



Uma análise da percepção de professores e alunos sobre as relações CTS a partir do PIEARCTS

An analysis of teachers' and students' perceptions of STS relationships based on PIEARCTS

Mylena Guedes Passeri

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca
mylena.passeri@gmail.com

Alvaro Chrispino

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca
alvaro.chrispino@gmail.com

Resumo:

Considerando a importância do entendimento da influência triádica entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS) para uma participação cidadã mais ativa e democrática, busca-se aqui investigar os resultados encontrados em uma questão do Questionário de Opiniões sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade (QOCTS), do Projeto Ibero-americano de Avaliação de Atitudes Relacionadas com Ciência, Tecnologia e Sociedade (PIEARCTS¹), que trata das múltiplas interações CTS. A questão foi aplicada a estudantes da educação básica e do ensino superior em tecnólogo de gestão ambiental e a professores do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET). Os resultados se mostram abaixo do desejável, especialmente no grupo de professores, reforçando a necessidade de alterações curriculares e melhorias na formação inicial e continuada docente para que, assim, seja viabilizada uma prática educadora mais adequada com os aspectos da Natureza da Ciência (NdC) e da alfabetização científica.

Palavras-chave: Ciência-Tecnologia-Sociedade; Projeto Ibero-americano de Avaliação de Atitudes Relacionadas com Ciência, Tecnologia e Sociedade; Questionário de Opiniões; crenças e atitudes.

Abstract:

Considering the importance of understanding the three-way influence between science, technology and society (STS) for a more active and democratic citizen participation, the goal here is to investigate the results obtained from a question, in the Questionnaire of Opinions on Science, Technology and Society (QOSTS) created within the Ibero-American Project for the Evaluation of Attitudes Related to Science, Technology and Society (PIEARCTS), which addresses the STS's multiple interactions. The question was presented to students from compulsory education and from university (Environmental Management course), as well as to teachers from the "Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca" (CEFET). Results fell short of expectations, especially in the teachers group,

¹ "Proyecto de Investigación EDU2010-16553 financiado por una ayuda del Plan Nacional de I+D+i del Ministerio de Ciencia e Innovación (España)". Auxílio do CNPq Edital Universal de 2013, proc. 477727/2013-1.



reinforcing the need of curricular changes and improvements in initial and continuous teacher training, in order to achieve education practices that better fit the Nature of Science (NoS) and scientific literacy.

Keywords: Science, technology and society; Ibero-American Project for the Evaluation of Attitudes Related to Science, Technology and Society; Questionnaire of Opinions; beliefs and attitudes.

Resumen:

Considerando la importancia del entendimiento de la influencia trádica entre ciencia, tecnología y sociedad (CTS) para una participación ciudadana más activa y democrática, el propósito del presente trabajo es investigar los resultados encontrados en una pregunta del Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS) del Proyecto Iberoamericano de Evaluación de actitudes Relacionadas con la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (PIEARCTS) que aborda las múltiples interacciones CTS. La pregunta fue aplicada a estudiantes de educación secundaria y de enseñanza superior en el curso de Tecnología de Gestión Ambiental y a profesores del Centro Federal de Educación Tecnológica Celso Suckow (CEFET). Los resultados se muestran por debajo de lo deseable, especialmente en el grupo de profesores, reforzando la necesidad de alteraciones curriculares y mejoras en la formación inicial e continuada docente para que, así, sea visibilizada una práctica educadora más adecuada con los aspectos de la Naturaleza de la Ciencia (NdC) y de la alfabetización científica.

Palabras clave: Ciencia, tecnología y sociedad; Proyecto Iberoamericano de Evaluación de Actitudes Relacionadas con la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad; Cuestionario de Opiniones; creencias y actitudes.

Introdução

O entendimento de aspectos da Natureza da Ciência (NdC) está relacionado a uma gama de conhecimentos, que incluem: o que é a atividade científica, como ela é feita, quem a produz, quais interesses estão envolvidos nesse processo, como funciona a produção de conhecimento científico, os aspectos éticos que podem estar envolvidos, entre outros. Essas ideias são provenientes de diversas áreas de estudos, caracterizando o tratamento interdisciplinar da NdC, o que pode auxiliar na formação de cidadãos esclarecidos de forma mais complexa, mais reflexivos, críticos e atuantes. Neste contexto, o entendimento das relações múltiplas e complexas entre a ciência, a tecnologia e a sociedade (CTS) se destaca, pois, permite a participação mais democrática e informada dos indivíduos na sociedade.

