

## **A CONTRIBUIÇÃO DA CONSTRUÇÃO SOCIAL DA TECNOLOGIA PARA A ABORDAGEM CTS: DESAFIOS A PARTIR DOS RESULTADOS PIEARCTS**

### **Marco Aurelio Ferreira Brasil da Silva**

Doutorando do Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação do CEFET/RJ, professor do SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial e da FDC – Faculdade de Duque de Caxias  
marcobrasil2508@gmail.com

### **Thiago Brañas de Melo**

Doutorando do Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação do CEFET/RJ, professor do IFRJ – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
thiago.branas@ifrj.edu.br

### **Bruno Stefoni Bock**

mestrando do Programa de Mestrado em Tecnologia do CEFET/RJ,  
Administrador da UFF – Universidade Federal Fluminense  
brunostefoni@gmail.com

### **Alvaro Chrispino**

Doutor em Educação pela UFRJ, Professor dos Programas de Pós-graduação do CEFET/RJ  
alvaro.chrispino@gmail.com

### **Resumo**

Este artigo pretende oferecer subsídios para futuras intervenções na educação e no ensino, a partir dos resultados do projeto da investigação PIEARCTS de alunos e professores da educação tecnológica do Rio de Janeiro, prosseguindo com um mapeamento de rede onde apresenta as referências mais citadas na produção CTS no Brasil, identificando os autores representantes da Construção Social da Tecnologia e indicando seu grau de participação nesta rede. Ao final, percebe-se a pequena participação de autores e temas de Tecnologia na área de Ensino do Brasil, o que pode justificar os resultados obtidos nas questões PIEARCTS em torno deste tema.

**Palavras-chave:** PIEARCTS; CTS; Rede CTS; Redes Sociais; Educação Tecnológica.



## Abstract

This article aims to provide a basis for future interventions in education and teaching from the results of research project PIERCTS's students and teacher of technical education of Rio de Janeiro. The research continues with a network map, which shows the most cited sources in the production of STS in Brazil and provides a list of representative's authors of Social Construction of Technology, indicating their degree of participation in this network. In the end, the article shows the small participation of authors and themes on Technology in the area of Teaching in Brazil, which may explain the results obtained in PIERCTS issues about these topics.

**Keywords:** PIERCTS; STS; STS network; Social networks; Technological Education.

## Introdução

É inegável que vivemos numa sociedade de base tecnológica, que traz consigo uma visão de mundo e uma concepção filosófica, que em muitos momentos usa os produtos da Tecnologia como marcadores sociais. Mas são os produtores, e não os produtos, que podem explicar o arranjo social, constituído a partir de decisões baseadas em critérios econômicos, políticos e sociais. Para compreender sociedades cada vez mais complexas, abertas, e com fronteiras não definidas, torna-se necessário abordar as dimensões sociais da Ciência e Tecnologia, principalmente porque, tanto no mercado produtivo, quanto no meio acadêmico, ainda se percebe uma visão tradicional desta relação, marcada principalmente pela ideia de que ambas são autônomas e neutras, além de uma concepção de desenvolvimento linear, essencialista e triunfalista.

Desde já vamos definir a educação tecnológica no Brasil como foco de nosso trabalho. Com o desafio de formar profissionais para atuarem neste ambiente complexo, ela deve se questionar sobre sua capacidade de ir além dos padrões "canônicos" de Ciência e Tecnologia, vencendo as visões óbvias, simplistas e reducionistas. Este trabalho pretende estabelecer uma base para ancorar futuras intervenções na educação e no ensino baseadas nos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), que, conforme defende López Cerezo (1998), se constituem de uma diversidade de programas de colaboração multidisciplinar, que enfatizam a



dimensão social da ciência e da tecnologia, e têm visão compartilhada acerca da rejeição da imagem da ciência como atividade pura, da crítica da concepção de tecnologia como ciência aplicada e neutra, e posição contrária à tecnocracia. Dentro deste campo, o enfoque será na construção social da tecnologia, que conforme afirmam Pinch e Bijker (2008), faz mais do que descrever o desenvolvimento tecnológico, ele ilumina seu caráter multidirecional. Isso exige uma flexibilidade interpretativa no modo como se pensa e interpreta os artefatos, e também no modo como são desenhados. O questionamento do modelo de desenvolvimento linear, e a adoção da construção social dos artefatos, considerando-se a inter-relação entre diversos grupos relevantes, quebra a lógica de poder dominante tecnocrático, e será o ponto de partida das reflexões sobre as relações CTS.

O trabalho possui três etapas bem definidas. A primeira visa compreender o cenário e apresentar o problema. Faz isso buscando entender o que pensam, alunos e professores, sobre temas da Natureza da Ciência e Tecnologia. Para tanto, nos apoiamos na pesquisa do PIEARCTS - Projeto Ibero-americano de Avaliação de Atitudes Relacionadas com a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade – uma ampla amostra internacional que identifica as crenças, valores e atitudes de professores e alunos de sete países (Brasil, Espanha, Portugal, México, Colômbia, Argentina e Panamá) em torno do tema Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Na segunda etapa vamos buscar referências que sirvam de base para o debate sobre esse tema. Utilizaremos a Análise de Redes Sociais sobre uma rede de citações formada por artigos da área CTS no Brasil, para descobrir quais as principais fontes para os que produzem na área.

Na terceira etapa, nossa pesquisa procura estabelecer uma lista preliminar com os autores fundantes e contemporâneos da Tecnologia, para depois submetê-la a rede desenvolvida na segunda etapa. Com isso, esperamos entender qual a participação destes autores na produção CTS nacional, além de ampliar os espaços de discussão dos grupos que se utilizam do enfoque CTS em pesquisas e atividades de ensino.

### **A Pesquisa do PIEARCTS – Definindo o Problema**

O PIEARCTS-Projeto Ibero-americano de Avaliação de Atitudes Relacionadas com a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade, é um projeto de avaliação cooperativa internacional em torno de temas de Natureza da Ciência e da Tecnologia (NCeT) ou Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) que envolve pesquisadores de diferentes

países ibero-americanos (Espanha, Portugal, Brasil, Argentina, México, Colômbia além dos pesquisadores associados). Sua base remonta aos questionários *Views on Science, Technology and Society*–VOSTS (Aikenhead e Ryan, 1992; Aikenhead, Ryan e Fleming, 1989) e *Teacher's Belief about Science-Technology-Society*/TBA-STs (Rubba e Harkness, 1993; Rubba, Schoneweg e Harkness, 1996), que foram desenvolvidos empiricamente, a partir de entrevistas, pesquisas e respostas abertas dadas por alunos e professores, que resultaram nas frases que formam as questões de pesquisa. Com esta base foi possível avançar até o *Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad* – COCTS, que é um banco de 100 questões CTS que foi construído, e tem sido melhorado, sucessivamente em várias etapas (Manassero e Vázquez, 1998; Vázquez e Manassero, 1999; Manassero, Vázquez e Acevedo, 2001, 2003). Das 100 questões do COCTS, o PIEARCTS utiliza 30, divididas em dois formulários de 15. Seus resultados gerais foram apresentados à comunidade científica internacional por meio do livro coordenado por Bennassar *et al* (2011), patrocinado pelo *Centro de Altos Estudios Universitarios* da Organização dos Estados Iberoamericanos-OEI.

