a esses anjos que merecem minha profunda gratidão. Alguns desses anjos protetores vou mencionar aqui.

Quero agradecer ao meu pai, Osmar Pereira dos Santos, que mesmo distante, me deu suporte, carinho e afeto. Foi um dos grandes incentivadores da minha jornada acadêmica.

Agradeço a minha mãe por todo incentivo moral, ético, psicológico, religioso, financeiro e intelectual que me proporcionou desde que nasci e em todos aspectos da minha vida acadêmica, principalmente no doutorado. Essa mulher dedicada nunca mediu esforços para me fazer feliz. Mesmo com seus inúmeros afazeres, foi ela quem revisou com carinho a presente tese.

Quero agradecer ao meu esposo, Marcus Vinicius Cardoso do Nascimento, pela dedicação integral. Sem seu apoio e renúncia nunca teria me aventurado a deixar o estado de Goiás e ir para Bauru/SP. Foi ele quem organizou tudo para a mudança e seu amor incondicional esteve presente em todos os momentos, mesmo nos pequenos aspectos dessa tese.

Ao meu irmão, Danylo Pereira dos Santos que, mesmo distante, demonstrou consideração e apreço. Sempre que precisei, seu apoio foi imediato. E minhas irmãs, Andreia, Alcimar e Lorena, por todo amor e carinho.

Aos meus familiares, por entenderem a distância física e psicológica que precisei ter durante todos esses anos de vida acadêmica.

Uma gratidão profunda e eterna ao meu orientador e amigo, João José Caluzi, que nos momentos de maior desespero, até mesmo nos domingos, me atendia com presteza e benevolência. Em tudo o que realmente precisei ele nunca me faltou.

Quero agradecer também ao meu co-orientador, Paulo Noronha Lisboa Filho. Sua orientação foi inesquecível e seu suporte psicológico garantiu minha sobrevivência em Bauru. Também me atendia nos domingos e feriados! Obrigada, jamais esquecerei.

A todos os professores e amigos do Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciência, pelo incentivo, pela densidade intelectual e pelo companheirismo.

A minha amiga e confidente, Loirema Gomes dos Santos, por me ajudar nos momentos mais difíceis do doutorado.

Aos professores de Goiânia, Sandra Valéria Limonta, Paulo Ferrari e Norton Gomes de Almeida, que torceram por mim e me auxiliaram de longe.

Gratidão eterna à Cidade de Bauru, minha segunda morada. Agradeço também à Soraia e ao Galego, que me acompanharam a Bauru e sempre estiveram ao meu lado; sempre os guardarei com carinho em meu coração.

CARDOSO, Andiara Pereira dos Santos. **Contribuições da epistemologia de Hugh Lacey para Educação CTS: o contexto da nanotecnologia.** 2017. 253f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – Faculdade de Ciências, Bauru/SP, 2017.

RESUMO

A presente pesquisa visa contribuir com o campo educacional em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), prioritariamente, no posicionamento epistemológico dos professores de Ciências Naturais. Trazemos para esse campo educacional o filósofo Hugh Lacey que, a nosso ver, trata a complexidade das relações CTS por meio dos valores. Objetivamos testar relações de associação entre Lacey e o enfoque CTS. Em termos metodológicos, de forma a estabelecer uma associação, fizemos uma pesquisa teórica sobre a noção de utilidade e de estratégia, conceitos importantes para a filosofia de Lacey. Como resultados dessa pesquisa teórica, vemos que a utilidade foi inicialmente enfatizada pela filosofia baconiana sobre como a ciência deveria agir para o benefício dos homens, enfatizando a necessidade de controlar a Natureza com o uso de um método. Para Lacey, o controle é altamente valorizado pela sociedade moderna, explicando sua afinidade com a Ciência atual. Outro resultado da pesquisa inicial é a respeito do conceito de estratégia, que foi inspirado no conceito de paradigma, proposto por Thomas Kuhn. Após esses conceitos problematizados, elaboramos uma crítica de Hugh Lacey a Kuhn. Em um segundo momento da pesquisa, fizemos uma descrição da filosofia de Lacey, produzindo um metatexto inspirado na Análise Textual Discursiva (ATD) e lançando mão de mapas mentais como ferramenta para análise dos dados, originando as categorias de Lacey. Após a construção do metatexto, estabelecemos relações de associação entre a filosofia de Lacey e o contexto CTS. Os resultados da pesquisa foram sintetizados nas seguintes afirmações: (A) os valores da filosofia de Lacey e da educação CTS se alinham, no sentido de que ambas estão engajadas na transformação social. (B) A filosofia de Lacey contribui para i) discutir a complexidade das relações CTS por meio de valores e, com isso, permite ii) a superação de crenças (advindas do modelo linear de desenvolvimento) que limitam a participação pública em assuntos tecnocientíficos. (C) O desenvolvimento autêntico proposto por Lacey se distancia das tradições CTS do hemisfério Norte e se aproxima do Pensamento Latino Americano em CTS (PLACTS) devido: í) ao endosso à participação pública na escolha de estratégias (participação na agenda de pesquisa), ii) necessidade de se voltar para o contexto e as prioridades locais. (D) Lacey contribui para o autoconhecimento do professor comprometido com as relações CTS, auxiliando-o a refletir e concretizar seus desejos e objetivos educacionais por meio dos valores. Feita esta análise, percebemos que as categorias de Lacey, anteriormente sintetizadas pela inspiração da ATD com os mapas mentais, podem ser úteis para a avaliar em que tipo de desenvolvimento um dado tema sociocientífico, importante para o enfoque CTS, está sendo direcionado. Por isso, a título de exemplo, utilizamos os estudos da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) sobre a nanotecnologia como tema para discutir as categorias do autor. Essa avaliação mostra que a nanotecnologia, pelo olhar da ABDI, está mais direcionada para o desenvolvimento modernizador, pois seus estudos indicam uma forte influência de valores neoliberais. Dado esse exemplo e encontradas as relações de associação, defendemos que a filosofia de Lacey tem muito a contribuir para a educação CTS e que pode ser aplicada, em um primeiro momento, na formação do professorado de Ciências Naturais.

Palavras-chave: Hugh Lacey; Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS); Formação de Professores; Nanotecnologia.

CARDOSO, Andiara Pereira dos Santos. **Contributions of Hugh Lacey's epistemology to CTS Education: the context of nanotechnology.** 2017. 253 p. Doctoral Dissertation (PhD program in Education for Science) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – College of Science, Bauru/SP, 2017.