Neste trabalho, busca-se analisar o entendimento de alunos e professores sobre as relações CTS. Para tanto, pretende-se analisar os dados obtidos a partir da aplicação do Questionário de Opiniões sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade (QOCTS) do Projeto Ibero-americano de Avaliação de Atitudes Relacionadas com a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade (PIEARCTS). O foco da análise será a questão 30111, categorizada na dimensão da Sociologia Externa a Ciência do QOCTS, que envolve a identificação de representações gráficas sobre as interações CTS.



Contextualização Teórica

Diferentes áreas de estudos, como a história, a filosofia, a sociologia e a epistemologia da ciência, estão imbricadas, cada uma a sua maneira, no conceito NdC, que inclui aspectos sobre o que é a atividade científica, como se dá seu funcionamento, como ocorre a construção e o desenvolvimento de conhecimento científico, os aspectos axiológicos envolvidos no processo, como ocorre as interferências e influências da sociedade na ciência e na tecnologia e o inverso, entre outros. (Acevedo-Díaz, 1996; Acevedo-Díaz & Vázquez-Alonso, 2002; Acevedo-Díaz, Vázquez-Alonso, Acevedo-Romero, & Manassero-Mas, 2005; Matthews, 1995; McComas, 2008; Vázquez-Alonso, Manassero-Mas, Acevedo-Díaz, & Acevedo-Romero, 2008; Vázquez-Alonso, Manassero-Mas, & Montesano de Talavera, 2010; Vilas Boas, Silva, Passos, & Arruda, 2013).

Assim, a natureza interdisciplinar, dialética e complexa da NdC gera dificuldades para se obter consensos amplos sobre seus aspectos. Contudo, a importância de inserir essa temática no ensino de ciências se mostra bastante consensual. Entre os aspectos da NdC, o entendimento das relações existentes entre a ciência, a tecnologia e a sociedade (CTS) se destaca por ser fundamental para uma alfabetização científico-tecnológica mais qualificada na formação de cidadãos mais atuantes e críticos, que possam participar mais democraticamente na tomada de decisões na sociedade e se apropriar da NdC em sua vida cotidiana (Acevedo-Díaz & Vázquez-Alonso, 2002; Acevedo-Díaz et al., 2005; Auler, 2002; Auler & Delizoicov, 2001; Matthews, 1995; Praia, Gil-Pérez, & Vilches, 2007; Vilas Boas et al., 2013).

Estudos empíricos na área de didática das ciências mostram que os estudantes e os professores não possuem uma compreensão informada sobre a NdC, incluindo a compreensão das múltiplas relações CTS (McComas, 2008; Praia et al., 2007; Vázquez-Alonso et al., 2010). Auler (2002, p. 170) diagnostica ainda que essa compreensão inadequada perpassa pela “ausência de reflexão, passividade e, acima de tudo, a incapacidade de reação, a ausência de perspectivas quanto a encaminhamentos alternativos em relação ao desenvolvimento científico-tecnológico contemporâneo e sua repercussão na sociedade”.

Auler e Delizoicov (2001, p. 6) defendem a alfabetização científico-tecnológica a partir de uma perspectiva ampliada, na qual as relações CTS são tratadas de maneira mais esclarecida e problematizada; “os conteúdos são considerados como meios para a compreensão de temas socialmente relevantes”.

A superação de uma percepção ingênua e mágica da realidade exige, cada vez mais, uma compreensão dos sutis e delicados processos de interação entre CTS. Exige um “desvelamento” dos discursos ideológicos vinculados à CT, manifestos, muitas vezes, na defesa da entrega do destino, da sociedade, à tecnocracia. Uma realidade, uma sociedade, em seu conjunto, aparentemente imobilizada, anestesiada pelo discurso pragmático, vinculado ao progresso científico e tecnológico, de não perder o trem da história. (Auler & Delizoicov, 2001, p. 8)

Auler (2002) ressalta que o estímulo a reflexões mais críticas na sociedade necessita da desmistificação de três aspectos: a suposta superioridade do modelo de decisões tecnocráticas (relacionadas com a visão ingênua de neutralidade da ciência), a perspectiva salvacionista atribuída à ciência e a tecnologia (crença de que mais ciência e tecnologia geram, automaticamente, melhorias para o bem-estar da sociedade - modelo de progresso linear) e o determinismo tecnológico. Esses esclarecimentos sobre a NdC são fundamentais para o desenvolvimento de conhecimentos



tecnocientíficos adequados e contextualizados na sociedade.