### *Metodologia*

A pesquisa é composta de 30 perguntas – divididas em dois instrumentos de 15 (F1 e F2) – que compõem o questionário base. Todas as questões possuem um formato semelhante, que se inicia com a apresentação de um problema baseado na relação CTS, sobre o qual se deseja conhecer a atitude ou a opinião do respondente, seguida de algumas frases onde o respondente deve indicar um valor numérico de 1 a 9, sendo que 1 corresponde à total discordância, e 9 total concordância com a frase. Estas frases-respostas são escalonadas em três categorias (adequadas, plausíveis e ingênuas) por um grupo de 16 juízes-peritos que:

*“cumprem a condição de compartilhar, em maior ou menor grau, certa especialidade na natureza da Ciência, além de terem outras ocupações principais como assessores ou formadores de professores de ciências (5), filósofos (4), pesquisadores em didática das ciências (4) e professores de ciências (3). A amostragem é composta por 5 mulheres e 11 homens. Quatro juízes são formados em filosofia, sendo que um deles também é formado em ciências, enquanto que os outros 12 são formados em ciências (física, química, biologia e geologia). Os juízes trabalham como professores de Ensino Médio (5), assessores em ciências em centros de formação de professores (4) e professores universitários e pesquisadores (7). A maioria (12) tem uma atividade de pesquisa*



*reconhecida no âmbito da didática das ciências ou na educação em Ciência-Tecnologia-Sociedade". (Vázquez et al., 2008).*

Ao final, considerando-se a classificação de cada resposta, são atribuídos valores de forma a expressar o resultado no índice atitudinal, que está em um intervalo entre -1 e +1, sendo que o esperado a partir da métrica dos juízes-peritos é que a média da questão se aproxime o mais possível de +1.

#### *Público Alvo*

Nosso ambiente empírico é o CEFET/RJ, que é um centro de referencia em Educação Tecnológica. A aplicação da pesquisa, realizada em 2008 e 2009, alcançou uma amostra de 915 respondentes, composta de alunos do último ano dos diversos cursos do ensino médio e alunos e professores do ensino superior dos seguintes cursos: Administração Industrial, Engenharia Civil, Engenharia de Controle de Automação Industrial, Engenharia Elétrica – Eletrônica, Engenharia Elétrica – Eletrotécnica, Engenharia Elétrica – Telecomunicações, Engenharia de Produção, Engenharia Mecânica, Tecnólogo em Controle Ambiental e Tecnólogo em Sistemas para Internet.

#### *Recorte da pesquisa*

Nossa abordagem expande os resultados apresentados e discutidos por Silva e Chrispino (2014) e também por Bock e Chrispino (2014). Das 30 questões da pesquisa, selecionamos 19 que estão mais diretamente ligadas a Sociologia Interna e Externa da Ciência e da Tecnologia.

Considerando a escala de -1 a +1, o resultado do conjunto das questões nos apresenta um Índice Atitudinal médio de 0,103, com desvio padrão de 0,299, o que indica uma atitude global apenas moderadamente informada por parte dos respondentes. Muito pouco, em se tratando de alunos e professores de um Centro de Educação Tecnológica.

Tabela I – As 19 questões selecionadas

| TEMAS                                                  | SUBTEMAS                             | QUESTÕES                                      |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------|
| DEFINIÇÕES                                             |                                      |                                               |
| SOCIOLOGIA EXTERNA DA CIENCIA                          |                                      |                                               |
| 2. Influência da Sociedade sobre a Ciência/ Tecnologia | 01. Governo                          | <a href="#">20141</a>                         |
|                                                        | 02. Indústria                        | <a href="#">20211</a>                         |
|                                                        | 04. Ética                            | <a href="#">20411</a>                         |
|                                                        | 05. Instituições educativas          | <a href="#">20511</a>                         |
| 3. Influência triádica                                 | 01. Interações CTS                   | <a href="#">30111</a>                         |
| 4. Influência da Ciência/ Tecnologia sobre a Sociedade | 01. Responsabilidade social          | <a href="#">40131</a> , <a href="#">40161</a> |
|                                                        | 02. Decisões sociais                 | <a href="#">40211</a> , <a href="#">40221</a> |
|                                                        | 04. Resolução de problemas           | <a href="#">40421</a>                         |
|                                                        | 05. Bem estar económico              | <a href="#">40531</a>                         |
| 5. Influência da ciência escolar sobre a Sociedade     | 01. União das culturas               | <a href="#">50111</a>                         |
| SOCIOLOGIA INTERNA DA CIENCIA                          |                                      |                                               |
| 6. Características dos cientistas                      | 01. Motivações                       | <a href="#">60111</a>                         |
|                                                        | 05. Efeitos de género                | <a href="#">60521</a>                         |
|                                                        | 06. Infrarrepresentação das mulheres | <a href="#">60611</a>                         |
|                                                        | 02. Decisões científicas             | <a href="#">70211</a> , <a href="#">70231</a> |
|                                                        | 07. Influência nacional              | <a href="#">70711</a>                         |
| 8. Construção social da Tecnologia                     | 01. Decisões tecnológicas            | <a href="#">80131</a>                         |

Não caberia aqui detalhar cada uma das frases-respostas (adequadas, plausíveis e ingênuas), onde, conforme colocado na metodologia, se pretende verificar o nível de adesão dos respondentes. Contudo, a título de exposição de possibilidades do material de pesquisa, apresentaremos a análise detalhada da frase-resposta “A” da questão 80131 (o décimo pior índice de nossa pesquisa), que explora a decisão de se usar uma nova tecnologia por parte da sociedade. Embora a questão como um todo tenha obtido um índice considerado neutro: 0,0109, a frase-resposta “A”, considerada ingênua pelos juízes, possui Índice Atitudinal dos respondentes de - 0,3541. Segue a questão:

**80131-** *Quando se desenvolve uma nova tecnologia (por exemplo, um computador novo, um reator nuclear, um míssil ou um medicamento novo para curar o câncer), esta pode ser posta em prática ou não. A decisão de usar a nova tecnologia depende das vantagens para a sociedade compensarem a desvantagens.*

**Resposta A:** *A decisão de usar uma nova tecnologia depende principalmente dos benefícios para a sociedade, porque se há demasiadas desvantagens, a sociedade não*



*a aceitará e esta pode travar o seu desenvolvimento posterior.*

Tabela II – Índices atitudinais divididos entre grupos de ciências e humanas

| Ciências           |              |                | Humanas            |              |                |
|--------------------|--------------|----------------|--------------------|--------------|----------------|
| nível              | quantitativo | Índice atitud. | nível              | quantitativo | Índice atitud. |
| Pré-universitário  | 151          | -0,3493        | Pré-universitário  | 21           | -0,0714        |
| Inic. Universidade | 101          | -0,3193        | Inic. Universidade | 18           | -0,2639        |
| Term. Universidade | 49           | -0,3776        | Term.Universidade  | 8            | -0,5938        |
| Professor          | 38           | -0,4211        | Professor          | 68           | -0,4449        |
| Total              | 339          | -0,3525        | Total              | 115          | -0,3587        |

Embora de forma global, nenhum nível percebeu a ingenuidade da frase, professores obtiveram índices inferiores aos dos alunos (Salvo alunos que estão terminando a universidade na área de humanas). Por que o formador de opinião, responsável pela transmissão do saber, não consegue alcançar camadas mais críticas? Alunos que estão terminando a graduação não obtiveram melhores índices do que os pré-universitários e do que aqueles que estão iniciando a graduação. Por que as crenças, atitudes e valores sobre a NCeT não foram fortalecidas e enriquecidas durante o período da graduação, possibilitando o progressivo abandono das concepções ingênuas?

A análise desta frase-resposta reflete algo também percebido em muitas das outras frases, conforme podemos perceber na tabela abaixo:

Tabela III – 15 frases com Índices Atitudinais mais baixos (negativos)

| Frases                                             | Média  | Desvio padrão |
|----------------------------------------------------|--------|---------------|
| F2_20211F_P_Indústria                              | -0,306 | ,722          |
| F1_60611H_P_Representação das mulheres             | -0,318 | ,674          |
| F2_40421F_P_Resolução em sua vida diária           | -0,327 | ,667          |
| F2_60521I_P_Igualdade entre mulheres e homens      | -0,331 | ,702          |
| F2_60521E_P_Igualdade entre mulheres e homens      | -0,345 | ,674          |
| F1_80131A_I_Vantagens para sociedade               | -0,354 | ,536          |
| F2_C_70211A_I_Decisões científicas                 | -0,368 | ,547          |
| F1_40161B_P_Responsabilidade social e Contaminação | -0,376 | ,651          |
| F2_40421G_A_Resolução em sua vida diária           | -0,390 | ,583          |
| F2_40421A_I_Resolução em sua vida diária           | -0,399 | ,519          |
| F2_60521C_P_Igualdade entre mulheres e homens      | -0,419 | ,683          |
| F2_60521B_P_Igualdade entre mulheres e homens      | -0,424 | ,655          |
| F2_60521A_P_Igualdade entre mulheres e homens      | -0,493 | ,635          |
| F1_60111G_I_Motivações                             | -0,501 | ,431          |
| F1_70231A_I_Decisões por consenso                  | -0,556 | ,530          |



Das 15 frases com menor índice atitudinal, 7 delas pertencem ao grupo que se refere ao tema “Características dos Cientistas” (60111, 60521 e 60611). Demonstrando claramente que Alunos, e também os Professores, têm dificuldades em definir, entender e posicionar a atividade do Cientista.

Algumas frases com índices muito negativos pertencem às mesmas questões:

60521: Igualdade entre mulheres e homens (5 vezes) – evidencia problemas de gênero, reforçando um conceito arcaico, mas infelizmente muito disseminado, inclusive entre as respondentes do sexo feminino, de uma Ciência fortemente masculina.

40421: Resolução em sua vida diária (3 vezes) – fortalece a ideia de evolução linear e a neutra, além de evidenciar a distância da ciência do “mundo real”, reforçando a dificuldade da comunidade científica de vencer suas próprias barreiras, para difundir a ciência de forma eficaz, com estratégias de comunicação para o público em geral.

Percebe-se que professores e alunos partilham crenças, atitudes e valores muitas vezes ingênuos, sobre o conceito de Tecnologia e a Natureza da Ciência e Tecnologia. A pesquisa permite identificar um posicionamento distante de uma abordagem crítica e contemporânea, culminando com respostas contraditórias e ambivalentes, que demonstram certa desorientação sobre o tema.

### **Rede CTS no Brasil – Fontes e Fundamentos**

Esta constatação acerca de professores e alunos de um Centro de referência em Educação Tecnológica, nos leva a mergulhar na produção acadêmica da área, a fim de entender quais são as fontes que têm orientado àqueles que pretendem, com seus trabalhos, modificar a realidade deste cenário apresentado. Com isso, nesta segunda etapa, temos o objetivo de investigar se as pesquisas da área CTS, que trazem a discussão sobre o conceito de tecnologia em seu cerne, se utilizam frequentemente da construção social da tecnologia como fonte teórica, já que este conhecimento específico é tido como integrante da interdisciplinaridade que forma o enfoque CTS (Cutcliffe, 2004). Para tanto, utilizaremos a Análise de Redes Sociais sobre a rede de citações formada por artigos da área CTS, publicados no campo educacional brasileiro, mais, especificamente, na área denominada de Ensino, pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) do Governo Federal do



Brasil.

Atualizando a listagem de Chrispino, Lima, Albuquerque, Freitas e Silva (2013), encontramos 141 artigos, publicados entre os anos de 1996 e 2013, resultantes da busca pelas palavras 'ciência', 'tecnologia' e 'sociedade', juntas ou separadas, no acervo digital de 26 revistas indexadas na área. As revistas foram as seguintes: Alexandria - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia; Avaliação - Revista da Avaliação da Educação Superior; Biodiversidade; BOLEMA; Caderno Brasileiro de Ensino de Física; Ciência & Cognição; Ciência & Educação; Ciência e Ensino; Ciência em Tela; Educação & Realidade; Educação Matemática Pesquisa; Educar em Revista; Ensaio - Pesquisa em educação em ciências; Experiências em Ensino de Ciências; Investigações em Ensino de Ciências; Pesquisa em Educação Ambiental; Química Nova; Química Nova na Escola; Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia e Sociedade; Revista Brasileira de Ensino de Física; Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciência; Revista de Ensino de Ciências e Engenharia; Revista de Ensino de Ciências e Matemática – RENCIMA; Revista de Ensino de Engenharia; Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad; e Tecnologia e Sociedade.