ABSTRACT

This research aims to contribute to the educational field in Science, Technology and Society (STS), particularly, in the epistemological position of the Natural Sciences' teachers. We studied the philosopher Hugh Lacey who treats the complexity of STS relations through values. We aimed to test the association between Lacey and the STS approach. In methodological terms, in order to establish an association, we did a theoretical investigation on the notion of utility and strategy, concepts important to Lacey's philosophy. As a result, we obtained that utility was initially emphasized by the Baconian philosophy of how science should act for the benefit of men, emphasizing the need to control Nature with the use of a method. Otherwise, for Lacey, control is highly valued by modern society, explaining its affinity with current science. Another result of the research was about the concept of strategy, which was inspired by the concept of paradigm, proposed by Thomas Kuhn. After these problematized concepts, we elaborated a critique of Lacey to Kuhn. In a second moment of the research, we made a description of Lacey's philosophy, producing a metatext inspired by the Discursive Textual Analysis (ATD) and using mental maps as a tool to analyze the data, emerging the categories of Lacey. After the construction of the metatext, we established relations of association between the Lacey's philosophy and the STS education. The results of the research were synthesized in the following statements: (A) the values of Lacey's philosophy and STS education align in the sense that both are engaged in social transformation. (B) Lacey's philosophy contributes to i) discuss the complexity of STS relations through values and, therewith, ii) overcoming beliefs (from the linear model of development) that limit public participation in technoscientific issues. (C) The authentic development proposed by Lacey distances itself from the STS traditions of the Northern Hemisphere and approaches PLASTS due to: (i) endorsement of public participation in the choice of strategies (participation in the research agenda), (ii) The context and local priorities. (D) Lacey contributes to the self-knowledge of the teacher committed to STS relationships, helping him to reflect and fulfill his educational desires and goals through values. This analysis showed that the categories of Lacey, previously synthesized by the ATD's inspiration with the mental maps, can be useful to evaluate in what kind of development a given socio-scientific theme, important for the STS approach is being directed. Therefore, as an example, we use the studies of the Brazilian Industrial Development Agency (BIDA) on nanotechnology as a topic to discuss the categories of the author. This valuation shows that nanotechnology, due to ABDI's view is more directed towards modernizing development, since its studies indicate a strong influence of neoliberal values. Analyzed this context and found association relationships, we argue that Lacey's philosophy has much to contribute to STS education and that it can be applied at first to the training of Natural Science teachers.

Keywords: Hugh Lacey; Science, Technology and Society (STS); Teacher training; Nanotechnology.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Fatores que influenciam na tomada de decisões em assuntos tecnocientíficos de interesse social. 44
Figura 2: Os valores e dimensões de desejo e crença. 81
Figura 3: Momentos da tecnociência atual. 112
Figura 4: Os cinco momentos da atividade científica. 117
Figura 5: Um exemplo de mapa mental. 133
Figura 6: Recorte do mapa de origem em APÊNDICE A 135
Figura 7: O mesmo recorde da figura 5, mudando a ordem dos conceitos. 136
Figura 8: A associação entre os valores de Lacey e CTS. 147
Figura 9: A tecnociência a serviço do bem-estar amplo. 158
Figura 10: Quadro comparativo em nanômetros. 178
Figura 11: Indica a interação da área de matérias com outras áreas do conhecimento. 190
Figura 12: Distribuição por área de recursos aprovados pelo Edital MT/CNPq 192
Figura 13: Cadeia de valor da ABDI 198
Figura 14: Cadeia de valor da nanotecnologia contida na Lux Research 199
Figura 15: Cadeia produtiva da nanotecnologia 200
Figura 16: Desenvolvimento modernizador da nanotecnologia 203
Figura 17: Produtos nanotecnológicos que já estão no mercado 213
Figura 18: Representação dos mapas estratégicos prioritários para ação. 218
Figura 19: Condicionantes da nanotecnologia no Brasil. 220
Figura 20: Desenvolvimento das aplicações promissoras em nanoambiente 223

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1: Diferentes graus de avaliação dos valores. 83
Quadro 2: Valores contidos na teoria de Lacey representados pelo mapa mental. 137
Quadro 3: Conceitos de Lacey retirados do mapa construído 138
Quadro 4: Organização dos conceitos principais, conceitos secundários e valores. 139
Quadro 5: Desejos e crenças avaliados pelos mapas mentais. 142
Quadro 6: Quadro comparativo dos efeitos em diferentes escalas. 181
Quadro 7: Informações sobre os produtos nanotecnológicos já comercializados. 188

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Estudos da ABDI sobre o tema Nanotecnologia. 175
Tabela 2: Tabela de classificação dos nanomateriais 210

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 15
2 CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE 22
2.1 O contexto 22
2.2 O movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade 28
2.3 O enfoque CTS 32
2.4 A formação de professores no contexto CTS 38
2.5 A natureza da ciência no enfoque CTS 42
2.6 Ensino por pesquisa nas relações CTS 47
2.7 Considerações gerais sobre o Capítulo 49
3 BASES PARA A CRÍTICA DE HUGH LACEY 50
3.1 Concepção baconiana de ciência e de bem-estar 52
3.2 A ciência segundo Thomas Kuhn 58
3.2.1 Ciência normal 59
3.2.2 Período de crise 61
3.2.3 Período de Revolução 62
3.3 A crítica de Lacey à Kuhn 63
3.3.1 Historicidade 64
3.3.2 Incomensurabilidade 64
3.3.3 Unidade das ciências 67
3.3.4 Fatos e valores 68
3.3.5 Educação científica 70
3. 4 Considerações gerais 71
4 FILOSOFIA ENGAJADA DE HUGH LACEY 73
4.1 A ciência e os valores 78
4.2 Entendimento científico e o ideal da imparcialidade 88
4.3 Estratégias de restrição e seleção 93
4.3.1 Estratégia e Entendimento científico moderno 93
4.3.2 Estratégias Materialistas de restrição e seleção 96
4.4 O moderno esquema de valor de controle 100
4.4.1 As estratégias materialistas e o moderno esquema de valor do controle 103
4.5 Os momentos e os diferentes papéis dos valores na atividade científica 106
4.5.1 A neutralidade na atividade científica 107
4.5.2 A autonomia na atividade científica 109

4.5.3 Os diferentes níveis dos valores na atividade científica 111
4.6 Filosofia engajada com o bem-estar social 117
4.6.1 Teses adicionais de Hugh Lacey 118
4.6.2 Desenvolvimento 120
4.6.3 Conhecimento extensivo e conhecimento completo 121
4.6.4 Integração do conhecimento científico com o desenvolvimento 123
4.6.5 Controvérsias 128
4.6 Sintetizações da pesquisa: Os mapas mentais 132
5 APROXIMAÇÃO LACEY- CTS 141
5.1 Identificando os valores 141
5.2 A contribuição de Lacey para explicar a complexidade das relações CTS – Desenvolvimento modernizador x desenvolvimento linear. 148
5.3 Desenvolvimento autêntico e o campo CTS: aproximações e distanciamentos 154
5.4 Implicações para a formação de professores em CTS 162
5.5 Algumas considerações 170
6 UM OLHAR PARA A NANOTECNOLOGIA COM A FILOSOFIA DE LACEY 173
6.1 Sobre a ABDI 175
6.2 Entendimento Científico da Nanotecnologia 177
6.2.1 O que é? 177
6.2.2 Por que é o que é: Qual o inventário de possibilidades? 183
6.2.3 Como? 185
6.3 Estratégias 189
6.4 Valores da ABDI 193
6.5 Que tipo de desenvolvimento a ABDI está direcionada? 201
6.5.1 Percepção pública da nanotecnologia 215
6.5.2 A agenda INI-Nanotecnologia até 2025 218
6.6 Considerações a respeito da avaliação feita por meio das categorias de Lacey 223
7 NOVOS VALORES, NOVAS POSSIBILIDADES... 227
REFERÊNCIAS 231
APÊNDICE A - Mapa mental de Lacey 241
APÊNDICE B - Mapa mental do CTS 245
APÊNDICE C: Lista de palavras do mapa de Lacey 249
APÊNDICE D: Lista de palavras do mapa CTS 252