Bazzo, Linsingen e Pereira (2003), Quintas (2004) e Lima (2004) também destacam que a visão ingênua da relação entre o desenvolvimento tecnocientífico e a ideia de progresso social acarreta em falta de reflexões críticas acerca dos riscos sociais e ambientais de tais inovações, contribuindo para a crise civilizatória² vivenciada. Para superar esse quadro é fundamental o entendimento de que o modo de vida, as decisões cotidianas, os hábitos de produção e de consumo dos bens e os valores (ética e moral) da sociedade estão intimamente relacionados às questões sociais e ambientais (Corraliza-Rodriguez & Arágones-Tapia, 2002; Lima, 2004; Linsingen et al., 2003; Quintas, 2004; Tassara, 2006).

O ensino de ciências “tem como uma de suas principais funções a formação do cidadão cientificamente alfabetizado” (Krasilchik & Marandino, 2007, p. 19). Nesse sentido, acredita-se que a promoção de reflexões críticas acerca da NdC e das relações CTS se mostra como um caminho essencial para a melhoria da alfabetização científica dos cidadãos (Acevedo-Díaz & Vázquez-Alonso, 2002; Praia et al., 2007) e da gestão ambiental (Corraliza-Rodriguez & Arágones-Tapia, 2002), promovendo melhorias na qualidade de vida da sociedade. Acevedo-Díaz e Vázquez-Alonso (2002, p. 24) concordam com essa abordagem, enfatizando que a mesma “promove a possibilidade de uma participação responsável, bem informada e com fundamentos, dos cidadãos nas políticas científicas e tecnológicas para um desenvolvimento mais justo e sustentável” (tradução livre). Krasilchik e Marandino (2007, p. 27) complementam ainda que “(...) ser letrado cientificamente significa não só saber ler e escrever sobre ciência, mas também cultivar e exercer as práticas sociais envolvidas com a ciência (...) fazer parte da cultura científica”.

Metodologia

Foram aplicados 497 QOCTS a alunos e professores do CEFET, sendo 299 estudantes iniciais (pré-universitários ou no início da universidade), 27 estudantes iniciais do curso de tecnólogo em gestão ambiental, 58 estudantes finais (final da universidade) e 113 professores. Analisou-se os dados obtidos na questão 30111, que trata das interações entre a Ciência (C), a Tecnologia (T) e a Sociedade (S) – CTS –, categorizada na dimensão da Sociologia Externa a Ciência (figura 1) no QOCTS do PIEARCTS, explicitado adiante.

² Acredita-se que os problemas socioambientais vivenciados são frutos de uma crise civilizatória que foi historicamente produzida pelas relações sociais, políticas, econômicas, culturais, entre outras, que se estabeleceram na sociedade (Corraliza-Rodriguez & Arágones-Tapia, 2002; Lima, 2004; Linsingen, Bazzo & Pereira, 2003; Quintas, 2004; Tassara, 2006).



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 → Tecnologia → Sociedade
- ☐ B) Tecnologia → Ciência → Sociedade
- ☐ C)
- ☐ D)
- ☐ E)
- ☐ F)
- ☐ G)

Figura 1. Questão 30111 do QOCTS, Forma 1.

Projeto Ibero-americano de Avaliação de Atitudes Relacionadas com a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade - PIEARCTS

O PIEARCTS foi desenvolvido em colaboração entre sete países (Argentina, Brasil, Colômbia, Espanha, México, Panamá e Portugal) para averiguar atitudes e crenças de professores e estudantes em relação à NdC. A investigação foi focada em um grupo de (i) professores do ensino superior, (ii) um de alunos que estão no início e (iii) outro de alunos que estão no fim de seus cursos de graduação e, por último, (iv) um grupo de alunos em curso pré-universitário. A metodologia foi desenvolvida a partir dos questionários VOSTS (Views on Science-Technology-Society) e TBASTS (Teacher's Belief about ScienceTechnology-Society). Após adaptação ao contexto espanhol, teve origem o Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS), que, em português, traduz-se Questionário de Opiniões sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade (QOCTS)³ (Acevedo-Díaz, Acevedo-Romero, Manassero-Mas, & Vázquez-Alonso, 2001; Manassero-Mas & Vázquez-Alonso, 2001; Vázquez-Alonso et al., 2008; Vázquez-Alonso et al., 2010).