Para Streeeter e Gillespie (1993), uma rede social pode ser definida como um conjunto finito de unidades sociais interligadas. Segundo os autores, esta definição proporciona três desafios imediatos para quem vai trabalhar com redes sociais:

- O estabelecimento dos limites da rede é o primeiro passo crítico na modelagem de uma rede social. Alguns casos, como um sistema familiar ou um grupo de amigos, não causam tanta dificuldade na delimitação das fronteiras. Mas, sistemas maiores podem apresentar problemas na distinção entre a rede e seu contexto social mais amplo.
- Para um membro ser, de fato, parte de uma rede, ele deve de alguma forma estar ligado a outro membro ou, pelo menos, ter um potencial para isso. Essas ligações podem até ser indiretas e os membros podem até aparecer como periféricos ou quase isolados, mas ter conexões é elemento chave para a existência na rede social.
- A caracterização das unidades sociais é outro ponto importante na formação da rede. Em uma mesma rede, podem-se ter unidades que são pessoas, unidades que são instituições ou unidades que são nações inteiras. A

definição das unidades sociais varia de acordo com o estudo a se quer fazer.

Com o auxílio de uma planilha eletrônica, catalogamos todas as citações dos 141 artigos, totalizando 2330 obras e 3465 citações. Uma rede pode ser entendida, matematicamente e geometricamente, como um grafo. Neste caso, o grafo que representa a rede de citações é composto por obras (artigos, livros, etc.) como vértices e por citações como arcos. Este tipo de grafo é direcionado, pois a citação de uma obra O1 por uma obra O2 ( $O2 \rightarrow O1$ ) é diferente de uma citação de uma obra O2 por uma obra O1 ( $O1 \rightarrow O2$ ).

Optamos pelo software Pajek, versão 3.14, para realizarmos as análises sobre nossa rede, pois ele contém sofisticados métodos de análise e variados algoritmos de visualização (Batagelj, & Mrvar, 2002). Para traduzir nossa planilha em um arquivo específico do Pajek, utilizamos a ferramenta disponibilizada no site dos desenvolvedores (<http://pajek.imfm.si/doku.php?id=download>, acessado em 09/12/2014). Como primeiro passo, após carregar o arquivo da nossa rede, extraímos a maior componente conexa<sup>1</sup>, obtendo uma rede com 2295 obras (vértices) e 3433 citações (arcos).

Entre as leituras possíveis de serem feitas a partir das redes sociais, as medidas de centralidade estão presentes na maioria dos casos em que se pretende identificar o prestígio de uma unidade. Apesar de não haver uma conceitualização consensual, a centralidade está diretamente ligada à importância da unidade social na rede. Quando ela ocupa uma posição central, ela tem uma influência maior sobre o fluxo de informações.

Das medidas de centralidade, uma das mais conhecidas é a centralidade de grau (no caso de um grafo direcionado, há diferença entre grau de entrada e grau de saída). A centralidade de grau mede quantas ligações diretas cada vértice tem na rede.

Dando continuidade à nossa análise da rede de citações da área CTS, executamos, no Pajek, o comando para calcular a medida da centralidade de grau de

---

<sup>1</sup> No Pajek, utiliza-se a sequência de comandos:

- Network → Create Partition → Components → Weak → Minimum Size: 200.  
- Operations → Network + Partition → Extract SubNetwork.



entrada de cada um dos vértices<sup>2</sup>. E, assim, geramos o relatório com os maiores valores dessa medida<sup>3</sup>, como se pode ver na tabela IV.

Tabela IV – Vértices com maiores valores de grau de entrada.

| Rank | Grau | Obra                                                                                                                                                                        |
|------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    | 35   | Santos, W.L.P., & Mortimer, E.F.(2002). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira.            |
| 2    | 24   | Santos, W.L.P., & Schnetzler, R.P. (1997). Educação em química: compromisso com a cidadania.                                                                                |
| 3    | 22   | Brasil (1998). Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio                                                                                                               |
| 4    | 18   | Freire, P. (1974). Pedagogia do Oprimido                                                                                                                                    |
| 5    | 17   | Auler, D., & Delizoicov, D. (2006). Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências.                                                       |
| 6    | 17   | González García, M. I., Luján López, J. L., & López Cerezo, J. A. (1996). Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología. |
| 7    | 16   | Auler, D., & Delizoicov, D. (2001). Alfabetização científico-tecnológica para quê?                                                                                          |
| 8    | 15   | Auler, D., & Bazzo, W. A. (2001). Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro.                                                       |
| 9    | 15   | Bazzo, W. A., Von Linsingen, I., & Pereira, L. T. V. (2003). Introdução aos Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade).                                                  |
| 10   | 15   | Bazzo, W. A. (1998). Ciência, tecnologia e sociedade e o contexto da educação tecnológica.                                                                                  |

Para organizar melhor os dados, dividimos os vértices em uma distribuição de frequência, de acordo com seus valores do grau de entrada<sup>4</sup>, conforme se pode ver na

<sup>2</sup> No Pajek, utiliza-se o comando Network → Create Vector → Centrality → Degree → Input.

<sup>3</sup> Para gerar o relatório, no Pajek, utiliza-se o comando Vector → Info → Info Vector: 10.

<sup>4</sup> No Pajek, utiliza-se a seguinte sequência de comandos:

- (para criar as partições) Vector → Make Partition → By Intervals → First Threshold and Step → First Threshold: 0 → Step: 5.

- (para gerar o relatório com a distribuição de frequência) Partition → Info → Minimum Frequency: 1 → Display: 0.

tabela V. e, na figura 1, temos um possível gráfico da rede de citações em questão<sup>5</sup>.