1 INTRODUÇÃO

O conhecimento científico e tecnológico participa de quase todas as frentes do agir humano, na comunicação e nas relações com a família, no trabalho, no lazer, fazendo parte do nosso dia a dia e influenciando a percepção que temos do mundo. Em grande parte de nossas vidas lidamos com a tecnologia e seus aparatos, de modo que esta faz parte da cultura ocidental (SPIER, 1972). Importa percebermos mais atentamente e de forma mais consciente a complexidade das relações entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade (CTS), com vistas a compreender e buscar soluções para os problemas que enfrentamos na atualidade, como os riscos à saúde e ao ambiente, a fome, as relações entre o trabalho e o consumo desenfreado, etc. Problemas que podem ser traduzidos em termos dos valores individuais e compartilhados que a sociedade carrega. Tais problemas não podem ser esquecidos das discussões que compõem o Ensino de Ciências.

O Ensino de Ciências, sendo uma área interdisciplinar, utiliza contribuições teóricas advindas dos mais variados campos do saber. Ela é também uma área em crescimento. Este aumento do número de pesquisas nacionais e internacionais é um indicativo do vigor da área. O número de programas de pós-graduação da área, entre os anos 2000 a 2009, foi de, aproximadamente, cinco; já contamos, hoje, com mais de cem programas credenciados na Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)[1].

Dentre as preocupações constantes da área de Ensino de Ciência, que vemos discutidas nos documentos norteadores da política educacional, como na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) promulgada em 1996 e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), temos a relação ensino e seu contexto, a formação dos estudantes para uma cidadania consciente e um ensino voltado para a autonomia do sujeito responsável pelo ambiente em que vive e para o progresso social. Estas preocupações são discutidas mais verticalmente nas linhas de pesquisa em CTS[2]/CTSA. Segundo Auler (2002), no Brasil, tal enfoque se

---

[1] Dados disponível em: https://goo.gl/OndBPc . Acesso em: 05 jul 2016.

[2] Em diferentes pesquisas sobre a educação científica que relaciona a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade, vemos autores usando a sigla CTS, outros CTSA, que adiciona o Ambiente, outros CTS/CTSA. Santos (2010) clarifica o uso dessas siglas argumentando que, de fato, o movimento campo CTS e a Educação Ambiental (EA) compactuam com os mesmos objetivos e que autores que pretendem dar um enfoque maior para as questões ambientais utilizam a sigla CTSA. Ao nosso ver, pautando na argumentação de Santos (2010), os problemas

apresentava enfraquecido no início deste século. Contudo, o número de trabalhos publicados e sua relevância têm aumentado.

Mesmo com o aumento expressivo do campo[3] de pesquisa em CTS no contexto educacional, as pesquisas realizadas por Abreu, Fernandes e Martins (2013), mostram as dificuldades, a partir de um levantamento da produção CTS no Brasil no período de 1980 a 2008. Segundo esses autores, as publicações em periódicos da área de ensino e a produção acadêmica dessa linha de pesquisa nos programas de pós-graduações são pouco expressivas. No Brasil, contamos com 0,78 % da produção geral e no contexto internacional 0,86 %. Nos encontros da área, como Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências (ENPEC) e Encontro de Pesquisadores em Ensino de Física (EPEF), os autores detectaram 2% de publicações em CTS dentro do campo de Ensino de Ciências.

Além disso, de acordo com Strieder (2012), o enfoque CTS tem uma grande diversidade de sentidos. Observamos que essa diversidade é causada, principalmente, pela inexistência de clareza quanto aos objetivos do movimento CTS e das propostas que trouxeram tal enfoque para o contexto educacional. Também as pesquisas evidenciam uma dificuldade da articulação dos três elementos do campo CTS.

Para ajudar nessas dificuldades apontadas por Strider (2012), neste trabalho trataremos das relações entre ciência e a tecnologia por meio dos valores. Estas duas áreas possuem uma série de valores cognitivos, como adequação empírica, poder explicativo e preditivo, com influencias de valores sociais como, por exemplo, morais e éticos, além de valores econômicos e valores políticos. Com a intenção de melhor compreender as relações CTS, traremos para esse campo de investigação a epistemologia engajada do filósofo australiano, radicado nos Estados Unidos, Hugh Lacey (nascido em 1939). Hugh Lacey utiliza o termo tecnociência para o fenômeno de reforço mútuo entre a ciência e a tecnologia, como será

---

ambientais sempre estiveram vinculados nas relações CTS. Dessa forma, utilizaremos apenas a sigla de origem CTS.

[3] Gostaríamos de fazer algumas enfatizações sobre a palavra campo. Na pesquisa de Ribeiro (2015) foi utilizado o termo “campo”, proveniente da teoria de Bourdieu, para interpretação de dados. Designou a Pesquisa em Ensino de Ciências dando a noção de Campo de Pesquisa e como Subcampo a linha de pesquisa em CTS. Aqui queremos designar com a palavra campo, um sentido geral. Quando quisermos especificar mais diretamente, utilizaremos a expressão enfoque CTS para abordar o sentido educacional e “movimento CTS” para designar o contexto do seu surgimento, que será explicado posteriormente. Utilizaremos campo CTS quando quisermos incluir o sentido educacional juntamente com o movimento CTS, dando uma característica mais ampla. No decorrer do texto será mostrado esses aspectos com mais detalhes.

enfatizado no próximo capítulo. Utilizaremos “ciência” e “tecnologia” separadamente, quando for necessário enfatizar de forma específica.

Autores no campo educacional (ROSO, AULER, 2016; ROSA, 2014; ROSA e AULER, 2016; SANTOS, 2016, STRIDER, 2012, entre outros) bem como Dagnino (s/d), contemporâneo do PLACTS, já citam Lacey para ressaltar os valores presentes na tecnociência e para enfatizar a necessidade uma orientação da sociedade na definição da agenda política tecnocientífica, mostrando o caráter promissor da sua epistemologia no campo educacional. Entretanto, Santos (2011) sinaliza que “(...) há a necessidade de ter, em pesquisas futuras, aprofundamentos conceituais no campo dos valores, aspecto insuficientemente trabalhado na pesquisa (...)” (SANTOS, 2016, p. 151).