Os trabalhos já citados anteriormente esclarecem ainda que a versão do QOCTS utilizada no PIEARCTS é composta por 30 das 100 questões originais, divididas em duas partes (forma 1 e forma

³ Não serão detalhadas a origem e a construção do QOCTS. Nas referências encontram-se trabalhos fundamentados para este entendimento, especialmente Bennassar-Roig, Vázquez-Alonso, Manassero-Mas e García-Carmona (2011).



2 - F1 e F2), cada uma com 15 questões. Todas as questões apresentam estrutura similar composta por um texto introdutório sobre algum problema CTS seguido de opções de respostas múltiplas (entre quatro e dez frases que representam diferentes alternativas de respostas a esse problema). De acordo com seu grau de concordância com cada frase (tabela 1), o respondente pode atribuir valores como na Escala de Lickert - de 1 (*desacordo total*) a 9 (*acordo total*) - ou ainda classificá-la com grau E, que significa não entender a frase ou grau S, que significa não saber sobre o tema.

Tabela 1. Escala de avaliação de cada frase do QOCTS com a interpretação do seu significado tal como foi aplicada pelos juízes. Fonte: elaborada pela autora a partir de Vázquez-Alonso et al., 2008, p.36.

← MENOS ADEQUADAS			MAIS ADEQUADAS →					
Ingênuas, inadequadas			Plausíveis, parcialmente aceitáveis			Adequadas, apropriadas		
Totalmente Ingênuas	Muito ingênuas	Ingênuas	Pouco plausíveis	Plausíveis	Muito Plausíveis	Adequadas	Muito adequadas	Totalmente adequadas
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Os parâmetros usados para classificar as respostas foram estabelecidos a partir das avaliações de 16 juízes peritos anônimos⁴ que categorizaram cada alternativa de resposta em atitudes e crenças: adequadas (expressa uma opinião adequada sobre a atitude - coerente com os conhecimentos de história, epistemologia e sociologia da ciência), plausíveis (ainda que não seja totalmente adequada, a frase expressa alguns aspectos apropriados) ou inadequadas (a frase expressa um ponto de vista que não é adequado nem plausível)⁵ (Vázquez-Alonso et al., 2008).

Com esta escala é possível calcular um índice atitudinal global (que varia de -1 a +1) para cada questão. Para as frases adequadas, as respostas que recebem maior grau de concordância ganham pontuações mais altas (mais próximas do grau 9); o oposto é válido para frases inadequadas. As frases plausíveis devem receber pontuações medianas. Para calcular o índice atitudinal das respostas múltiplas se transformam as pontuações diretas (graus de 1 a 9) em pontuações finais de

⁴ "Os 16 juízes peritos 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-Alonso et al., 2008, p. 35).

⁵ "Se uma maioria qualificada de dois terços dos juízes (11 de 16) coincidirem na atribuição de uma pontuação a uma frase na categoria adequada (7, 8 ou 9), é interpretado que existe um consenso a respeito do que é ou não uma crença adequada sobre a natureza da ciência (NdC). Se a mesma maioria de dois terços coincidirem ao atribuir uma pontuação a uma frase na categoria ingênua (1, 2 ou 3), considera-se que existe consenso a respeito do que é ou não uma crença inadequada ou ingênua sobre a NdC". (Vázquez-Alonso et al., 2008, p. 36).



atitudes globais (de -1 a +1) seguindo um algoritmo. A resposta é considerada respondida de forma ingênua quando o índice atitudinal alcança valores mais próximos de -1; quanto mais próximo o resultado for de +1, a resposta é avaliada como tendo sido bem pontuada pelo respondente (Manassero-Mas & Vázquez-Alonso, 2001)⁶.

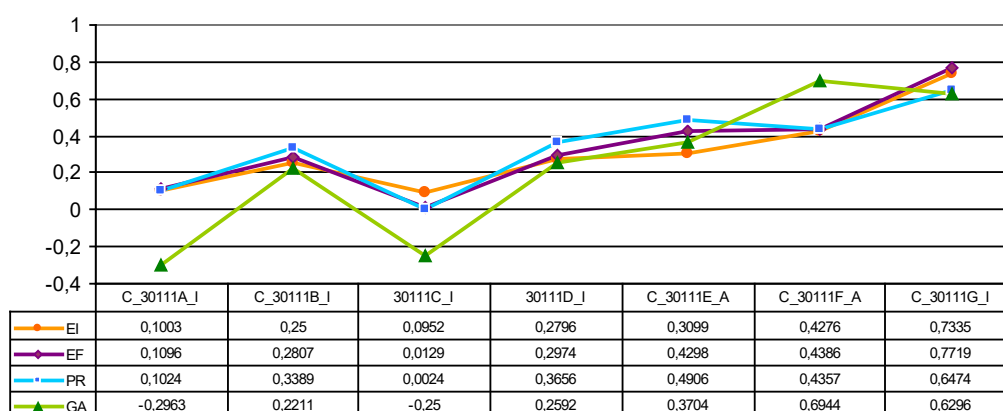
Resultados

Na questão 3011 não há respostas consideradas plausíveis pelos juízes peritos. Das 7 alternativas possíveis, 5 apresentam consenso entre os juízes: as alternativas A (ingênua), B (ingênua), E (adequada), F (adequada) e G (ingênua).