Tabela V – Distribuição de frequência das partições.

| Partição | Grau de Entrada | Freq. Absoluta | Freq. Relativa | Cor no grafo |
|----------|-----------------|----------------|----------------|--------------|
| 1        | 0 - 5           | 2215           | 96,5142%       | ●            |
| 2        | 5 - 10          | 52             | 2,2658%        | ●            |
| 3        | 10 - 15         | 18             | 0,7843%        | ●            |
| 4        | 15 - 20         | 7              | 0,3050%        | ●            |
| 5        | 20 - 25         | 2              | 0,0871%        | ●            |
| 8        | 35 - 40         | 1              | 0,0436%        | ●            |
| Soma     |                 | 2295           | 100,0000%      |              |

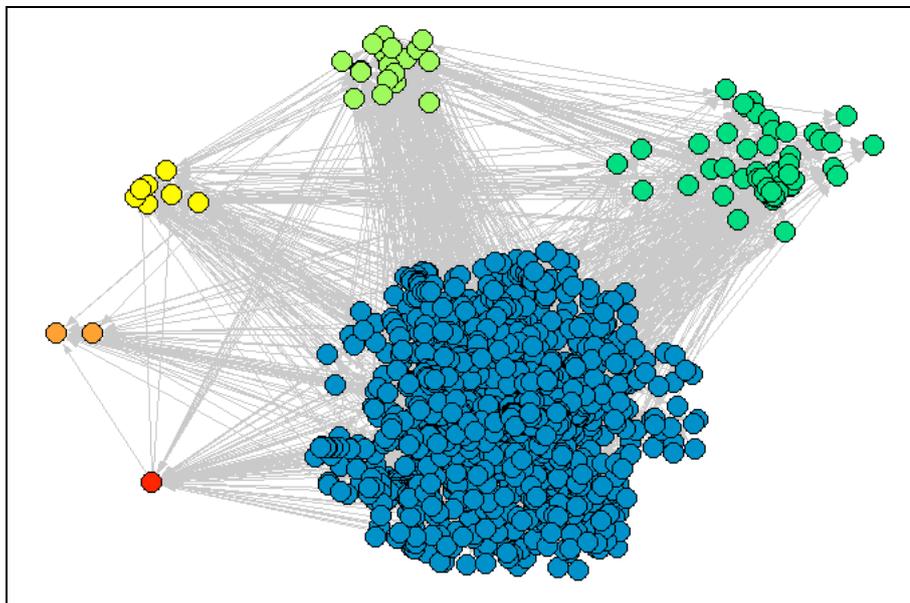


Imagem 1 – Grafo com as partições oriundas da centralidade de grau.

<sup>5</sup> No Pajek, utiliza-se a seguinte sequência de comandos:

- Draw → Network + First Partition.

- (na janela gráfica) Layout → Energy → Kamada-Kawai → Optimize inside Clusters only.



Nossa rede de citações atualizada reforça as conclusões de Chrispino et al. (2013), de que: os ditos fundadores da área CTS e os autores das disciplinas das áreas fundantes de CTS (filosofia, sociologia, história, cultura, economia, política, meio ambiente etc.) não têm destaque nas publicações brasileiras. Motivados por essa afirmação, lançamo-nos, por questão de interesse desta pesquisa, a investigar qual o lugar dos autores da construção social da tecnologia nessa rede.

### **A Construção Social da Tecnologia – Relevância nas Publicações Brasileiras**

Essa etapa possui o objetivo de definir quais autores representarão a área da construção social da tecnologia, para que possa ser verificada a relevância dela para a área CTS em ensino de ciências no Brasil, representada pela rede social confeccionada, e assim entender se tais autores, fontes primárias especializadas nos estudos sociais da tecnologia, são citadas nas publicações, ou se há o predomínio das fontes de pesquisa secundárias, corroborando os resultados obtidos por Chrispino et al. (2013).

Pinch e Bijker, autores representantes da construção social da tecnologia, a conceituam da seguinte maneira:

*“Na construção social da tecnologia o processo de desenvolvimento de um artefato tecnológico é descrito como uma alternância entre variedade e seleção. Isso resulta em um modelo multidirecional (...). A perspectiva multidirecional é essencial para qualquer descrição da tecnologia a partir do construtivismo social” (PINCH & BIJKER, 2008, p. 36).*

Podemos observar que a abordagem de Pinch e Bijker (2008) possui um enfoque artefactual através do qual as diferentes tecnologias para chegar ao atual estágio passaram por um processo não linear de desenvolvimento no qual houve disputas entre diversos grupos sociais que possuíam diferentes interesses e demandas que poderiam ser atendidos por diversos artefatos que eram modificados não por critérios de eficiência, como entendido pelo senso comum, e sim como formas de solucionar os problemas dos grupos sociais dominantes.

Pinch e Bijker (2008) descrevem a construção social da tecnologia e comprovam que sua evolução atendeu as demandas dos grupos sociais dominantes, descrevendo que a bicicleta escolhida para ser produzida no final do Século XIX foi a *Penny-farthing* que possuía rodas altas, em detrimento dos modelos *Macmillan*, *Boneshaker* e

*Guilmet* que possuíam rodas baixas. A bicicleta com rodas altas atendia aos interesses do grupo dos homens jovens já que as rodas altas remetiam a ideia de superioridade e virilidade. Apenas anos mais tarde com a pressão de outros grupos que não eram atendidos pela *Penny-farthing* é que houve a desconinuidade deste modelo e adoção da Bicicleta de *Lawson* que possuía rodas mais baixas, atendendo as mulheres que não poderiam pedalar em rodas altas pela questão moral já que as vestimentas predominantes eram saias e vestidos, aos idosos pela questão da segurança e até pelos homens que verificaram que a bicicleta com rodas baixas era mais adequada a prática desportiva.

Em uma abordagem complementar, Feenberg (2009) em sua Teoria Crítica sustenta que a democracia deve ser estendida à tecnologia com o intuito de resguardar a humanidade dos riscos que a tecnologia pode ocasionar. Os valores da tecnologia são socialmente especificados, e ela emoldura diferentes estilos possíveis de vida. As tecnologias são suportes para estilos de vida.

Crer que a tecnologia é neutra é negligenciar o atual estado miserável da humanidade. Um estado ideal no qual os cidadãos possam alcançar armas eficientes, é diferente de medicamentos eficientes, que são diferentes de educação eficiente. Ética e socialmente não podemos ignorar essas diferenças. As escolhas dos cidadãos deveriam concentrar-se em quais valores necessitariam ser incorporados aos suportes tecnológicos em nossas vidas, submetendo as decisões tecnológicas a um filtro mais democrático (Feenberg, 2010).

A ilusão de transcendência causada pela tecnologia proporciona a autonomia operativa, que é a liberdade total de decisão que os gerenciadores dos sistemas tecnológicos possuem em criar novos códigos técnicos, sem levar em consideração os interesses e pontos de vista dos demais empregados do sistema tecnológico e da comunidade do entorno comunitário. Replicando esse modelo em uma perspectiva ampliada, ocorre a tecnocracia que é a submissão das necessidades da sociedade às tradições técnicas (Feenberg, 2005).