A nosso ver, Lacey é o epistemólogo que consegue fazer uma síntese do momento histórico que estamos vivendo, abrangendo as variadas questões que entrelaçam nossas vidas e a inter-relação entre ciência e tecnologia. Altamente dialético, discute a tese de que a ciência é livre de valores e critica as bases do relativismo pós-moderno que se apoia na irracionalidade da ciência. Admite que a ciência tenha o critério da imparcialidade, o que não implica que seja neutra e autônoma (detalharemos estes critérios mais adiante no Capítulo 03).

Para Lacey, a pesquisa tecnocientífica favorece: 1- A valorização do homem como quem exerce o controle sobre os elementos e objetos naturais, sendo incorporados institucionalmente por meio de inovações tecnocientíficas. Nesse aspecto, os valores do capital e do mercado, para adoção de estratégias descontextualizadas, têm ampla manifestação nas instituições hegemônicas; 2- O controle não é subordinado aos valores sociais e na maioria das vezes a temática social e ambiental tolera tais controles com vista à implementação da tecnologia em seu meio, como um preço a pagar pelo “desenvolvimento”; 3- Ambientes com potencialidades tecnocientíficas e a difusão das tecnologias são altamente valorizadas, de modo que os problemas que cercam a vida moderna são problemas nos quais a tecnologia visa solucionar (LACEY, 2010).

As pessoas tendem a crer que o desenvolvimento científico e tecnológico sempre melhoram a qualidade de vida, o que está diretamente ligado à questão da dominação presente na sociedade atual. Lacey não somente fornece uma explicação de como o empreendimento científico e tecnológico tem funcionado na modernidade, mas também contribui dando um direcionamento para mudanças, em que a pergunta “Como deve a ciência proceder para promover o bem-estar humano?” (LACEY, 2008b e 2010) é central na discussão do autor.

A aproximação de Lacey com a educação CTS vem ao encontro da própria crítica que fez originar tal movimento, que é o modelo linear de desenvolvimento. Dentro do contexto educacional em CTS, a epistemologia de Hugh Lacey ajuda a desmistificar a compreensão ingênua sobre a tecnociência, pois oferece um entendimento amplo sobre o empreendimento científico.

Além disso, Lacey discute a necessidade de controvérsias na própria comunidade científica. Tais problemáticas podem ser levados para a Educação Básica e para a formação inicial e continuada de professores, discutindo essas controvérsias dentro do contexto social, o que se constitui um dos objetivos presentes no campo CTS. Enfatizamos que as concepções de Lacey aqui apresentadas não distanciam do contexto social, científico e tecnológico brasileiro. Antes disso, se aproxima consideravelmente, pois o autor participa ativamente das problemáticas que enfrentamos no país e dialoga com autores brasileiros, buscando alternativas seguras por meio de suas produções coletivas.

Em nosso trabalho traremos esse aporte teórico/epistemológico para as relações CTS, buscando uma articulação entre os valores[4], na atividade tecnocientífica. Para isso, utilizaremos a nanotecnologia como um exemplo desse aporte teórico que apresentaremos mais adiante. Escolhemos a nanotecnologia, pois ela é objeto de fortes investimentos por parte de governos e empresas privadas. É também considerada estratégica para a pesquisa no contexto brasileiro, devido à concorrência de patentes e o caráter de inovação que ela apresenta.

A nanotecnologia atua em vários setores de interesse, como na medicina, metalúrgica, agricultura, indústrias de alimentos, indústria armamentista, etc. Esse tema abarca grande parte das implicações e objetivos que elencamos nesse trabalho sobre a perspectiva CTS. Entretanto, este trabalho não visa a mera aplicação dessa temática dentro das relações com esse campo educacional. Faltando a devida intencionalidade na concepção do "por que" ensinar ciências e apoiados numa filosofia da ciência de meados do século XX (ACEVEDO et al, 2005) é necessário dar a este campo de investigação um novo aporte teórico. Perguntas como "o que é ciência", "o que é tecnologia", "quais suas possibilidades" além do "como a

---

[4] Existem vários tipos de valores tratados na teoria de Hugh Lacey, tais como valores racionais ou cognitivos, valores sociais, valores pessoais, etc. Quando Lacey utiliza só a palavra "valores" ele se refere aos diversos valores que **não sejam os cognitivos**. No caso desse parágrafo, especificamente, a palavra "valores" está se referindo de maneira geral a todos os valores, incluindo os valores cognitivos.

sociedade pode decidir", constitui questões chaves para a educação e entendimento dentro das relações CTS (RATCLIFFE, 2001).

É certo que já existem trabalhos que envolvem o tema nanotecnologia dentro das relações CTS e que mostram a real necessidade e importância do tema, como: Pereira *et al* (2008), Rothberg e Resende (2010), Batista (2010, 2009), Leonel (2010), Lima *et al* (2012), Faria *et al* (2013), Lisboa-Filho e Monteiro (2013a, 2013b). Entretanto, ainda há muito trabalho a ser realizado e questões e reflexões a serem feitas. Para não perder de vista o contexto do mundo nano e as implicações educacionais que importa para a área, interessa compreender em que lugar a nanotecnologia se encontra. Poderíamos dizer que a nanotecnologia e os valores epistêmicos que ela carrega é uma parte de um todo chamado "tecnologia" ou ela rompe com o saber tecnológico atual? Em que implicam e interferem tais questões na relação dominação e ideologia?

Observando as relações entre superfície e volume do material, na medida em que esse diminui consideravelmente e mudanças nas propriedades começam a aparecer, já temos um problema de caráter epistemológico, porque efeitos quânticos passam a ser relevantes. Essa compreensão acaba mudando a forma como concebemos e controlamos a natureza e, também a nossa concepção de mundo.

Em termos de mercado em que se pode agregar o "nano" tendo em vista potencializar determinado produto com maior rapidez, melhor absorção, mais ou menos flexibilidade, etc., vemos serem fixados na população, de forma sutil, os lados mais positivos desta ciência. Se o desenvolvimento da tecnologia em nossa sociedade se inclina para interesses do capital e se sua materialização visa à dominação, adentrando para o "mundo nano", a distância de entendimento da sociedade em geral dessas implicações tende a aumentar, colocando a liberdade e a autonomia em um grau mais difícil de ser atingido.

A partir de todos estes aspectos, percebemos a necessidade de voltarmos à temática da nanotecnologia para o Ensino de Ciências. Não somente como tema potencial para promover as relações CTS, mas como urgência social e ambiental que ela representa.

Justificamos acima sobre a necessidade de compreender o fenômeno tecnocientífico e suas implicações sociais, tanto no que se refere ao desenvolvimento do próprio fenômeno quanto na sua materialização na sociedade. Devido à complexidade das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, apontamos a nanotecnologia por sua potencialidade para discutir esses elementos em uma única temática. Todos esses aspectos se encaixam na epistemologia de Hugh Lacey. Por isso a pergunta central da pesquisa é: **Quais são as**

potencialidades da epistemologia de Hugh Lacey que podem contribuir para a educação científica orientada pelo enfoque CTS?

