

## **Alfabetização científica sob o enfoque da ciência, tecnologia e sociedade: implicações para a formação inicial e continuada de professores**

**Djalma de Oliveira Bispo Filho<sup>1</sup>, Maria Delourdes Maciel, Ricardo Pereira Sepini e Ángel Vázquez Alonso<sup>2</sup>**

Universidade Cruzeiro do Sul, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Brasil/SP. E-mails: [djalmabispo@hotmail.com](mailto:djalmabispo@hotmail.com), [maria.maciel@cruzeirodosul.edu.br](mailto:maria.maciel@cruzeirodosul.edu.br), [ricardosepini@grupocts.com](mailto:ricardosepini@grupocts.com). <sup>2</sup>Universidad de las Islas Baleares, Palma de Mallorca, España. E-mail: [angel.vazquez@uib.es](mailto:angel.vazquez@uib.es)

**Resumo:** Considerando-se as implicações sociais da ciência e da tecnologia e as demandas culturais, científicas e sociais diariamente evidenciadas em sala de aula, os currículos que formam profissionais das diversas áreas, em especial dos cursos de formação de professores, merecem especial atenção, incluindo uma ampla discussão acerca de questões relacionadas à Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e a articulação do conhecimento científico e tecnológico. Neste trabalho apresenta-se parte dos resultados de uma pesquisa, cujos dados foram obtidos a partir da aplicação de um questionário respondido por professores em exercício, das áreas de Ciências Naturais, Ciências Humanas e Ciências Exatas e da Terra, com o objetivo de investigar suas concepções. O resultado da pesquisa revelou a fragilidade dos conceitos atribuídos pelos sujeitos às questões Ciência, Tecnologia e Sociedade presentes nos diversos currículos escolares e projeta implicações para formação de professores.

**Palavras-chave:** Ciência, Tecnologia e Sociedade, alfabetização científica, alfabetização tecnológica, formação de professores.

**Title:** Scientific literacy under the Science, Technology and Society approach: Implications for pre- and in-service teacher training.

**Abstract:** Considering the social implications of science and technology and the demands of cultural, scientific, and social daily evidenced in the classroom, the curricula that train professionals from various areas, especially the training courses for teachers, merit special attention, including an extensive discussion on issues related to Science, Technology and Society and articulation of scientific and technological knowledge. This work presents some results from a survey, whose data were obtained from the application of a questionnaire completed by five hundred thirty-eight practicing teachers in areas of Natural Sciences, Humanities and Exact Sciences and Earth, in order to investigate their views on Science, Technology and Society. The survey results revealed the fragility of the concepts assigned by subjects to questions Science, Technology and Society present in the various curricula, and yield some implications for teacher training.

**Keywords:** Science, Technology and Society, scientific literacy, technological literacy, teacher training.

### **Introdução**

A proposta educativa para o século XXI inclui questões relacionadas à Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) em todas as áreas do conhecimento, especialmente no ensino de Ciências, onde a alfabetização científica e tecnológica (AC&T) tem se configurado como uma meta a ser alcançada, incluindo a compreensão de que a Ciência, enquanto produção humana, está presente na vida de todos os cidadãos, sendo considerada como parte essencial dos currículos escolares atuais a inclusão de uma cultura científica e tecnológica através de uma educação CTS (Acevedo, Vázquez e Manassero, 2003; Membiela, 2002).

Fagundes et al. (2009) ressaltam que os avanços da Ciência e da Tecnologia (C&T) têm se instaurado na Sociedade, tornando a tomada de consciência desses avanços e sua relação com o cotidiano um fator imprescindível para o desenvolvimento da cidadania. Faz-se necessário, portanto, um Ensino de Ciências mais comprometido e problematizador da realidade, onde a aprendizagem seja mais significativa para o estudante.

Informações que circulam nos meios acadêmicos e sociais, demonstram que essa abordagem deve fazer parte do processo educativo, sendo apoiada por órgãos internacionais de fomento à Educação (UNESCO e OEI), à Ciência e à Cultura. Fourez (1997) considera importante o apoio financeiro desses órgãos internacionais, pois somente assim é possível concretizar a promoção da AC&T necessária para uma efetiva participação democrática dos cidadãos.

No final do século XIX, a sociedade industrial impulsionou a alfabetização e a capacidade de leitura e escrita, visando integrar as pessoas na sociedade moderna, marcada pela industrialização. As atuais concepções de alfabetização científica (AC), no entanto, datam de meados do século XX, graças às reformas educacionais projetadas no cenário mundial e implementadas em muitos países desde os anos 1990. De lá para cá, o debate tem se intensificado; educadores e pesquisadores do mundo todo tem se reunido periodicamente e reivindicado a inclusão da abordagem CTS nos currículos, no ensino e na formação dos professores, a fim de fazer frente à necessidade de uma AC&T como parte essencial da Educação Básica. Até o final do século XX o compromisso atribuído ao Ensino de Ciências estava pautado no desenvolvimento da C&T, como responsáveis pelo desenvolvimento industrial de artefatos tecnológicos que, posteriormente, trariam benefícios à humanidade (perspectiva salvacionista da C&T). Nesse contexto, as escolas preparavam seus alunos para esse campo profissional e não incluíam a AC&T nos currículos escolares da época (Santos; Mortimer, 2002; Fagundes et al., 2009).

Com as novas mudanças e devido à presença penetrante nos mais diversos meios educacionais e sociais, a C&T é considerada como uma parte essencial desta nova cultura neste século XXI (López Cerezo; Sánchez Ron, 2000). Com este grande desenvolvimento científico e tecnológico vivenciado no século passado, foi criando novas necessidades culturais para os cidadãos, que estão destinados a viver rodeados de C&T, nas mais diversas

áreas sociais do conhecimento, na qual o conceito de alfabetização em C&T resume um novo objetivo de cultura em C&T (Vázquez, 2010).

Conforme a perspectiva CTS, o Ensino de Ciências precisa contemplar não apenas o conhecimento científico e tecnológico como também a formação cidadã, buscando desenvolver competências e habilidades técnico-científico-sociais entre os estudantes, incluindo valores éticos e princípios democráticos. Pesquisadores em Didática de Ciências (Acevedo et al., 2003; Bybee, 1997; De Boer, 2000; Laugksch, 2000; Gil-Perez et al., 2003; Manassero e Vázquez, 1998; Kemp, 2002) têm procurado desenvolver estratégias e recursos adequados para o Ensino de Ciências, com vistas a concretizar a proposta de AC&T na formação cidadã.

É necessário que os educadores organizem tais recursos e estratégias em torno das disciplinas que lecionam; que incluam e contextualizem as questões CTS em suas disciplinas, abordando temas relacionados com questões científicas, socioeconômicas e culturais; que evidenciem, quando possível, a aplicação desses conhecimentos na vida cotidiana; que promovam situações de tomada de decisões, de vivência prática da autonomia dos estudantes em assuntos de interesse público, relacionados com a C&T (Fourez, 1997). Em geral, a educação tem por finalidade o desenvolvimento do conhecimento, competências, princípios morais e destrezas, que podem ser sintetizadas e dois níveis: a formação individual, (desenvolvimento integral) e a educação social (participação e convivência) (Vázquez, 2010).