O autor estabelece a noção de código técnico, similar ao modelo de construção social dos artefatos de Pinch e Bijker (2008):

*“Um código técnico é a realização de um interesse sobre a forma de uma solução tecnicamente coerente a um problema. Ali, onde estes códigos estão reforçados pela percepção que os indivíduos têm sobre o seu próprio interesse e da lei. Seu significado político geralmente passa despercebido. Isto significa dizer que um certo modo de vida*



*está culturalmente assegurado e que o poder correspondente é hegemônico. Assim como a filosofia política questiona as formações culturais que criaram raízes nelas mesmas na lei, a filosofia da tecnologia questiona as formações que criaram raízes em si mesmas nos códigos técnicos” (Feenberg, 2005, p.6).*

Entretanto, para representar a área não nos restringiremos aos autores da corrente de Pinch e Bijker (2008), buscando um enfoque ampliado dos estudos sociais da tecnologia. Para a definição da lista de autores que representam a área de Construção Social da Tecnologia foram utilizados os seguintes referenciais: Bazzo et al. (2003), Cutcliffe (2004) e Esquirol (2012).

Em sua obra Bazzo et al. (2003) analisam a tríade ciência, tecnologia e sociedade e dedicam parte do capítulo 2 a Filosofia da Tecnologia, onde citam e analisam os autores que a representam em uma perspectiva temporal. Os estudos sociais em ciência e tecnologia são definidos por Bazzo et al. (2003) como esforços interdisciplinares de trabalho, nos quais áreas do conhecimento como sociologia, filosofia, história, economia e educação analisam de modo crítico a ciência e a tecnologia em sua dimensão social, focando na influência de fatores sociais que são dominantes no estabelecimento de conceitos científicos e aparatos tecnológicos.

Cutcliffe (2004) retrata CTS em seu aspecto histórico, acadêmico, de ensino e como políticas públicas, e no capítulo 2 realiza uma contextualização filosófica, sociológica e histórica da ciência e da tecnologia em que discorre sobre os autores representativos da área. Cutcliffe (2004) aborda a Filosofia, a Sociologia e a História da Ciência e da Tecnologia, relatando que os autores dos seis diferentes campos de conhecimento, de maneira independente passaram a realizar trabalhos contextualizados, se afastando dos estudos internalistas e que o denominador comum entre as diferentes correntes era a percepção de que a evolução científica e tecnológica eram mediadas pela sociedade, rejeitando assim a concepção de objetividade e neutralidade no conhecimento científico e tecnológico.

O trabalho de Esquirol (2012) é dedicado exclusivamente à Filosofia da Técnica em que o autor realiza um mapeamento crítico dos autores representativos dos estudos sociais da tecnologia. Esquirol (2012) destaca que a técnica está se tornando um tema de importância nas reflexões filosóficas, tendo em vista que os grandes temas filosóficos são atuais e a técnica é um tema de estudo clássico que apareceu contemporaneamente, e a tecnologia é o aspecto mais marcante que define o atual momento de nossa civilização, que pode ser entendida como a Era da Técnica.

Para a elaboração da lista foram considerados os autores que são analisados em pelo menos um dos três materiais de referência: Bazzo *et al.* (2003), Cutcliffe (2004) e Esquirol (2012) e que são considerados pelos autores como representantes de alguma área dos estudos sociais da tecnologia, independentemente da área da formação. Foram acrescentados a lista alguns autores que não estão citados nas obras utilizadas como referência, mas que produzem na atualidade relevantes publicações e são reconhecidos pelo meio acadêmico como representantes contemporâneos dos estudos sociais da tecnologia. Os critérios utilizados geraram uma lista de trinta autores que representam a Construção Social da Tecnologia com diferentes visões e em uma perspectiva ampliada. (Tabela VI). Para cada autor foi verificado o número de vezes em que há citações nos 141 artigos que compõem a rede social do presente trabalho, e esse número foi dividido por 3433 (número total de citações), possibilitando encontrar na rede social a relevância de cada autor e do conjunto deles.

Na tabela VI, podemos observar uma diversidade temporal que compreende autores atuantes no século XIX, como Ernst Kapp e Peter Elgelmeier, até autores contemporâneos que produzem publicações voltadas para a tecnologia na atualidade, como Callon e Echeverría. Os autores da lista possuem em comum o fato de serem fontes primárias, mananciais de conhecimento nos estudos sociais da tecnologia e que possuem diferentes visões que confluem na crítica a visão dominante de tecnologia neutra e dependente da ciência, passando a vê-la como ente independente capaz de influenciar e ser influenciada pela sociedade e pela ciência.

A análise da relevância dos trinta autores para a rede social revela que tais fontes primárias tem uma ínfima participação no conjunto total de autores (1,72%), o que indica que tais autores não são conhecidos e/ou consultados pela comunidade acadêmica de ensino de ciências do Brasil. Outro fator de dificuldade é o acesso as publicações e a barreira linguística, considerando-se que a maior parte dos autores produz publicações em inglês e espanhol e nem sempre há a tradução para a Língua Portuguesa. Estudos em andamento analisarão o pequeno universo de 59 citações, indicando os artigos que as citam, os seus autores e instituições a que estão vinculados.

O autor mais citado é o argentino Hernán Thomas que possui laços com o Brasil, tendo feito doutorado e pós-doutorado na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). As 19 citações de Hernán Thomas correspondem a doze publicações do



autor, sendo que destas, seis são em português, o que pode ter facilitado a leitura dos pesquisadores que as citaram, enquanto nove foram elaboradas em parceria com Renato Peixoto Dagnino, professor titular da UNICAMP nas áreas de Estudos Sociais da Ciência e Tecnologia e de Política Científica e Tecnológica.