Entretanto, essa pergunta principal nos leva a outros questionamentos que norteiam nossa pesquisa:

a) Como a literatura tem entendido os objetivos e as finalidades da educação campo CTS em geral? As concepções filosóficas e epistemológicas com respeito à tecnociência adotadas na educação CTS condizem com nosso contexto atual?

b) Qual é a visão teórica/filosófica de Lacey em relação ao fenômeno tecnocientífico?

c) Se há contribuições efetivas de Lacey, em que aspecto da educação científica em CTS, sua teoria poderia contribuir *a priori*?

Temos como objeto de estudo a epistemologia engajada com o bem-estar social proposta por Lacey. A motivação é contribuir com a formação inicial e continuada do professor em relação ao posicionamento epistemológico que rege sua prática. Assim, o objetivo central da tese é: **Testar se existem relações de associação entre o enfoque CTS e a filosofia de Hugh Lacey, na tentativa de identificar as possíveis contribuições de suas ideias para a educação científica fundamentada nas relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade.**

Lacey debate a ciência que vivemos atualmente, discutindo ideias e pressupostos de epistemólogos, tais como o filosofo americano Thomas Kuhn (1922 – 1996), largamente utilizado no ensino de ciências (STRIEDER, 2012). No caso de Kuhn, Lacey sofre forte influência sobre a noção de valores e paradigmas, entretanto se distancia de algumas de suas ideias. Pelo contexto atual, os conceitos trazidos por Lacey podem ser mais apropriados para o professor identificar a complexidade das relações CTS, já que suas ideias estão relacionadas com o bem-estar social amplo. O professor que compreende as relações CTS por meio de valores pode ter melhores condições de apresentar exemplos e problematizar os diversos valores condizentes com nossa sociedade, por meio da educação científica dos alunos.

Com relação ao problema específico “a) Como a literatura tem entendido os objetivos e as finalidades da educação CTS em geral? As concepções filosóficas e epistemológicas com respeito a tecnociência adotadas na educação CTS condizem com nosso contexto atual?”, iniciamos o Capítulo dois, discutindo o surgimento do movimento CTS. Indicamos qual seria sua crítica principal e como esse movimento tem influenciado o ensino das ciências naturais. Nesse capítulo apontamos para discussões formativas e epistemológicas, identificando objetivos, dificuldades e encaminhando a discussão para a formação dos professores.

Para dar uma resposta a questão “b) Qual a visão teórico/filosófica de Lacey em relação a tecnociência?”, utilizamos os Capítulos três e quatro. No capítulo três buscaremos compreender a ideia de valores iniciadas por Thomas Kuhn e as críticas pertinentes de seus escritos pelo filósofo Hugh Lacey. Como Lacey se compromete com um engajamento tecnocientífico e suas ideias pretendem atender ao bem-estar social, também, nesse Capítulo, abordaremos a concepção baconiana de ciência. Essa concepção defende uma ciência voltada para a utilidade com vistas ao bem-estar dos homens. Esse Capítulo se constitui o início de suas críticas para avançar em sua teoria.

No capítulo quatro, nos propomos a realizar uma pesquisa qualitativa inspirada na Análise Textual Discursiva (ATD), juntamente com a elaboração de mapas mentais, de forma a descrever as principais ideias de Hugh Lacey. Nesse Capítulo, tratamos o entendimento de Lacey acerca da atividade científica atual, bem como suas críticas ao modelo tecnocientífico contemporâneo. Logo em seguida, mostramos o engajamento na atividade científica com vistas ao bem-estar da população em geral e o comprometimento de se instalar uma real neutralidade na ciência por meio da multiplicidade de estratégias.

Para responder à pergunta: “c) Em que aspecto da educação científica em CTS, Lacey poderia contribuir num primeiro momento?”, elaboramos o Capítulo cinco “Aproximação Lacey-CTS”, discutindo as possíveis relações de associação, com vistas a compreender as potencialidades de Lacey para discutir as relações CTS. Os resultados dessa associação, de forma resumida, são: (A) Os valores da filosofia de Lacey e da educação CTS se alinham; (B) A filosofia de Lacey contribui para discutir as relações CTS por meio de valores e, com isso, superar crenças que limitam a participação pública; (C) O desenvolvimento autêntico se distancia das tradições CTS do hemisfério Norte e se aproxima do PLACTS; (D) Lacey contribui para o autoconhecimento do professor comprometido com as relações CTS, auxiliando-o a refletir e concretizar seus desejos e objetivos educacionais por meio dos valores. Dessa forma, respondemos à pergunta “c” evidenciando que, num primeiro momento, a filosofia de Lacey deveria ser direcionada para a formação de professores em CTS.

No capítulo seis, a título de exemplificação para professores de como trabalhar com as ideias de Lacey, utilizamos as categorias construídas no capítulo quatro para avaliação da nanotecnologia, um tema sociocientífico atual e importante para o campo CTS. Temas sociocientíficos têm sido uma estratégia importante para discutir relações CTS. Então, para essa avaliação, utilizamos um recorte desse vasto e complexo tema, utilizando os estudos da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI). Com as categorias de Lacey podemos avaliar para que tipo de desenvolvimento ABDI está direcionando a nanotecnologia.

REFERÊNCIAS

ABDI. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **Cartilha sobre nanotecnologia** 2010. Disponível em: http://www.abdi.com.br/Paginas/estudo.aspx?f=Nanotecnologia

ABDI. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **Nanotecnologia: Panorama**. Série Cadernos da Indústria ABDI. Volume XIX. 2010. Disponível em: http://www.abdi.com.br/Paginas/estudo.aspx?f=Nanotecnologia

ABDI. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial **. Estudo Prospectivo de nanotecnologia.** Série Cadernos da Indústria ABDI. Volume XX. Brasília. 2010. Disponível em: http://www.abdi.com.br/Paginas/estudo.aspx?f=Nanotecnologia

ABDI. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial **. Nanotecnologias: Subsídios para a problemática dos riscos e regulação**. 2011. Disponível em: http://www.abdi.com.br/Paginas/estudo.aspx?f=Nanotecnologia

ABDI. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial; INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial. **Panorama de patentes de nanotecnologia.** 2011. Disponível em: http://www.abdi.com.br/Paginas/estudo.aspx?f=Nanotecnologia

ABDI. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **Nanotecnologia na área da saúde: mercado, segurança e regulação**. Relatório de acompanhamento setorial. Janeiro, 2013. Disponível em: http://www.abdi.com.br/Paginas/estudo.aspx?f=Nanotecnologia

ABDI. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. BRAGA, Marco Aurélio Sezarino; **Direito Econômico e a Política Nacional de Nanotecnologia: tentativa de superação do desafio furtadiano**. Novembro 2012. Disponível em: http://www.abdi.com.br/Paginas/estudo.aspx?f=Nanotecnologia

ABDI. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. WAISSMANN, William. **Regulação, Inovação e Desenvolvimento das nanotecnologias**. Novembro, 2012. Disponível em: http://www.abdi.com.br/Paginas/estudo.aspx?f=Nanotecnologia

ABREU, Teo Bueno; FERNANDES, João Paulo; MARTINS, Isabel. Levantamento sobre a produção campo CTS no Brasil no período de 1980-2008 no Campo de Ensino de Ciências. **ALEXANDRIA**, v.6, n.2, p. 3-32, jun. 2013.