A AC&T tem por finalidade um Ensino de Ciências fundamentado nos quatro eixos centrais da "Educação para Todos", proposto pela UNESCO, que são: *aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver e aprender a ser*. Propõe-se que os currículos escolares sejam articulados a partir desses eixos; que seus conteúdos sejam significativos, tendo como meta o desenvolvimento de competências e habilidades dos estudantes; que esses quatro eixos ou princípios sejam observados na seleção dos conteúdos básicos, optando-se pelos mais relevantes e úteis, principalmente aqueles relacionados com o cotidiano, contribuindo para a formação de verdadeiros cidadãos. Para tanto, algumas abordagens metodológicas devem ser privilegiadas a fim de concretizar uma prática de ensino compatível com a inovação educativa pretendida e comprometida com a AC&T.

### **Possibilidades de um currículo com ênfase CTS**

Roberts (1991, apud Santos e Mortimer, 2002, p.3) refere-se ao currículo CTS como "aqueles que tratam das inter-relações entre explicação científica, planejamento tecnológico e solução de problemas, e tomada de decisão sobre temas práticos de importância social". Os autores apresentam os currículos CTS com as seguintes concepções: (i) *ciência* como atividade humana que tenta controlar o ambiente e a nós mesmos, e que é intimamente relacionada à tecnologia e às questões sociais; (ii) *sociedade* que busca desenvolver, no público em geral e também nos cientistas, uma visão operacional sofisticada de como são tomadas decisões sobre problemas sociais relacionados à ciência e tecnologia; (iii) *aluno* como alguém que seja preparado para tomar decisões inteligentes e que

compreenda a base científica da tecnologia e a base prática das decisões; (iv) *professor* como aquele que desenvolve o conhecimento de e o comprometimento com as inter-relações complexas entre ciência, tecnologia e decisões.

Os avanços tecnológicos imprimem um ritmo sem precedentes na sociedade atual, onde o acúmulo de conhecimentos gera profundas transformações na forma de organização e distribuição do próprio conhecimento. Nesse contexto, a capacidade de aprender terá de ser trabalhada não apenas nos alunos, mas na transformação da ação docente através de uma contínua reflexão de suas ações em sala de aula.

É de conhecimento da sociedade que o Ensino de Ciências tem sofrido críticas quanto à maneira tradicional como é realizado. Paralelamente, mudanças vêm ocorrendo com o intuito de que a área de Ciências assuma a formação de um cidadão crítico e autônomo. No entanto, cabe ressaltar que na perspectiva CTS essa atribuição é uma responsabilidade de todas as modalidades e áreas de ensino (Fagundes et al., 2009), atingindo alunos da Escola Básica e professores em suas formações inicial e continuada. Portanto, a antiga concepção de professor como alguém que apenas ensina, muda radicalmente, passando a ser compreendido como aquele que também deve aprender, posicionando-se como sujeito capaz de transformar os conhecimentos disciplinares estanques da sua disciplina em conhecimentos articulados com as demais.

Assim, qualquer proposta curricular de ensino de uma determinada disciplina deve começar explicitando sua finalidade e o sentido da sua aprendizagem, como, por exemplo, para que ensinar Ciências? Para quem? O que ensinar em Ciências? Tais questionamentos devem orientar o currículo, tomando a legislação vigente como princípios e normas básicas que o sustentem, respeitando-se a diversidade multicultural proporcionada pela expansão dos sistemas educativos dentro de cada sociedade. Isso tudo exige novas finalidades, novos conteúdos, novos métodos e formas de se ensinar (Manassero, Vázquez e Acevedo, 2001).

Auler e Bazzo (2001) acreditam que ao assumirem-se os objetivos da perspectiva CTS, estes possibilitam indicativos para além de simples informações. Nesta perspectiva, tais objetivos auxiliam na construção de uma cultura de participação. Diante da diversidade de conteúdos que abordam temas CTS, diversas são as possibilidades de integrar o Ensino de Ciências a temas sociais e tecnológicos. Para Aikenhead (1994), a resposta à diversidade e possibilidades de um currículo CTS resume-se a um denominador comum, o de extrapolar a educação científica tradicional através de um enfoque que apresente as relações entre C&T dentro de um contexto social, com a expectativa de vencer as barreiras impostas pelos currículos tradicionais.

Um dos objetivos de um currículo CTS é facilitar a compreensão dos estudantes em relação às experiências relacionadas com os fenômenos que os cercam em suas vidas diárias, de tal forma que a ciência escolar aproxime o saber tecnológico da vida social, no qual o objetivo passa a ser preencher o vazio causado pelo currículo tradicional de Ciências que costuma ser desvinculado da verdadeira compreensão da Natureza da Ciência e da Tecnologia (NdC&T); que não prepara os alunos para o

verdadeiro exercício da responsabilidade social acerca de tomadas de decisões que envolvam discussões a respeito da C&T e sua relação com a Sociedade. Além desses objetivos pode-se, ainda, desenvolver algumas habilidades e competências (pensamento crítico, raciocínio lógico, tomada de decisões, etc.) que preparem os estudantes para o exercício pleno da cidadania nos âmbitos local, nacional e mundial.

Segundo Bybee (1987), a educação CTS deve estar equilibrada em três objetivos: (i) conhecimento para fins pessoais, culturais e competências para a aprendizagem; (ii) investigação científica e tecnológica para reconhecer a informação e tomar decisões; (iii) desenvolvimento de valores através das interações CTS que envolvam temas públicos e políticos, locais e mundiais. O mesmo autor ainda aponta para alguns currículos cujos objetivos são, de certa forma, modestos e que tem a intenção de: (1) aumentar a AC&T dos cidadãos; (2) aumentar o interesse dos estudantes pela C&T; (3) fomentar a contextualização social dos estudos científicos através das interações entre CTS; (4) ajudar os estudantes a melhorar o pensamento crítico, raciocínio lógico, resolução criativa de problemas e tomada de decisões. Entre os diversos pesquisadores da área (Bybee, 1987; Membiela, 1997; Acevedo et al., 2001) existe uma grande variedade de idéias e conceitos que devem permear a estrutura e os conteúdos de um currículo CTS que ajudam a iluminar a AC&T (Acevedo et al., 2003).

Manassero, Vázquez e Acevedo (2001), apoiados nos trabalhos de Aikenhead (1992), defendem como currículo CTS aquele que articula C&T, Ciência e Sociedade (C&S), ou qualquer outra combinação entre elas, podendo ser o estudo de um artefato tecnológico e sua importância social, temas que ilustrem o conhecimento científico e tecnológico e sua relação com a sociedade, contexto social e histórico interno a comunidade científica, entre outras.

Os autores apresentam uma lista de categorias de currículos CTS ordenada de acordo com a inferência de conteúdos CTS, conforme demonstra a tabela 1.

<p>1. Currículos tradicionais com temas CTS</p> <p>1.1 Conteúdo CTS como tema motivador (ex: livros com temas CTS).</p> <p>1.2 Introdução não intencional de conteúdos CTS (ex: livro didático com problemas e temas sociais em disciplina científica)</p> <p>1.3 Introdução intencional de conteúdos CTS (ex: material didático desenvolvido com temas científicos e sociais, tais como energia, meio ambiente, desenvolvimento sustentável e desenvolvimento tecnológico).</p> <p>2. Currículos CTS com elementos tradicionais:</p> <p>2.1 Material didático organizado seqüencialmente (conteúdos disciplinares) através de critérios CTS.</p> <p>2.2 Ensino de ciências organizado sequencialmente (conteúdos multidisciplinares) mediante critérios CTS.</p> <p>2.3 Ensino de ciências com conteúdos CTS, onde os conteúdos são o foco.</p> <p>2.4 Inserção de ciências em conteúdos CTS.</p> <p>2.5 Conteúdos totalmente CTS. (disciplina optativa de cursos de graduação e pós-graduação)</p>
--

Tabela 1.- Taxonomia para descrever os currículos em função da quantidade e estrutura de conteúdos CTS. (Adaptado de Manassero, Vázquez y Acevedo ,2001).