A avaliação dos juízes peritos estabelece as alternativas E e F como adequadas. Nestas representações, a ciência, a tecnologia e a sociedade estabelecem relações multidirecionais entre si; na alternativa F as relações entre a ciência e a tecnologia e entre a tecnologia e a sociedade são mais enfatizadas.

As alternativas A, B, C, D e G são consideradas como inadequadas pelos juízes peritos. As duas primeiras, A e B, representam uma visão linear entre as dimensões C, T e S: $C \rightarrow T \rightarrow S$ e $T \rightarrow C \rightarrow S$, respectivamente. As alternativas C e D apresentam setas unidirecionais e, portanto, excluem as interferências mútuas entre as três dimensões (C, T e S). A alternativa G pode ser considerada uma opção extremista, pois isola a sociedade de qualquer interação com as dimensões da ciência e/ou da tecnologia.

Os resultados obtidos com os estudantes iniciais (EI), os estudantes finais (EF), os estudantes em gestão ambiental (GA) e os professores (PR) do CEFET incluem os índices atitudinais médios de cada alternativa. Com isso, elaborou-se o gráfico 1.



⁶ O QOCTS pode ser utilizado para analisar questões individuais, um conjunto de questões que compõe um subtema ou através de temas mais amplos (como sociologia da ciência). A abrangência da análise é estabelecida pelo pesquisador, dependendo de suas intenções com o estudo.



Gráfico 1. Índice atitudinal por alternativa de estudantes pré-universitários/em anos iniciais (EI), estudantes em anos finais (EF), estudantes iniciais de gestão ambiental (GA) e professores (PR) da questão 30111. A letra C quando presente no início da legenda das alternativas indica que a mesma foi consensual entre os juízes.

Fonte: elaborado pela autora a partir de dados do PIEARCTS e deste trabalho.

Analisando de forma geral o gráfico, percebe-se que os índices atitudinais para todas as alternativas e nos grupos de EI, EF e PR são positivos, o que representa um bom resultado inicialmente. Porém, deve-se notar que, com exceção da alternativa G, nenhuma das outras ultrapassa o índice atitudinal de 0,5 (lembrando que o valor máximo que representa atitudes e crenças adequadas é 1). Ou seja, os índices atitudinais, em especial se pensarmos nos professores em exercício da profissão, estão muito abaixo do desejável (mais próximos de 1).

Já para o grupo de GA observam-se índices negativos nas alternativas A e C, o que mostra grande afastamento dessas respostas em relação ao que os juízes assinalaram. Em contrapartida, na alternativa F esse grupo mostra o melhor índice atitudinal entre todos os investigados, indicando uma crença adequada sobre essa alternativa. Nas alternativas D, E e G, este grupo mostra similaridade em relação aos demais, ressaltando índices abaixo do esperado, apesar de possuírem valores absolutos positivos. Vale ressaltar que a questão em análise exige um conhecimento básico da influência triádica entre CTS.

Espera-se que GA, EF e PR alcançassem, respectivamente, índices superiores aos estudantes de anos iniciais, já que possuem experiências e contato com a ciência por mais tempo e, em especial GA, supõe-se que possui mais afinidade com a área da ciência.

Entretanto, nas alternativas A e F os índices dos grupos EI, EF e PR seguem comportamento similar, indicando um mesmo nível de entendimento sobre as interações CTS. O grupo GA merece atenção especial em relação às duas alternativas. Na alternativa A, apresenta índice negativo e distante dos demais grupos, indicando uma crença ingênua bem marcante sobre este diagrama. De forma oposta, na alternativa F, o grupo apresenta o melhor resultado entre os demais marcando uma crença bem estabelecida sobre esta alternativa.