ANDRADE, José Aluysio Reis. Apresentação (Vida e Obra). In: BACON: **Novum Organum**. São Paulo: Editora Nova Cutural, 1999, pp. 5 -18.

ACEVEDO, José Antônio. Reflexiones sobre las finalidades de la Enseñanza de las Ciências: Educación Científica para la ciudadanía. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciências**. Vol 1, nº 1, p. 3 - 16, 2004.

ACEVEDO, Antônio; VÁZQUEZ, Ángel; PAIXÃO, Maria Fátima; ACEVEDO, Pilar; OLIVA, José Maria; MANASSERO, María Antonia. Mitos da didática das ciências acerca dos motivos para incluir a Natureza da Ciência no Ensino das Ciências. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 1, p. 1-15, 2005a.

ACEVEDO, Antônio. VÁZQUEZ, Ángel; MARTÍN, Mariano; OLIVA, José Maria; ACEVEDO, Pilar; PAIXÃO, Maria Fátima; MANASSERO, María Antonia. Naturaleza de la ciência y educación científica para la participación ciudadana: Una revisión crítica. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciências**, v. 2, n. 2, pp. 121 – 140, 2005b.

ABPST - Associação Brasileira dos portadores da síndrome de Talidomida). **O que é Talidomida: Talidomida ou "Amida Nftálica do Ácido Glutâmico"**. http://www.talidomida.org.br/oque.asp acessado em 25/04/2015

ADURIZ-BRAVO, Austín. **Como o estudo da filosofia da ciência atua na formação de professores e cientistas?**. TV Unesp. Publicada em 07/04/2015, Tradução de Carolina Rodrigues. Acessado em 21/04/2015 http://www.tv.unesp.br/4080

AULER, Décio. Movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS): Modalidades, Problemas e Perspectivas em sua Implementação no Ensino de Física. **Atas do VI EPEF**, Florianópolis, 1998.

AULER, Décio. BAZZO, Walter. Reflexões para a implementação do movimento campo CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, v.7, n.1, p.1-13, 2001.

AULER, Décio. **Interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade no contexto da formação de professores de ciências**. 2002. 257f. Tese (Doutorado em educação) Centro de ciências Naturais. Florianópolis. 2002.

AULER, Décio; Delizoicov, Demétrio. Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 5, n. 2, p. 337 – 355. 2006

AULER, Décio. Enfoque Ciência-Tecnologia- Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, vol. 1, número especial, nov. 2007

BACON, Francis**. Novum Organum ou Verdadeiras indicações acerca da interpretação da natureza e Nova Atlântica**. Coleção Os Pensadores. (Tradução e Notas de José Aluysio Reis de Andrade). Nova Cultural. São Paulo. 1999.

BATISTA, Rodrigo Soqueira. *et al*. Nanociência e Nanotecnologia como temáticas para discussão de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. **Ciência e Educação**, vol 16 n 2 p. 479-490. 2010.

BAZZO, Walter; LISINGEM, Irlan von; PEREIRA, Luiz Teixeira do vale. **Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**. Organização dos Estados Ibero-americanos (OEI). Madri – Espanha 2003

BAZZO, Walter; PEREIRA, L. O que é CTS, afinal, na Educação Tecnológica? **Revista Tecnologia e Cultura** – Rio de Janeiro – ano 10, nº 13, p. 46-56, dez. 2008.

BLOOR; David. O programa forte da sociologia do conhecimento. In: BLOOR; David. **Conhecimento e imaginário social**. Editora Unesp. São Paulo. 2009.

BUZAN, Tony. **Mind Map Handbook: The ultimate thinking tool**. Thorson. 2013

BUZAN, Tony. **Mapas Mentais: Métodos criativos para estimular o raciocínio e utilizar ao máximo o potencial do seu cérebro**. Sextante, Rio de Janeiro, RJ, 2009

CACHAPUZ, Antônio; GIL-PERES, Daniel; CARVALHO, Anna Maria Pessoa; Praia, João; VILCHES, Amparo. **A necessária renovação do Ensino das Ciências**. Editora Cortez. São Paulo- SP, 2005.

CACHAPUZ, Antônio; Praia, João; Jorge, M. **Perspectivas de Ensin**o. Porto: Centro de Estudos de Educação em Ciência (CEEC). 2000.

CEREZO, José Antônio Lopes. Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos. **Revista Iberoamericana de Educación**, n.18, pp. 41- 68. 1998. Disponível em http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=147532 Data de acesso: 11/05/2015

DAGNINO, Renato; SILVA, Rogério Bezerra; PADOVANNI, Naia. Por que a educação em ciênca, tecnologia e sociedade vem andando devagar? In: SANTOS, Wildson Luiz Pereira; Auler, Décio (Org). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Editora UnB. Brasília. 2011

DAGNINO, Renato. Enfoques sobre a relação Ciência, Tecnologia e Sociedade: Neutralidade e Determinismo. In: Organização dos Estados Ibero-americanos para a Educação, a ciência e a cultura. **Sala de Lectura CTS+I de la OEI**. 2002. Disponível em http://www.oei.es/salactsi/rdagnino3.htm. Data de acesso: 08/05/2015

DUCASSÉ, Pierre. **História das técnicas**. (Trad. Jorge Borges de Macedo). Mem-Martins, Europa-América, (3ª ed.), 160 pp. Título original: Histoire des Techniques. Paris, PUF, s.d. (Col.“Que-sais-je?”). s.d

ECHEVERRÍA, Javier. **La revolución tecnocientífica**. Madrid: FCE. 2003

FARIA, Edinete Maria; *et al*. **Nanotecnologia e meio ambiente: uma análise sobre os riscos e benefícios dessa tecnologia em um contexto atual**. Biofar, Rev. Biol. Farm. Campina Grande/PB, v. 9, n. 1, p. 18-26, março/maio, 2013

FERNANDES, Maria Fernanda Marques.; FIGUEIRAS, Carlos A. L. Um panorama da nanotecnologia no Brasil e seus macro - desafios. **Química Nova**. Vol 31, No 8, p. 2205-2213, dez . 2008.

FILHO, Antônio Gomes de Souza; FAGAN, Solange Binotto. Funcionalização de nanotubos de carbono. **Química Nova**. Vol 30. No. 7, p. 1695-1703, 2007.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia** – Saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2001.