Segundo Maciel et al. (2009), pesquisas acerca das interações CTS em sala de aula apontam que os professores reconhecem o potencial instrumental de temas CTS como motivadores, porém não consideram esses temas tão importantes para merecerem uma abordagem maior em sala de aula do que os conteúdos disciplinares; justificam a limitação da abordagem CTS na sala de aula por conta das orientações curriculares (OC) oficiais impostos pelos sistemas educativos, ou seja, pela falta de tempo para desenvolver tais temas em sala de aula. Em relação a não utilização do enfoque CTS em sala de aula, há outros aspectos que devem ser considerados: lacunas na formação inicial e continuada do professor, identificadas nas pesquisas (Maciel et al., 2010); atitudes ingênuas de professores em exercício a respeito da NdCyT (ver um inventário detalhado de idéias ingênuas em Vázquez-Alonso e Manassero-Mas, 2012); insegurança de trabalhar com temas abertos e em constante mutação, típicos de temas CTS, e a resistência a temas inovadores, onde predomina o currículo propedêutico de caráter unicamente disciplinar, próprio da formação inicial.

### **Questionário de opiniões a respeito de ciência, tecnologia e sociedade (COCTS)**

É de extrema importância para a Didática da Ciência, avaliar a compreensão das pessoas sobre a NdC&T. Acevedo et al. (2001), justificam essa afirmação apontando várias razões: escassa atenção recebida para investigações dessa natureza, dificuldades e necessidades específicas dos conteúdos atitudinais e axiológicos, dificuldades nas definições e fundamentos epistemológicos de construção e avaliação, validade dos instrumentos e processos de avaliação, situação dialética complexa e multifacetada da NdC&T.

Como em qualquer investigação científica na área educacional, a compreensão da NdC&T é investigada com emprego de diversas metodologias quantitativas e qualitativas e diversos instrumentos (entrevistas, observações, estudos de caso, questionários abertos ou fechados, etc). As últimas décadas foram marcadas por investigações que utilizam papel e lápis como principais instrumentos, por exemplo, o *Test On Understanding Science (TOUS)* de Kopfler e Cooley (1963), para medir a compreensão sobre a empresa/indústria científica e os cientistas, assim como os métodos e propósitos da ciência; o *Nature of Scientific Knowledge Scale (NSKS)* de Rubba y Andersen (1978), cujo objetivo era conhecer a natureza do conhecimento científico. Esses instrumentos tinham limitações que não permitiam obter informações relevantes sobre a NdC&T, pois geravam informações equivocadas (Vázquez, Manassero e Acevedo, 2006).

Aikenhead (1988), Aikenhead e Ryan (1992), Shrigley e Koballa (1992), Gardner (1996), Acevedo et al. (2001) são autores que apontam para alguns pontos fracos dessas metodologias: a hipótese da percepção imaculada sobre a ciência, segundo o qual o pesquisador e pesquisado podem interpretar o texto de uma questão de maneiras diferentes; as opções contidas nos instrumentos (questionários) que distorcem e podem provocar mudanças nas crenças dos entrevistados, gerando como resultados opiniões que refletem as idéias do próprio questionário; dificuldade de quantificar e discriminar valores numéricos correspondentes

às posições “adequadas ou inadequadas” em relação a compreensão sobre a NdC&T.

As observações acima vão ao encontro do desenvolvimento de metodologias qualitativas em educação, sustentadas por instrumentos e métodos próprios de investigações qualitativas (entrevistas, questões abertas, observações, estudo de casos, etc.) e que se mostram mais eficazes, pois revelam melhor a forma de pensamento dos entrevistados. Porém, consomem muito tempo e possuem um campo de atuação muito limitado, pois trabalham com amostras muito pequenas, além de tornar difícil a interpretação devido à quantidade de registros abertos (Lederman et al., 1992).

Aikenhead, Ryan e Fleming (1989) elaboraram um banco de questões *Views on Science-Technology-Society (VOSTS)*, derivado da mesma linha do *Teacher's Belief about Science-Technology-Society (TBA-STTS)* de Rubba e Harkness (1993) e o *Views on Science and Education Questionnaire (VOSE)* de Chen (2006a,b). Além desses, temos ainda o questionário *Views on the Nature of Science (VNOS)*, de Lederman et al. (2002), desenvolvidos e adaptados para diversas amostras. Essas questões apresentam uma sólida visão sobre a NdC&T, incluindo aspectos epistemológicos, relações internas e externas entre CTS e questões sobre a NdC&T e a educação científica (Chen 2006a). As questões desenvolvidas empiricamente se apresentam como solução metodológica eficaz quando se pretende estudar amostras representativas (grandes), pois sua aplicação é mais rápida e, ao mesmo tempo, econômica em relação aos recursos (Vázquez, Manassero e Acevedo, 2006). A partir de pesquisas anteriores e de instrumentos empiricamente desenvolvidos, Manassero e Vázquez (2006) elaboraram o *Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS)*, empregado no Projeto Iberoamericano de Avaliação de Atitudes Relacionadas à CTS (PIEARCTS) e cuja aplicação e desenvolvimento têm sido aprimorados pelos autores e pesquisadores associados em diversos países, contribuindo para melhorar sua validade e confiabilidade como instrumento de avaliação. Em relação ao COCTS, destacam-se os seguintes aspectos metodológicos: modelo de resposta múltipla que permite utilizar toda a informação de cada questão; geração de uma nova métrica que permite extrair das respostas múltiplas todas as informações que essas contêm e quantificá-las fielmente; definição de um índice atitudinal global normalizado com um significado métrico invariante, que sintetiza validamente todo o conjunto de respostas emitidas; categorização das frases do questionário mediante seu escalonamento por um grupo de referis especialistas, para se aplicar a métrica no cálculo do índice atitudinal com emprego da estatística inferencial.

### **Da amostra**

A partir da amostra global de 1871 questionários aplicados na ação brasileira junto ao projeto PIEARCTS, apresentamos os resultados estatísticos, obtidos com os índices das crenças e atitudes de professores (537) em exercício extraídos da mostra global. As atitudes dos professores não apenas são importantes por si mesmas, mas também porque determinam a influência sobre a atuação docente e, em particular, sobre o ensino dos temas relacionados com NdC&T. Logo, o conhecimento das

atitudes dos professores é crucial para conhecermos um pouco mais sobre os atuais modelos de formação docente inicial e/ou continuada e auxiliar no diagnóstico do que realmente estão desenvolvendo na sua prática pedagógica, pois isso se reflete na melhoria do processo de ensino aprendizagem e da AC&T. O grupo amostral, formado por professores em exercício tanto da Escola Básica quanto da Educação Superior, com diferentes idades e especialidades (Ciências e Humanas), é apresentado na tabela 2.

### **Características do instrumento de investigação**

O questionário COCTS original é composto por 100 questões de múltipla escolha, independentes entre si, e que podem ser usadas de forma flexível e abertas. A estrutura do questionário oferece entre suas questões diferentes alternativas relativas à Natureza da Ciência (NdC), organizadas em temas e sub-temas CTS, (Anexo 1).