Tabela VI – Lista de autores representantes da Construção Social da Tecnologia

| Autor de CST               | Fonte (s)                                                                                     | Nº de Citações | Relevância   |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|
| <i>ARENDT, H.</i>          | Esquirol (2012)                                                                               | 0              | 0,00%        |
| <i>BIJKER, W.</i>          | Cutcliffe (2004)                                                                              | 1              | 0,03%        |
| <i>CALLON, M.</i>          | Cutcliffe (2004)                                                                              | 1              | 0,03%        |
| <i>CASTELLS, M.</i>        | Autor contemporâneo                                                                           | 3              | 0,09%        |
| <i>COWAN, R.S.</i>         | Cutcliffe (2004)                                                                              | 0              | 0,00%        |
| <i>DESSAUER, F.</i>        | Bazzo <i>et al.</i> (2003) e Cutcliffe (2004)                                                 | 0              | 0,00%        |
| <i>ECHEVERRÍA, J.</i>      | Autor contemporâneo                                                                           | 2              | 0,06%        |
| <i>ELLUL, J.</i>           | Bazzo <i>et al.</i> (2003), Cutcliffe (2004) e Esquirol (2012)                                | 2              | 0,06%        |
| <i>ENGELMEIER, P.K.</i>    | Bazzo <i>et al.</i> (2003) e Cutcliffe (2004)                                                 | 0              | 0,00%        |
| <i>FEENBERG, A.</i>        | Autor contemporâneo                                                                           | 2              | 0,06%        |
| <i>FRIEDMANN, G.</i>       | Cutcliffe (2004)                                                                              | 0              | 0,00%        |
| <i>GIEDION, S.</i>         | Cutcliffe (2004)                                                                              | 0              | 0,00%        |
| <i>HABERMAS, J.</i>        | Esquirol (2012)                                                                               | 3              | 0,09%        |
| <i>HEIDEGGER, M.</i>       | Bazzo <i>et al.</i> (2003), Cutcliffe (2004) e Esquirol (2012)                                | 1              | 0,03%        |
| <i>HUGHES, T.</i>          | Cutcliffe (2004)                                                                              | 0              | 0,00%        |
| <i>ILLICH, I.</i>          | Cutcliffe (2004)                                                                              | 1              | 0,03%        |
| <i>JONAS, H.</i>           | Esquirol (2012)                                                                               | 1              | 0,03%        |
| <i>KAPP, E.</i>            | Bazzo <i>et al.</i> (2003) e Cutcliffe (2004)                                                 | 0              | 0,00%        |
| <i>LATOUR, B.</i>          | Cutcliffe (2004)                                                                              | 7              | 0,20%        |
| <i>LAW, J.</i>             | Cutcliffe (2004)                                                                              | 1              | 0,03%        |
| <i>MACKENZIE, D.</i>       | Cutcliffe (2004)                                                                              | 0              | 0,00%        |
| <i>MITCHAM, C.</i>         | Bazzo <i>et al.</i> (2003)                                                                    | 5              | 0,15%        |
| <i>MUMFORD, L.</i>         | Bazzo <i>et al.</i> (2003) e Cutcliffe (2004)                                                 | 2              | 0,06%        |
| <i>ORTEGA Y GASSET, J.</i> | Bazzo <i>et al.</i> (2003), Cutcliffe (2004) e Esquirol (2012)                                | 1              | 0,03%        |
| <i>PATOCKA, J.</i>         | Esquirol (2012)                                                                               | 0              | 0,00%        |
| <i>PINCH, T.</i>           | Cutcliffe (2004)                                                                              | 1              | 0,03%        |
| <i>SLOTERDIJK, P.</i>      | Esquirol (2012)                                                                               | 0              | 0,00%        |
| <i>THOMAS, H.</i>          | Autor contemporâneo                                                                           | 19             | 0,55%        |
| <i>WAJCMAN, J.</i>         | Cutcliffe (2004)                                                                              | 0              | 0,00%        |
| <i>WINNER, L.</i>          | Cutcliffe (2004)                                                                              | 6              | 0,17%        |
| <b>Total</b>               | <b>Bazzo <i>et al.</i> (2003), Cutcliffe (2004), Esquirol (2012) e autores contemporâneos</b> | <b>59</b>      | <b>1,72%</b> |

Outro fator é que os artigos são referenciais orientadores que podem ser

importantes para pesquisadores que não tenham tanta familiaridade com os estudos sociais da tecnologia e ciência. Em Dagnino, Thomas e Davyt (1996) que foi a publicação de Hernán Thomas mais citada (4 citações) há uma explanação dos autores acerca do pensamento latinoamericano em CTS em que há uma análise crítica com um corte temporal entre os anos 60 e anos 90. Em Kraimer e Thomas (2004) também há uma abordagem semelhante na qual os autores analisam a evolução dos estudos sociais da ciência e tecnologia na América Latina ao longo do tempo em uma reflexão histórico-sociológica.

O segundo autor mais citado na rede foi Bruno Latour, que, embora tenha a tecnologia como tema de suas publicações, possui foco na Sociologia da Ciência, que geralmente é mais disseminada e conhecida no meio acadêmico do que a Sociologia da Tecnologia.

Merece destaque o fato de que autores clássicos da Tecnologia foram pouco citados na rede, como Hannah Arendt, que não foi citada nenhuma vez, ou Ortega y Gasset que foi uma vez citado. Autores contemporâneos, como Trevor Pinch e Wiebe Bijker obtiveram juntos duas citações, sendo uma em trabalho conjunto, mesmo tendo sido os autores que criaram o conceito de Construção Social da Tecnologia com diversas e relevantes publicações na área.

Os resultados globais revelam que a área de Construção Social da Tecnologia, representada no presente trabalho pelos trinta autores escolhidos, possui muito pouca relevância para a comunidade de pesquisa em CTS no Brasil, que em nossa pesquisa foi representada por 26 periódicos de reconhecimento na área de ensino de ciências, o que revela que as fontes primárias, representantes dos estudos sociais da tecnologia, são pouco conhecidas por autores que produzem publicações em periódicos de relevância nacional, o que pode ser estendido, em um exercício de dedução, a maioria da comunidade acadêmica em ciências, englobando pesquisadores, docentes e discentes.

## **Conclusão**

O Enfoque CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), no Brasil, foi recepcionado e difundido especialmente pela área de Ensino de Ciências, ou Educação em Ciências, o que permitiu que a tríade CTS pudesse ser desdobrada fortemente pelos aspectos da didática das ciências ou, quando muito, observada com mais critério a partir da corrente epistemológica conhecida como História e Filosofia da Ciência. A abordagem



ou estudo social da ciência e da tecnologia são, em grande parte, uma lacuna na formação de professores de ciência e de tecnologia e, por conseguinte, de seus alunos. Além disso, encontramos uma área de estudo ainda bastante incipiente no Brasil, com programas e produção acadêmica ainda muito recente, marcada por abordagens bastante heterogêneas.