FOLADORI, Guillerno, FIGUERDA, Santiago; EDGARD, Záyago-Lau; INVERNIZZI, Noela. **Características distintivas Del desarrollo de las nanotecnologias em América Latina**. Sociologias. Porto Alegre. Ano 14. n 30, mai/ago, p. 330-363. 2012.

GARCÍA, Marta Isabel González; CEREZO, José AntonioLópez; LÓPEZ, José Luis Luján. **Ciencia, Tecnologia Y Sociedad: : una introducción al estudio social de la Ciência y la tecnología**. Madrid: Tecnos, 1996.

GOODRUM, D.; HACKLING, M.; RENNIE, L. **The Status and Quality of Teaching and Learning of Science in Australian Schools: A research report**. Department of Education, Training and Youth Affairs. August, 2000.

GUAZZELLI; Maria José; PEREZ, Julian. (Org). **A manipulação do invisível**. 2009.

HURD, P. D. **Scientific Literacy: New Minds for a Changing Word**. Issues and Trends. Stephen Norris, Section Editor. August, 1997

KRASILCHIK, Myrian. Reformas e Realidade: o caso do ensino de Ciências. **São Paulo em Perspectiva**, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/spp/v14n1/9805.pdf Acesso em 20/05/2014

KUHN, Thomas. **A Estrutura das revoluções científicas**. Editora Perspectiva. 5 ed. São Paulo. 1998

KUHN, Thomas. Lógica da descoberta ou psicologia da pesquisa. In: LAKATOS, I; MUSGRAVE, (Org.) **A crítica e o desenvolvimento do conhecimento**. A. São Paulo. Ed. Cultrix e Ed. USP. 1979a.

KUHN, Thomas. Reflexões sobre meus críticos. In: LAKATOS, I; MUSGRAVE, (Org.) **A crítica e o desenvolvimento do conhecimento**. A. São Paulo. Ed. Cultrix e Ed. USP. 1979b.

KUHN, Thomas. A Função do dogma na investigação científica. In: **História das ciências**. Lisboa: Biblioteca de Filosofia, 1979.

KUHN, Thomas. Objetividade, juízo de valor e escolha teórica. In: KUHN, T. **A tensão essencial**. Biblioteca de filosofia contemporânea. Edições 70, 1977.

LACEY, Hugh. **Is Science value free? Values and scientific understanding**. Routledge. London and New York. 2005

LACEY, Hugh. O princípio da precaução e a autonomia da ciência. **Scientiae Studia**. São Paulo. V.4, n.3 pp. 373-92, 2006.

LACEY, Hugh. **Valores e atividade Científica 1**. Associação Filosófica Scientiae Studia. São Paulo. 2008a

LACEY, Hugh . Ciência, respeito à natureza e bem-estar humano. **Scientiae Studia**. São Paulo. V.6, n.3 pp. 297-327, 2008b

LACEY, Hugh. **Valores e atividade científica 2**. Editora 34. São Paulo. 2010

LACEY, Hugh. Pluralismo metodológico, incomensurabilidade e o status científico do conhecimento tradicional. **Scientiæ Studia**, São Paulo, v. 10, n. 3, p. 425-53, 2012.

LACEY, Hugh; MARICONDA, Pablo Rubén. O modelo das interações entre as atividades científicas e os valores**. Scientiæ Studia**, São Paulo, v. 12, n. 4, p. 643-68. 2014.

LATOUR, Bruno. Laboratórios. In: LATOUR, Bruno. **Ciência em Ação**. Editora Unesp, São Paulo, 2000.

LISBOA-FILHO, Paulo Noronha; MONTEIRO, Maria A. Análises da nanociência e nanotecnologia na perspectiva de ciência, tecnologia e sociedade-CTS. Momento. **Revista de Física**. N.46E, p. 79-91, nov.2013a

LISBOA-FILHO, Paulo Noronha; MONTEIRO, Maria A. Nanotecnologia e nanociência em livros didáticos de Física do nível médio: Discursos sobre a tecnologia e a educação científica e tecnológica. Momento. **Revista de Física**. N.46E, p. 126- 142, nov.2013b

LEONEL, André Ary. **Nanociência e Nanotecnologia: uma proposta de ilha interdisciplinar de racionalidade para o ensino de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio**. Dissertação de mestrado. 215 páginas. Florianópolis, SC, 2010.

LIMA, Maria Consuelo.; ALMEIDA, Maria José. P. M. Articulação dos textos sobre nanociência e nanotecnologia para a formação inicial dos professores de física. **Revista brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 4, 4401. 2012.

MAMEDE, Maíra; ZIMMERMANN, Erika. Letramento científico e cts na formação de professores para o ensino de ciências. **Enseñanza de las Ciencias.** Número Extra. VII Congreso. 2005

MARTINS, P. R. **Nanotecnologia**. Trabalho apresentado no fórum Social brasileiro, realizado em Recife de 20 a 23 de abril de 2006, no seminário “Engajamento público em ciência e tecnologia: o caso da nanotecnologia”.

MASTERMANN, Margaret. A natureza de um paradigma. In: LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A. **A crítica e o desenvolvimento do conhecimento**. São Paulo, Cultrix, 1979.

MENDONÇA, André Luis de Oliveira. O Legado de Thomas Kuhn após 50 anos. **Sientiae Studia**. São Paulo. Vol 10, n 3, p 535 – 560. 2012

MORAIS, José Uibson Pereira; ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de. **O Ensino de Física e o Enfoque CTSA: Caminhos para uma educação cidadã**. Editora Livraria da Física. São Paulo. 2012

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação**, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. **Análise textual discursiva**. Ed. Unijuí, 2007.

MORAES, Roque. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003

OLIVEIRA, Sara M.M. Nanobioética. **Jornal de Ciências Cognitivas** – fev. 2011

OLIVEIRA, Marcos Barbosa. A epistemologia engajada de Hugh Lacey. In: **Da ciência cognitiva à dialética**. Discurso Editorial. São Paulo, pp. 209-222. 1999

OLIVEIRA, Marcos Barbosa. **Inovação e neoliberalismo: a experiência brasileira.** Texto publicado em Roseli Salete Caldart & Paulo Alentejano (orgs.) MST, Universidade e Pesquisa. São Paulo: Expressão Popular, p. 39-59, 2014. Disponível em http://paje.fe.usp.br/~mbarbosa/textomst.pdf . Data de acesso 15/04/2017

OSTERMANN, Fernanda. A Epistemologia de Kuhn. **Cad. Cat. Ens. Fis.**, v.13, n3: p.184-196, dez.1996.

PALÀCIOS, Eduardo Marino García; GALBARTE, Juan Carlos González; CEREZO, Antônio Lopes; LUJÁN, José Luiz, Gordillo Mariano Martín; OSÓRIO, Carlos; VALDÉS, Célida. **Ciência, Tecnología y Sociedad: una aproximación conceptual**. Cuadernos de Iberoamérica. Organización de Estados Iberoamericanos para lá Educación, la Ciencia e la Cultura (OEI). Madrid. 2001.