A versão do COCTS utilizada no PIEARCTS é composta por 30 das 100 questões originais, divididas em duas partes (forma 1 – F1\_ e forma 2 – F2\_), cada uma com 15 questões (Bennássar, Vázquez, Manassero e García-Carmona, 2010). As formas 1 e 2 foram projetadas, primeiro, a uma extensão limitada para ser respondida em um tempo razoável, para evitar a fadiga do entrevistado; por outro lado, para cobrir todas as dimensões CTS (filosofia, sociologia, tecnologia e interna e externa) em cada forma (ver anexos 1 e 2). Ainda foram aplicadas aos mesmos grupos de sujeitos, compostos por igual número de homens e mulheres: estudantes do final do ensino médio e início da universidade; estudantes concluintes da universidade e pós-graduandos, especialmente de cursos dirigidos à formação de professores; professores de todos os níveis e áreas de ensino. Neste estudo apresentamos apenas os resultados da aplicação da forma 1 para o grupo de professores. O anexo 2 apresenta as quinze questões da forma 1.

<b>Especialidade</b>	<b>Quantidade</b>
Ciências	186
Humanas	351
Total	537

Tabela 2.- Distribuição da amostra de professores por especialidade (Ciências e Humanas). Fonte: Relatório final do PIEARCTS, NIEPCTS, 2010.

As respostas diretas dos entrevistados seguem um modelo de resposta múltipla, o que nos permite obter uma série de variáveis quantitativas de atitudes CTS para cada questão: índice atitudinal de cada frase, de cada categoria (Adequada [A], Plausível [P] e Ingênua [I]), de cada questão e de cada pessoa. As variáveis dependentes deste estudo correspondem aos três tipos de índices atitudinais (frase, categoria, questão), representando atitudes relativas às questões mostradas na Tabela 3.

Cada uma das 15 questões diferentes está representada por um índice quantitativo de atitude, de modo que produzem 15 índices atitudinais, os quais constituem o conjunto de variáveis dependentes básicas do estudo e medem as atitudes sobre os temas CTS-NdC&T. Além dessas, usamos também variáveis correspondentes aos índices das frases que formam cada

questão (99) e índices de categorias correspondentes (adequadas, plausíveis e adequadas) existentes em cada questão (43). A investigação está pautada sobre 157 variáveis dependentes que representam as atitudes dos entrevistados acerca de temas CTS e da NdC&T (Vázquez et al., 2005).

Para facilitar o entendimento das variáveis dos questionários, questões, categorias e frases, os autores as codificaram da seguinte forma: cada questão é formada por cinco caracteres que identificam cada questão no COCTS; os primeiros dois caracteres indicam a qual forma pertence a questão (F1\_ ou F2\_) completadas por uma etiqueta que descreve a que tema pertence a questão, terminando com mais duas letras que indicam a que categoria pertence a questão ("AD", "PL", "IN", respectivamente adequadas, plausíveis e ingênuas). Por exemplo, "Índice da categoria adequada (AD) sobre definição de Ciência F1\_10111AD" descreve a variável da categoria adequada correspondente ao tema ciência da questão 10111, do questionário na forma 1.

As variáveis das frases são formadas a partir das variáveis da questão, seguidas de sua posição na mesma (A, B, C, D,...) e de seu grupo ("\_A\_", "\_P\_" e "\_I\_") ou categoria a que pertence. Eventualmente ainda é inserida a letra "\_C\_" para as frases que alcançaram consenso significativo entre os juízes. Por exemplo, a variável F1\_C\_90621\_A\_, que trata sobre o método científico, representa a frase C (terceira posição na questão) e está categorizada como adequada (\_A\_) porque teve consenso significativo entre os juízes (\_C\_).

### **Procedimento estatístico adotado**

A metodologia adotada nessa pesquisa faz parte do modelo de tratamento de dados utilizado no PIEARCTS (Bennássar, et al., 2010), que permite tanto uma análise qualitativa quanto a aplicação da estatística inferencial e a comparação entre grupos, o que faz do COCTS um instrumento confiável, flexível e válido para investigações educativas em temas CTS (Manassero e Vázquez, 1998; Vázquez e Manassero, 1999; Manassero et al., 2003, 2004; Manassero, Vázquez e Acevedo, 2001; Vázquez, Manassero e Acevedo, 2005). O modelo de resposta adotada para as formas do questionário COCTS, segue um modelo de resposta múltipla, onde cada frase é valorizada pelo respondente, ou seja, a pessoa entrevistada valoriza cada frase em cada questão de acordo com seu grau de concordância dentro de uma escala de (9) pontos possíveis. Estes valores se transformam depois em um índice atitudinal normalizado no intervalo de [-1, +1]. Quanto mais positivo um índice, mais adequada é a atitude, e quanto mais negativo o índice, mais ingênua é a atitude (Acevedo et al., 2001).

Estes índices básicos de cada frase se transformam em índices das três categorias (Adequadas, Plausíveis e Ingênuas) por meio do valor dos índices das frases que pertencem a cada categoria existente em cada questão. Por sua vez, a média dos índices de cada uma das três categorias de cada questão produz um índice global dessa mesma questão, que representa um indicador da atitude global acerca do tema explorado na questão. O procedimento de análise dos resultados se baseia no modelo de respostas múltiplas. A categorização das frases e questões, métricas, técnicas de

pontuações e índices atitudinais do COCTS, já foram citados com detalhes em publicações anteriores. Esta metodologia, baseada em respostas múltiplas por questões, supera e evita as dificuldades metodológicas normalmente encontradas nos instrumentos de avaliação (impossibilidade de validar, confiabilidade, percepção imaculada, imposição de esquemas, etc.), proporcionando uma avaliação quantitativa válida, possibilitando, assim, comparações estatísticas de hipóteses e permitindo uma ampla discussão dos resultados (Vázquez e Manassero, 2006).

Nosso maior interesse nos resultados é de cunho educativo, consiste em identificar e diagnosticar as características mais positivas e as mais negativas das atitudes expressas pelo grupo em análise, a partir dos índices das frases e questões. Para delimitar os índices das frases e questões mais positivas e mais negativas, que apresentam diferenças relevantes entre os grupos, os critérios adotados nesse trabalho baseiam-se no uso dos seguintes recursos estatísticos: grau de significância e tamanho do efeito das diferenças. O grau de significância se extrai dos procedimentos de análises da variação (ANOVA), usualmente calculado a partir dos valores da função F de Snedecor. Consideramos como diferenças estatisticamente significativas aquelas cujos valores são menores que 0,01 ( $p < 0,01$ ). O tamanho do efeito das diferenças é um dado estatístico que quantifica a magnitude da diferença entre grupos em unidades de desvio-padrão, calculado a partir da diferença entre o índice médio de um grupo e o índice médio de outro grupo, dividido pelo desvio-padrão do primeiro grupo, considerando-se como significativas os tamanhos de efeito maiores que 0,30. Abaixo desse valor as diferenças são irrelevantes. A aplicação de uma nota de corte (próxima de 0,30 unidades de desvio-padrão) para os resultados médios (em relação ao zero) e o tamanho do efeito das diferenças entre os grupos (média das diferenças medida em unidades de desvio-padrão), descritas acima, permite identificar os pontos fortes e fracos e compreender as diferenças relevantes entre os grupos.

Embora o grau de significância e tamanho do efeito sejam dados estatísticos paralelos, produzem resultados inversos (um grau mais relevante, tem uma significação menor). A significância estatística mede aceitação da hipótese nula ou alternativa para o grupo comparado, enquanto o tamanho do efeito fornece uma quantificação das diferenças observadas, além de informar o sinal dos mesmos (negativo ou positivo).