Os resultados das pesquisas do PIEARCTS reforçam esta tese, e a análise da rede social descortina uma área que não se apropria das fontes primárias, deixando de lado, tanto aqueles considerados fundadores da área, quanto nomes contemporâneos responsáveis por importantes reflexões na área. A pesquisa em andamento – que agora caminha para estudar a participação dos autores em sociologia da ciência no CTS brasileiro – pretende oferecer soluções para superar esta lacuna, ao desnudar a área e fornecer subsídios para futuras intervenções na educação e no ensino, tais como: a organização de sequências didáticas, o desenvolvimento de disciplinas que tratem da construção social da ciência e da tecnologia, e a abertura de novos campos de pesquisa. Tudo isso, com o objetivo de ampliar os Estudos Sociais da Ciência e Tecnologia, e difundí-los na comunidade de alunos e professores, contribuindo para a ideia de construtivismo social da tecnologia, além de abrir espaço para uma abordagem multidirecional do seu desenvolvimento, em substituição ao modelo linear, determinista e triunfalista, comumente usado.

### **Agradecimentos**

El desarrollo de este trabajo ha sido posible gracias al Proyecto de Investigación EDU2010-16553 financiado por una ayuda del Plan Nacional de I+D del Ministerio de Ciencia e Innovación (España).

### **Referências Bibliográficas**

- Aikenhead, G.S. & Ryan, A.G. (1992). The development of a new instrument: “Views on science-technology-society” (VOSTS). *Science Education*, 76(5), 477-491.
- Aikenhead, G.S.; Ryan, A.G. e Fleming, R.W. (1989). *Views on science-technology-society* (form CDN.mc.5). Saskatoon (Canada): Department of Curriculum Studies, University of Saskatchewan.
- Batagelj, V., e Mrvar, A. (2002). Pajek—analysis and visualization of large networks. In *Graph Drawing* (pp. 477-478). Berlin: Springer.
- Bazzo, W. A. et al. (2003). *Introdução aos estudos CTS (Ciência, tecnologia e*

- sociedade). Madrid: Organização de Estados Ibero-Americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura (OEI).
- Bennàssar Roig, A.; Vázquez Alonso, Á.; Manassero Mas, M. A.; García-Carmona, A. (Org.). (2011). *Ciencia, tecnología y sociedad en iberoamérica: una evaluación de la comprensión de la naturaleza de ciencia y tecnología*. 1ed. Madrid: Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI.
- Bock, B. S. e Chrispino, A. (2014) Participação social nas decisões tecnocientíficas - percepção de educandos. *Uni-pluri* (Medellin), 14, 118-125.
- Chrispino, A., Lima, L. S., Albuquerque, M. B., Freitas, A. C. C., e Silva, M. A. F. B. (2013). A área CTS no Brasil vista como rede social: onde aprendemos? *Ciência e Educação*, 19(2), 455-479.
- Cutcliffe, S. H. (2004). *Ideas, máquinas y valores: Los estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad*. México, DF: Anthropos Editorial.
- Dagnino, R., Thomas, H., e Davyt, A. (1996). El pensamiento en ciencia, tecnología y sociedad en Latinoamérica: una interpretación política de su trayectoria. *REDES*, 3(7), 13-51.
- Esquirol, J. (2012). *Los Filósofos Contemporáneos y la Técnica. De Ortega a Sloterdijk*. Barcelona: Editorial Gedisa.
- Feenberg, A. (2005). Teoría crítica de la tecnología. *Revista CTS*, 2(5), 109-123.
- Feenberg, A. (2009). Ciencia, tecnología y democracia: distinciones y conexiones. *Scientiae Studia*, 7(1), 63-81.
- Feenberg, A. (2010). O que é a filosofia da tecnologia? In R.T. Neder (Ed.), *Andrew Feenberg: racionalização democrática, poder e tecnologia* (pp. 39-51). Brasília: Observatório do Movimento pela Tecnologia Social na América Latina/Centro de Desenvolvimento Sustentável - CDS.
- Kreimer, P, e Thomas, H. (2004). Un poco de reflexividad o ¿De dónde venimos? Estudios sociales de la ciencia y la tecnología en América Latina. In P. Kreimer, H. Thomas (Eds.), *Producción y uso social de conocimientos. Estudios de sociología de la ciencia y la tecnología de la ciencia en América Latina* (pp. 11-91). Buenos Aires: Ed. Univ. de Quilmes.
- Lopez 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.
- Manassero, M.A. e Vázquez, A. (1998). *Opinions sobre ciència, tecnologia i societat*. Palma de Mallorca: Govern Balear, Conselleria d'Educació, Cultura i Esports.
- Manassero, M.A.; Vázquez, A. e Acevedo, J.A. (2001). *Avaluació dels temes de*



*ciència, tecnologia i societat*. Palma de Mallorca: Conselleria d'Educació i Cultura del Govern de les Illes Balears.

- Manassero, M.A.; Vázquez, A. e Acevedo, J.A. (2003). *Cuestionario de opiniones sobre ciencia, tecnología i societat (COCTS)*. Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- Pinch, T. J., e Bijker, W. E. (2008). La construcción social de hechos y artefactos: o acerca de cómo la sociología de la ciencia y la sociología de la tecnología pueden beneficiarse mutuamente. In H. Thomas, A. Buch (Eds.), *Actos, actores y artefactos - Sociología de la Tecnología* (pp. 19-62). Quilmes: Universidad Nacional de Quilmes.
- Rubba, P.A. e Harkness, W.L. (1993). Examination of preservice and inservice secondary science teachers' beliefs about Science-Technology-Society Interactions. *Science Education*, 77 (4), 407-431.
- Rubba, P.A.; Schoneweg, C.S. e Harkness, W.L. (1996). A new scoring procedure for the Views on Science-Technology-Society instrument. *International Journal of Science Education*, 18 (4), 387-400.
- Silva, M. A. F. B. e Chrispino, A. (2014). A pesquisa do PIEARCTS como apoio na construção da disciplina Construção Social da Ciência e da Tecnologia. *Uni-pluri* (Medellin), 14, 421-427.
- Streeter, C. L., e Gillespie, D. F. (1993). Social network analysis. *Journal of Social Service Research*, 16(1-2), 201-222.
- Vázquez, A. e Manassero, M. A. (1999). Response and scoring models for the 'Views on Science-Technology-Society' Instrument. *International Journal of Science Education*, 21(3), 231-247.
- Vázquez, A.; Manassero, M.A.; Acevedo-Díaz, J.A. e Acevedo-Romero, P. (2008). Consensos sobre a Natureza da Ciência: A Ciência e a Tecnologia na Sociedade. *Química Nova na Escola*, 27.