PEREIRA, Carmem Regina da Silva; BASSO, Nara Regina. S.; BORGES, Regnina Maria. R. Unidade de aprendizagem sobre citologia e nanotecnologia: um novo olhar ao século XXI. **Experiências em Ensino de Ciências** – V3(3), pp. 7-17, 2008

PEREIRA, Elenita Malta. Rachel Carson, Ciência e Coragem. Programa de pós-graduação em história da Universidade Federal do Rio Grande do Sul Ciência. **Ciência Hoje**. 2012 .

Disponível em http://cienciahoje.uol.com.br/revista-ch/2012/296/rachel-carson-ciencia-e-coragem data acesso 25/04/2015.

PINHEIRO, N. **Educação Crítico-Reflexiva para um Ensino Médio Científico e Tecnológico: A contribuição do enfoque CTS para o Ensino-Aprendizagem do conhecimento matemático**. 2005. 306 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Cento de Ciências Físicas e Matemáticas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

POPPER, Karl. **The myth of the framework: in defense of science and rationality**. Abingdon,Oxon (UK): Routledge, 1994.

POPPER, Karl. A ciência normal e seus perigos. In: LAKATOS, I; MUSGRAVE, (Org.) **A crítica e o desenvolvimento do conhecimento**. A. São Paulo. Ed. Cultrix e Ed. USP. 1979.

POSTMAN, Neil. "Five things we need to know about technological change", in **Symposium The new technologies and the human person: communicating the faith in the new millennium**, Denver, Colorado. 1998

PRAIA, João; CACHAPUZ, Antônio. Ciência-Tecnologia-Sociedade: um compromisso ético. **Revista CTS**, nº 6, vol. 2, pág. 173-194. 2005

PRAIA, João; GIL-PEREZ, Daniel; VILCHES, Amparo. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. **Ciência & Educação**. v. 13, n. 2, p. 141- 156, 2007.

RAMSDEN, J. J. What is nanotechnology?. Nanotecnology Perceptions 1. **Collegium Basilea**. march, 2005, p.3-17

RATCLIFFE, Mary. Science, Technology and Society in school science education. **Scholl Science Review**, 82 (300). march 2001.

RATCLIFFE, Mary.; GRACE, Marcus. **Science education for citizenship: teaching socioscientific issues**. Maidenhead: Open University Press, 2003.

RIBEIRO, Thiago Vasconcelos. **O subcampo brasileiro de pesquisa em Ensino de Ciências CTS (Ciência-Tecnologia- Sociedade): um espaço em construção**. 2015. 291 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) Universidade Federal de Goiás – UFG, Goiânia, 2015.

ROSA, Suiane Ewerling. **Não neutralidade da Ciência-Tecnologia: problematizando silenciamentos em práticas educativas relacionadas a CTS**. 2014. 123p. Dissertação (Mestrado em Educação), Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

ROSA, Suiane Ewerling, AULER, Décio. Não Neutralidade da Ciência-Tecnologia: Problematizando Silenciamentos em Práticas Educativas CTS. **ALEXANDRIA**, v.9, n.2, p.203-231, novembro 2016

ROSO, Caetano Castro; AULER, Décio. **A participação na construção do currículo: práticas educativas vinculadas ao movimento campo CTS. Ciência & Educação, Bauru, v. 22, n. 2, p. 371-389, 2016.**

ROTHBERG, Danilo; RESENDE, L. Saúde, Comunicação e Nanotecnologia: o papel do debate público para a expansão da cidadania. **Alceu-** v. 11 – n21 p. 202 a 214. Jul/dez 2010.

RUFATTO, Carlos Alberto. **A crítica do conceito de verdade na filosofia da ciência de Karl Popper e o ensino de ciências**. (TESE). 154p. São Paulo. 2012

SANTOS, Wildson Luiz Pereira; Auler, Décio (Org). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas.** Editora UnB. Brasília. 2011

SANTOS, Andiara Pereira. **Os três momentos pedagógicos no ensino de Computação Quântica: discutindo Ciência, Tecnologia e Sociedade.** (dissertação). 79p. 2010. Universidade Federal de Goiás. Goiânia. 2010

SANTOS, Rosemar Ayres. **Busca de uma participação social para além da avaliação de impactos da Ciência-Tecnologia na sociedade: Sinalizações de práticas educativas CTS**. 2016. 203p. TESE (Doutorado em Educação), Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2016.

SADLER, Troy; ZEIDLER, Dana. The morality of socioscientific issues: Construal and resolution of genetic engineering dilemmas. **Science Education**, 88 (1), pp. 4 - 27 2004

SOLOMON, J. The dilemma of Science, Technology and Society Education. In: FENSHAN, P. (Editor). **Development and dilemmas in Science Education.** The Falmer Press. (Contemporary Analysis in Education Series). London; New York; Philadelphia. 1995. pp.266-281.

SPIER, L. As invenções e a sociedade humana. In: SHAPIRO, H. L. **Homem, Cultura e Sociedade**. Rio de Janeiro. Editora Fundo de Cultura, 1972, pp 267-291.

STRIEDER, Roseline. **Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas.** (TESE). 283p. São Paulo. 2012

TEIXEIRA, Paulo Marcelo. A Educação Científica sob a perspectiva da Pedagogia Histórico-Crítica e do movimento C.T.S. no Ensino de Ciências. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 177-190, 2003.

TOZZINI, D. **Objetividade e racionalidade na filosofia da ciência**. Paraná, 2011. 111p. Dissertação (Mestrado em Filosofia). Universidade Federal do Paraná, 2011.

VACCAREZZA, Leonardo Silva. Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en América Latina. **Ciência & Tecnologia Social: A construção crítica da tecnologia pelos atores sociais.** Vol. 1, n.1, 2011.

VALADARES, Eduardo de Campos.; CHAVES, Alaor.; ALVES, Esdras Garcia. **Aplicações da Física Quântica: do transistor à nanotecnologia.** 1 ed. São Paulo. Editora Livraria da Física.

VASCONCELOS, Laécia Abreu. Algumas características da readaptação de sobreviventes da bomba atômica em Hiroshima. **Psicologia: Teorias e Pesquisa.** Brasília. n. 1; vol.8; pp. 113-122. 1992.

VIEIRA, Rui Marques; MARTINS, Isabel P. Formação de professores principiantes do ensino básico: suas concepções sobre ciência-tecnologia-sociedade. **Revista CTS**, nº 6, vol. 2, pág. 101-121. 2005

VOLPATO, Gilson Luiz. **Bases teóricas para a redação científica**. Cultura Acadêmica. Vinhedo: Scripta. 2011

VOLPATO, Gilson¨Luiz. Ciência: da filosofia à publicação. Cultura Acadêmica. 6ª ed (Edição totalmente revisada e apliada). São Paulo. 2013

ZEIDLER, D. L.; SHAFER, L. E. Identifying meditation factors of moral reasoning in science education. **Journal of Research in Science Teaching**, 21 (1), pp. 1 – 15, 1984