### **Resultados globais**

A apresentação dos resultados com as características do grupo de professores em exercício se concentra nas diferenças entre o grupo de Ciências e de Humanas. Apresentam-se, sucessivamente, neste trabalho, os resultados de frases, categorias e questões de ambas as formas do questionário. Os índices de frases singulares do questionário expressam as crenças diretas dos professores sobre a afirmação específica desenvolvida em cada frase. A especificidade do conteúdo de cada frase faz com que os índices exibam maiores variações em suas pontuações que as categorias e as questões completas. As médias globais e os tamanhos do Efeito das diferenças entre o grupo de Ciências e o grupo de Humanas, expressas pelos índices das frases, categorias e questões da forma 1 são, em sua totalidade, nulos ou negativos, mas também muito próximos de zero. Em

relação ao tamanho do Efeito observa-se uma tendência de melhores resultados para o grupo de Humanas (Tabela 3).

Tipo	Ciências		Humanas		Total		Significância	Tamanho do efeito
	Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio		
F1 Frases	-0,008	-0,008	0,000	0,665	-0,003	0,668	0,397	-0,025
F1 Categorias	-0,013	0,584	-0,006	0,578	-0,009	0,580	0,410	-0,010
F1 Questões	-0,020	0,318	-0,011	0,313	-0,014	0,315	0,393	-0,029

Tabela 3 – Resultados globais do grau de significância estatística e tamanho do Efeito (diferença de medidas em unidade Standard) das diferenças entre os grupos de Ciências e Humanas e os índices médios das frases, categorias e questões para os professores em exercício. Fonte: Relatório final do PIEARCTS, NIEPCTS, 2010.

Apesar da ausência de diferenças estatisticamente significativas em nível global, é possível perceber a existência de diferenças significativas que favoreçam um grupo ou outro a partir da análise de resultados das variáveis (frases, categorias e questões) em separado. Globalmente as diferenças dessas variáveis de um ou outro grupo se compensam para produzir pequenas diferenças.

As frases singulares do questionário, cujos índices atitudinais mostram diferenças (positivas e negativas) estatisticamente significativas ( $p < 0.01$ ) entre Ciências e Humanas, estão resumidas na Tabela 05, abaixo. Apesar de serem poucas (04 frases), nesse grupo de frases aparecem variáveis tanto positivas (01) quanto negativas (03), sendo que essas últimas indicam que os professores em exercício do grupo de Humanas têm crenças melhores que os professores em exercício do grupo de Ciências. Nas primeiras, apenas uma frase indica que os professores em exercício do grupo de Ciências têm crenças melhores que os professores de Humanas. Esse grupo (professores em exercício) mostra diferenças que alcançam um tamanho do Efeito significativo e relevante, com índices que superam o valor de corte ( $> .30$ ) com grau de significância também dentro do parâmetro ( $p < 0.01$ ) estabelecido.

Frases	Significância	Tamanho do efeito
F1_C_20141I_I_Governo política de um país	0,0060	0,2605
F1_90621D_P_método científico	0,0077	-0,2525
F1_60111E_P_Motivações	0,0052	-0,2609
F1_C_30111A_I_Interação CTS	0,0004	-0,3310

Tabela 4.– Resultados globais do grau de significância estatística e tamanho do efeito (diferença de medias em unidades Standard) das diferenças entre os grupos de ciências e humanas e os índices médios das frases de ambas as formas do questionário para professores em exercício. Fonte: Relatório final do PIEARCTS, NIEPCTS, 2010.

A tabela 4 mostra as frases com diferenças estatisticamente significativas estão distribuídas entre as dimensões 2, 3, 6 e 9, que correspondem, respectivamente, as questões (20141, 30111, 60111 e 90621). O caso mais destacado refere-se às questões com o rótulo C (20 141, 30111), que fazem parte das questões que mais tiveram consenso entre os especialistas. A variável categoria não apresenta diferenças estatisticamente

significativas, bem como não há nenhuma questão da forma 1 que expresse diferenças significativas para este grupo.

Em resumo, para o grupo de professores em exercício as diferenças entre Ciências e Humanas são relativamente pequenas, porém apresentam em seus índices (frases, categorias e questões) valores muito baixos de crenças e atitudes em relação a C&T e NdC&T.

Cabe lembrar, ainda, que as diferenças estatisticamente significativas, mesmo sendo poucas, quando existem são ligeiramente favoráveis ao grupo de Humanas, com aproximadamente 86% dos efeitos negativos. O maior grau de significância obtido está na questão 30111, na frase (A), pertencente à categoria de frases Ingênuas e que também obteve o consenso entre os juízes (figura 1, abaixo). Essa questão trata da influência triádica entre Ciência, Tecnologia e Sociedade.

*30111 Qual dos seguintes diagramas representaria melhor as interações mútuas entre a ciência, a tecnologia e a sociedade? (As setas simples indicam uma única direção para a relação e as duplas indicam interações mútuas. As setas mais grossas indicam uma relação mais intensa que as finas e estas mais que as tracejadas; a ausência de seta indica inexistência de relação).*

A)      Ciência     $\longrightarrow$     Tecnologia     $\longrightarrow$     Sociedade

B)      Tecnologia     $\longrightarrow$     Ciência     $\longrightarrow$     Sociedade

C)       $\begin{array}{ccc} & \text{Ciência} & \\ & \swarrow \quad \searrow & \\ \text{Tecnologia} & \text{---} & \text{Sociedade} \end{array}$

D)       $\begin{array}{ccc} & \text{Ciência} & \\ & \swarrow \quad \searrow & \\ \text{Tecnologia} & \text{---} & \text{Sociedade} \end{array}$

E)       $\begin{array}{ccc} & \text{Ciência} & \\ & \swarrow \quad \searrow & \\ \text{Tecnologia} & \text{---} & \text{Sociedade} \end{array}$

F)       $\begin{array}{ccc} & \text{Ciência} & \\ & \swarrow \quad \searrow & \\ \text{Tecnologia} & \text{---} & \text{Sociedade} \end{array}$

G)       $\begin{array}{ccc} & \text{Ciência} & \\ & \swarrow \quad \searrow & \\ \text{Ciência} & \text{---} & \text{Tecnologia} \\ & \text{Sociedade} & \end{array}$

Figura 1.- Questão 30111 do COCTS. Fonte – PIEARCTS.

### Análise da questão 30111 do COCTS

A questão 30111 é a única representante da dimensão 3 “Influência triádica”, do subtema interações. É composta por 7 alternativas que representam as múltiplas possibilidades de interações entre a Ciência, Tecnologia e Sociedade (esquemas), conforme mostrado na figura 1 acima, e merece uma atenção especial, pois apresentou um tamanho de efeito estatisticamente significativo, conforme mostrado na tabela 4 acima.

A questão "Qual dos seguintes diagramas representaria melhor as interações mútuas entre a ciência, a tecnologia e a sociedade? (As setas simples indicam uma única direção para a relação e as duplas indicam interações mútuas. As setas mais grossas indicam uma relação mais intensa que as finas e estas mais que as tracejadas; a ausência de seta indica inexistência de relação)" apresenta, como respostas, frases ingênuas (5) e frases adequadas (2), totalizando 7 frases. Dessas 7 frases, 4 apresentam consenso entre os juízes: as alternativas B, E, F e G, respectivamente, conforme mostra a figura 2, abaixo.

Nas quatro frases abaixo (figura 2) "B e G", estão classificadas como sendo uma frase ingênuas; "E e F" como frases adequadas, ficando as frases A, C e D classificadas como ingênuas e sua classificação sem consenso de pelos juízes.

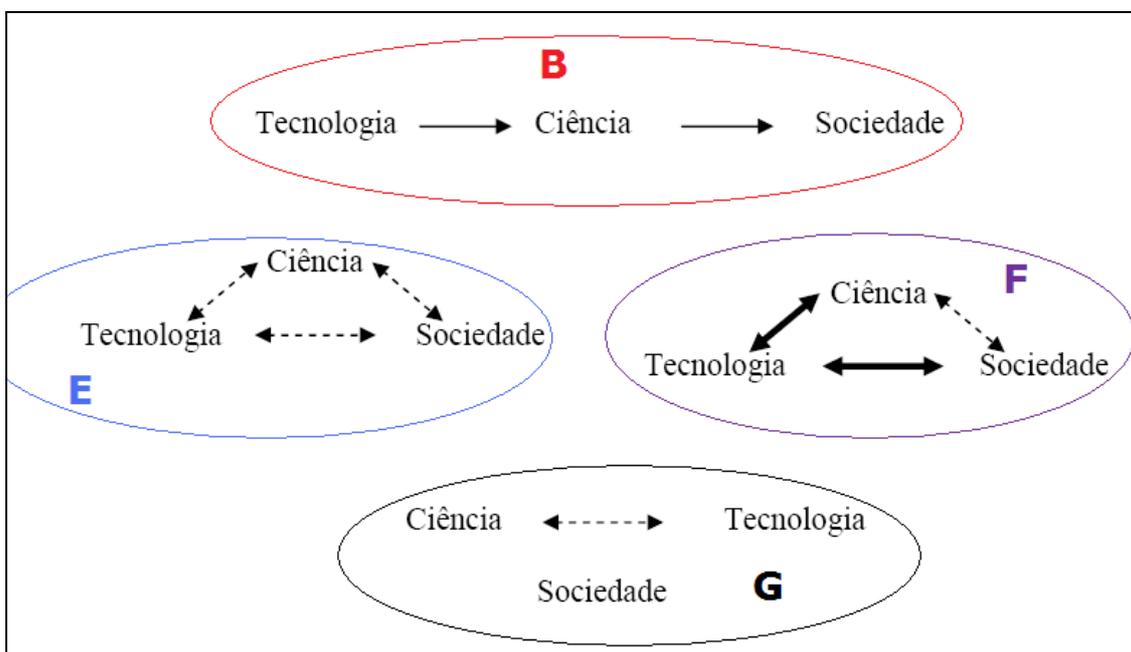


Figura 2.- Frases (respostas) à questão 30111. Fonte: adaptado do PIEARCTS.

Apesar da questão não apresentar em sua totalidade diferença significativa entre os professores de Ciências e Humanas, quando analisamos separadamente cada uma das frases que compõem a questão 30111 percebemos índices muito abaixo do desejado para esse grupo, o que reforça a necessidade urgente de uma mudança nos currículos de formação de professores, e a necessidade de uma formação contínua durante o exercício da docência.

A figura 3, abaixo, apresenta o resultado individual da frases (esquemas) da questão 30111 para o grupo de Ciências e Humanas através dos índices médios.

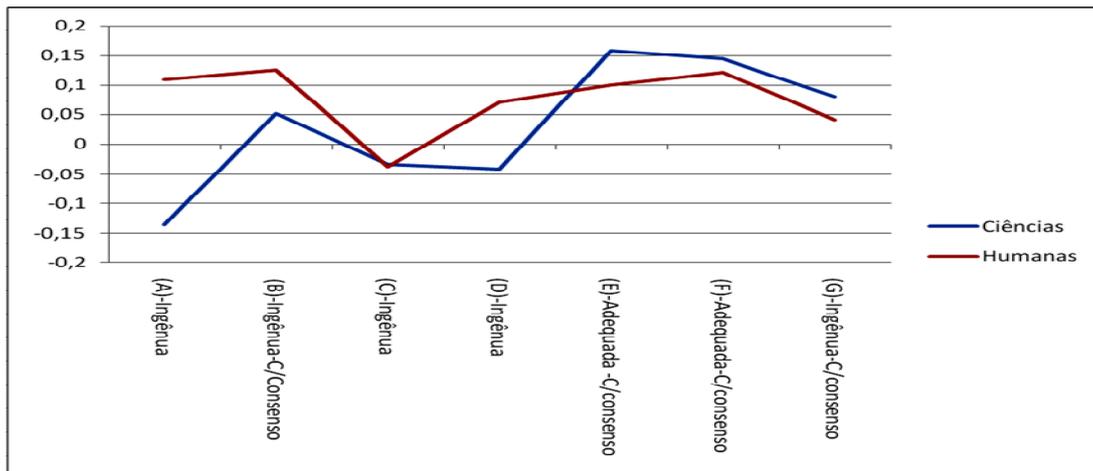


Figura 3.- Índices médios entre professores de Ciências e Humanas e para os esquemas de respostas da questão 30111.

Esses resultados reforçam os dados apresentados na tabela 4, que mostra uma pequena vantagem para os professores do grupo de Humanas nessa questão (facilmente observado na figura 3), com índices maiores nas frases A, B e D em relação aos professores de Ciências.

Os resultados expressos pelos índices das frases da questão 30 111 que explora as temáticas que permeiam a Sociologia Externa a Ciência, principalmente as relações que os grupos sociais desenvolvem com a ciência e tecnologia através das relações bidirecionais entre a Sociedade e o sistema da Ciência e Tecnologia, estudando a influencia da primeira com a segunda e da segunda com a primeira” Manassero e Vazquez (1998). Reforçam a ideia de que essas temáticas não são contempladas na prática durante o processo de formação, o que reforça a necessidade de mudanças nos currículos de formação de professores no Brasil, de forma a equilibrar os três objetivos elucidados por Bybee (1987), currículos possam fomentar a contextualização entre o desenvolvimento científico, tecnológico e social através do envolvimento de temas públicos de forma que haja uma melhora no pensamento crítico dos estudantes acerca das relações CTS. Contudo, a maioria destas discrepâncias encontradas na pesquisa refere-se a questões demasiadamente abstratas para terem alguma repercussão na vida diária estudantes/professores por consequência no exercício pleno da cidadania (Abd-El-Khalick e Boujaoude, 1997), logo, deve se evitar a tentativa de reproduzir intenções curriculares que possam expressar na sala de aula complexas reflexões metacognitivas, nem tão pouco problemas complexos que tanto a ciência como a tecnologia ainda estão por resolver; não se pretende formar filósofos nem sociólogos da ciência, mas ter propostas de formação que ajudem os futuros professores a compreender melhor a ciência e a tecnologia contemporâneas. (Abd-El-Khalick, Bell e Lederman, 2000; Eflin, Glennan e Reisch, 1999; Felske, Chiappetta e Kemper, 2002; Manassero, Vázquez e Acevedo, 2004; Acevedo, J. A. Et al, 2003)

### Conclusões

A aplicação dos questionários junto aos professores investigados foi um momento de aprendizagem para os mesmos. Muitos afirmaram que não haviam aprendido ou ensinado, até então, praticamente nenhum conteúdo

relacionado à CTS. A compreensão acerca de como funcionam a C&T no mundo atual, a NdC&T e as relações com CTS como um componente central da alfabetização científica para todos os cidadãos, parece, de fato, estar distante dos currículos e das salas de aula, apesar de contemplados nos documentos oficiais brasileiros.

Tanto o objetivo de conhecimento quanto o de melhoria de aspectos relacionados à CTS, propostos pelo PIEARCTS, são metas ainda distantes de serem alcançadas no processo de ensino brasileiro. Para o objetivo conhecimento, que pretende-se diagnosticar as crenças e atitudes de professores sobre os temas CTS, os resultados revelaram crenças ingênuas. Isso indica a necessidade de maiores investimentos em estudos e pesquisas relacionados com temas CTS na formação de professores. Em se tratando da educação científica e tecnológica precisamos articular propostas concretas com vistas a melhorar a educação científica no Brasil.

Os resultados deste trabalho revelam que estamos apenas começando, pois os docentes têm crenças e atitudes ingênuas sobre NdC&T (Bennássar et al., 2010).. Essas crenças ingênuas são o reflexo do modelo de ensino ainda dominante na maioria das universidades (apesar das mudanças propostas nas legislações de ensino), que é pautado pelo positivismo lógico (objetividade, verdade, certeza, etc.) em detrimento de uma educação mais humana, cujos aportes estão em disciplinas das áreas da filosofia, história, sociologia, excluídas dos currículos de Ciências. Os cursos de graduação, especialmente de licenciaturas, que são responsáveis pela formação de professores, ainda não contemplam de forma explícita, em seus currículos, as questões CTS, o que indica a necessidade não apenas de inclusão desses temas CTS, mas também de um investimento na formação dos formadores de professores em relação ao tema.

O estudo acerca da NdC&T é, sem dúvidas, uma das melhorias a serem incluídas nos currículos escolares nas próximas ações formativas das distintas etapas educativas, no que se refere ao planejamento, desenho e inovação do currículo, e na formação inicial e continuada de professores, se o que desejamos, de fato, é uma AC&T de qualidade.

### **Referências bibliográficas**

Abd-El-Khalick, F. e N.G. Lederman (2000). The influence of history of science courses on students' view of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(10), 1057-1095.

Acevedo, J.A.; Acevedo, P.; Manassero, M.A. e A. Vázquez (2001). Avances metodológicos en la investigación sobre evaluación de actitudes y creencias CTS. *Revista Iberoamericana de Educación*, edición electrónica. Em: <http://www.campus-oei.org/revista/deloslectores/Acevedo.PDF>.

Acevedo, J.A.; Vázquez, A. e M.A. Manassero (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(2), artículo 1, <http://www.saum.uvigo.es/reec/>.

Aikenhead, G.S. (1994) The social contract of science: implications for teaching science. Em: Solomon, J. e Aikenhead, G. (Eds.), *STS education -*

*International perspectives on reform.* (pp.11-20). New York: Teachers College Press.

Aikenhead, G.S. (1988). An analysis of four ways of assessing student beliefs about STS topics. *Journal of Research in Science Teaching*, 8, 25, 607-629.

Aikenhead, G.S. e A.G. Ryan (1992). The development of a new instrument: 'Views on Science-Technology-Society' (VOSTS). *Science Education*, 5, 76, 477-491.

Aikenhead, G.S., Ryan, A.S. e R.W. Fleming (1989). *Views on science-technology-society* (form CDN. mc. 5). Saskatoon, Canadá: Department of Curriculum Studies, College of Education, University of Saskatchewan. Em: <http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/vosts.pdf>.

Auler, D. e Bazzo, W. A. (2001). Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. In *Ciência & Educação*, 7, 1, 1-13. Em: <http://www.cultura.ufpa.br/ensinofts/artigo4/ctsbrasil.pdf>.

Bennássar, A.; Vázquez, A.; Manassero M.A. e A. García-Carmona (Coor.). (2010). *Ciencia, tecnología y sociedad en Iberoamérica: Una evaluación de la comprensión de la naturaleza de ciencia y tecnología*. Madrid: *Centro de Altos Estudios Universitarios de la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI)*. (pp.81-97). Madrid. Em: <http://www.oei.es/salactsi/DOCUMENTO5vf.pdf>.

Bybee, R.W. (1987). Science education and the science-technology-society (STS) theme. *Science Education*, 71, 5, 667-683.

Bybee, R.W. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Portsmouth, NH: Heinemann.

Chen, S. (2006a). Development of an instrument to assess views on nature of science and attitudes toward teaching science. *Science Education*. 90, 5, 803-819.

Chen, S. (2006b). Views on Science and Education (VOSE) questionnaire. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*. 7, 2, 132-141. Em: <http://www.ied.edu.hk/apfslt/>.

DeBoer, G. (2000). Scientific Literacy: Another Look at Its Historical and Contemporary Meanings and Its Relationship to Science Education Reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 6, 582-601.

Fagundes, S.M.K.; Lamarque, T.; Piccini, I.P. e E.A. Terrazzan (2009). Produções em educação em ciências sob a perspectiva CTS/CTSA. In *Anais do VII ENPEC*, Florianópolis/SC/BR. Em: <http://www.foco.fae.ufmg.br/conferencia/index.php/enpec/viiienpec/paper/viewfile/1120/511>.

Fourez, G. (1997). Scientific and Technological Literacy. *Social Studies of Science*, 27, 6. 903-936. Em: <http://sss.sagepub.com/content/27/6/903>.

Gardner, P.L. (1996). The dimensionality of attitude scales: a widely misunderstood idea. *International Journal of Science Education*, 18, 8, 913-919. Em: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0950069960180804#preview>

Gil-Pérez, D., Vilches, A., Edwards, M., Praia, J., Valdés, P., Vital, M.L., Tricárico, H. e C. Rueda (2003). A Educação Científica e a Situação do Mundo: Um Programa de Actividades dirigido a Professores. *Ciência & Educação*. 9, 1, 123-146.

Kemp, A.C. (2002). Implications of diverse meanings for "scientific literacy". *Em: Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science. Proceedings of the Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science*. 1202-1229.

Kopfler, L. e W. Cooley (1963). The history of science cases for high schools in the development of students understanding of science and scientific. *Journal of Research in Science Teaching*, 1, 1, 33-47.

Lederman, N.G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: a review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 4, 331- 359.

Laugksch, R.C. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education*, 84, 1, 71-94.

Lopes Cerezo, J.A. e J.M. Sánchez Ron (2000). *Ciencia, Tecnologia, Sociedad y Cultura en el cambio de siglo*. Madrid (Espanha): Biblioteca Nueva.

Maciel, M.D.; Bispo-Filho, D.O.; Colussi, F.E.L. e J.C. Ribeiro (2009) Atitudes CTS de estudantes e professores diagnosticadas na ação brasileira do Proyecto Iberoamericano de Evaluación de Actitudes Relacionadas con la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (PIEARCTS) *Em: Anais do VII ENPEC- Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. (pp.1-9). Florianópolis/SC/BR: ABRAPEC.

Maciel, M.D.; Bispo-Filho, D.O.; Guazzelli, I.R.B. e A. Vázquez (2010). Algumas Atitudes Identificados na Ação Brasileira junto ao Proyecto Iberoamericano de Evaluación de Actitudes Relacionadas con la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (PIEARCTS). *Em: Anais do II Seminário Iberoamericano de CTS*. (pp. 1-8). Brasília/BR: UB.

Manassero, M.A. e A. Vázquez (1998). *Opinions sobre ciència, tecnologia i societat*. Palma de Mallorca: Govern Balear, Conselleria d'Educació, Cultura i Esports.

Manassero, M.A., Vázquez, A. e J.A. Acevedo (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 J.A. Acevedo (2003). *Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS)*. Princeton, NJ: Educational Testing Service.

Manassero, M.A., Vázquez, A. e J.A. Acevedo (2004). Evaluación de las actitudes del profesorado respecto a los temas CTS: nuevos avances metodológicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 22, 2, 299-312.

Membiela, P. (2002). *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva ciencia-tecnología-sociedad: formación científica para la ciudadanía*. Madrid: Narcea.

Membiela, P. (1997). Una revisión del movimiento educativo Ciencia-Tecnología-Sociedad. *Enseñanza de las Ciencias*, 15, 1, 51-57.

Rubba, P. e H. Andersen (1978). Development of an instrument to assess secondary school students' understanding of the nature of scientific knowledge. *Science Education*, 62, 4, 449-458.

Rubba, P.A. e W.L. Harkness (1993). Examination of preservice and in-service secondary science teachers' beliefs about Science-Technology-Society interactions. *Science Education*, 77, 4, 407-431.

Santos, W.L.P. e E.F. Mortimer (2002). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, 2, 2, 1-23. Em: <http://www2.ufpa.br/ensinofts/artigos2/wildsoneduardo.pdf>.

Shrigley, R.L. e T.R. Koballa Jr., (1992). A decade of attitude research based on Hovland's learning model. *Science Education*, 76, 1, 17-42.

Vázquez, A. (2010). Importância da alfabetização científica e do conhecimento acerca da natureza da Ciência e da Tecnologia para a formação de um cidadão. Em: M.D. Maciel, C.L.C. Amaral e I.R.B. Guazzelli (Org.), *Ciência Tecnologia & Sociedade: Pesquisa e Ensino*. (pp. 43-70). São Paulo (Brasil): Terracota.

Vázquez, A.; Acevedo, J.A.; Manassero, M.A. e P. Acevedo (2004). Hacia un consenso sobre la naturaleza de la ciencia en la enseñanza de las ciencias. En I.P. Martins, F. Paixão y R. Vieira (Org.): *Perspectivas Ciência-Tecnologia-Sociedade na Inovação da Educação em Ciência* (pp. 129-132). Aveiro (Portugal): Universidade de Aveiro.

Vázquez, A.; Castillejos, S.A.; García-Ruiz, M., Garritz; A., Manassero, M.A.; Martín, M.; Quetglas, B. e C. Rueda (2008). Proyecto de Investigación Iberoamericano en Evaluación de Actitudes Relacionadas con la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (PIEARCTS). Memoria del I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS+I. México D.F. (19 al 23 de junio). Em: <http://www.oei.es/memoriasctsi/simposio/simposio09.pdf>.

Vázquez, A. e M.A. Manassero (1999). Response and scoring models for the 'Views on Science-Technology-Society' Instrument. *International Journal of Science Education*, 21, 3, 231-247.

Vázquez-Alonso, Á., e M.A. Manassero (2012). La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte 1): Una revisión de las aportaciones de la investigación didáctica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 9(1), 2-33.

Vázquez, A.; Manassero, M.A. e J.A. Acevedo (2005). Análisis cuantitativo de ítems complejos de opción múltiple en ciencia, tecnología y sociedad: Escalamiento de ítems. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 7, 1, 1-31. Em: <http://redie.uabc.mx/vol7no1/contenido-vazquez.html>.

Vázquez, A.; Manassero, M.A. e J.A. Acevedo (2006). An analysis of complex multiple-choice Science-Technology-Society items: Methodological development and preliminary results. *Science Education*, 90, 4, 681-706.

**Anexo 1: Composição do COCTS (temas, sub-temas e definições)**

Temas	Sub-temas	Questões do COCTS
<b>Definições</b>		
1. Ciência e tecnologia	01. Ciência	10111, 10113*
	02. Tecnologia	10211
	03. I+D	10311
	04. Interdependência	10411, 10412*, 10413*, 10421, 10431*
<b>Sociologia extrema a Ciência</b>		
2. Influência da sociedade sobre a ciência e tecnologia	01. Governo	20111, 20121, 20131, 20141, 20151
	02. Indústria	20211
	03. Militar	20311, 20321
	04. Ética	20411
	05. Instituições educativas	20511, 20521
	06. Grupos de interesse especial	20611
	07. Influência sobre os cientistas	20711
	08. Influência geral	20811*, 20821*
3. Influência triádica	01. Interação CTS	30111
4. Influência da ciência e tecnologia sobre a sociedade	01. Responsabilidade social	40111, 40121, 40131, 40142, 40161
	02. Decisões Sociais	40211, 40221, 40231
	03. Problemas sociais	40311, 40321
	04. Resoluções de problemas	40411, 40421, 40431, 40441, 40451
	05. Bem estar econômico	40511, 40521, 40531
	06. Contribuição ao poder militar	40611
	07. Contribuição do pensamento social	40711
	08. Influência geral	40811*, 40821*
5. Influência da ciência escolar sobre a sociedade	01. União das culturas	50111
	02. Fortalecimento social	50211
	03. Caracterização escolar da ciência	50311
<b>Sociologia interna da Ciência</b>		
6. Características dos cientistas	01. Motivações	60111
	02. Valores e normas	60211, 60221, 60222, 60226
	03. Crenças	60311
	04. Capacidades	60411, 60421
	05. Efeitos do gênero (masculino e feminino)	60511, 60521, 60531
	06. Infra-representações das mulheres	60611
7. Construção social do conhecimento científico	01. Coletivo social	70111, 70121
	02. Decisões científicas	70211, 70221, 70231
	03. Comunicação profissional	70311, 70321
	04. Competência profissional	70411
	05. Interações sociais	70511
	06. Influência dos indivíduos	70611, 70621
	07. Influência nacional	70711, 70721

	08. Ciência pública e ciência privada	70811
8. Construção social da tecnologia	01. Decisões tecnológicas	80111, 80121, 80131
	02. Autonomia da tecnologia	80211
Epistemología		
9. Natureza do conhecimento científico	01. Observações	90111
	02. Modelos científicos	90211
	03. Esquemas de classificação	90311
	04. Provisoriedade	90411
	05. Hipóteses, teorias e leis	90511, 90521, 90531, 90541
	06. Aproximação para as investigações	90611, 90621, 90631, 90641, 90651
	07. Precisão e incerteza	90711, 90721
	08. Raciocínio lógico	90811
	09. Pressupostos da ciência	90921
	10. Estado epistemológico	91011
	11. Paradigmas e coerência conceitual	91111, 91121

**Anexo 2: questões do COCTS utilizadas na forma 1**

Dimensões	Forma 1 – 15 questões
Definição da ciência e da tecnologia	F1_10111 ciência
	F1_10411 interdependência
Interações ciência/tecnologia/sociedade	F1_30111 Interações CTS
Influência da sociedade na CyT	F1_20141 política do governo do país
	F1_20411 ética
Influência da CyT na sociedade	F1_40161 responsabilidade social da contaminação
	F1_40221 decisões morais
	F1_40531 bem estar social
Sociología interna de CyT	F1_60111 motivações
	F1_60611 infrarepresentações das mulheres
	F1_70231 decisões por consenso
	F1_80131 vantagens para sociedade
Epistemología	F1_90211 modelos científicos
	F1_90411 provisoriedade
	F1_90621 método científico