Já as alternativas B, D e E apresentam um comportamento mais esperado em relação aos índices destes grupos: os PR aparecem com índices superiores aos demais. No entanto, vale ressaltar que a diferença é pequena. Por sua vez, o grupo de GA apresenta índices inferiores a todos os demais - exceto na alternativa E, na qual o grupo de EI mostra índice ainda mais baixo - indo contra as expectativas.

Merece atenção especial às alternativas C e G. Os valores dos índices refletem uma situação inversa à esperada. Nessas alternativas, PR e GA apresentam os índices mais baixos, seguidos por EI e EF, respectivamente.

As alternativas A e C geram reflexões interessantes. Ambas apresentaram índices atitudinais muito baixos (próximos a 0) para os grupos de EI, EF e PR e índices com valores negativos para o grupo de GA. Os esquemas da alternativa A indica a crença em uma relação linear entre C --> T --> S, o que pode estar relacionado a uma crença inadequada na ideia de progresso científico linear e automático. A alternativa C, embora assuma uma representação não linear (mais próxima da adequada), ainda deixa a desejar nas interferências multidirecionais, que indicariam a *retroalimentação* entre cada um dos segmentos (C, T e S).



Os resultados obtidos pelo grupo de PR geram preocupações mais acentuadas em virtude de estes serem diretamente relacionados ao processo de alfabetização científico-tecnológica dos estudantes e, por isso, a análise será focada neles a partir daqui. Os índices não se mostram bem estabelecidos (mais próximos de +1) sobre suas crenças e atitudes em relação a um conceito básico da NdC, as relações CTS. Nas alternativas A e C, que são consideradas inadequadas pelos juízes, refletem bem essa situação. Os índices ficam próximos de zero, indicando que aproximadamente metade dos participantes concorda com essas alternativas (atribuíram pontuações médias altas ou mais próximas de 9 no questionário).

Ainda focando no grupo de PR, observa-se que as alternativas B, D, E e F apresentam índices atitudinais positivos médios, variando de 0,3 a 0,5, aproximadamente. Já na alternativa G, o grupo apresenta seu melhor resultado (índice atitudinal maior), apesar de este ser menor do que o dos EI e EF. Tal situação é valiosa, pois indica que a maioria dos professores atribuiu pontuações baixas para este esquema (que representa a sociedade isolada da ciência e tecnologia), concordando com os juízes de que essa é uma crença inadequada.

De acordo com esses resultados, acredita-se que as crenças mais inadequadas quanto às relações CTS e, portanto, aquelas que precisam de mais atenção sejam as relações lineares e unidirecionais (representadas pelos esquemas A e C), que foram assumidas como verdadeiras por um quantitativo considerável de professores.

Os dados aqui apresentados não são conclusivos e requerem diferentes metodologias para complementar as análises e estabelecer meios para superar as visões distorcidas de NdC, em especial, das relações CTS.

Conclusões

É preciso [...] vontade política e compreensão de que o processo inovador não se destina exclusivamente ao desenvolvimento de aparatos tecnológicos, o que é apenas uma de suas consequências (sic). Dentro dessa perspectiva é necessário ter claro que o saber científico-tecnológico está vinculado às atividades humanas e deve refletir as forças sociais que o produzem e utilizam. (Bazzo et al., 2003)

A importância de estimular o processo de alfabetização científico-tecnológica de forma que propicie uma formação mais adequada para a participação democrática e de acordo com os aspectos da NdC mostra-se bem fundamentada no ensino de ciências. Para tal, é fundamental que as múltiplas e complexas relações CTS sejam bem compreendidas.

A questão 30111 do QOCTS merece atenção especial por ter apresentado alto grau de consenso no conjunto de juízes-especialistas que participaram do PIEARCTS (5 dentre as 7 alternativas são consensuais). Isso indica que os conhecimentos envolvidos nessa questão são bem estabelecidos e aceitos na comunidade de NdC. Além disso, o tema tratado (interações CTS) é de entendimento básico e fundamental para que outros aspectos da NdC sejam discutidos e apropriados pelos indivíduos. Portanto, torna-se um instrumento interessante para um diagnóstico inicial e/ou final de estudantes e profissionais das áreas de educação e tecnologia sobre os conhecimentos básicos das interações CTS.



Os índices atitudinais de EI, EF e PR sobre a questão 30111 do PEARCTS, apesar de apresentarem valores absolutos positivos, se mostram abaixo do desejável, especialmente entre professores. Isso reforça a necessidade de alterações curriculares e melhorias na formação inicial e continuada dos professores, estimulando mais discussões e melhores esclarecimentos sobre as relações CTS. Assim, espera-se uma prática educadora mais adequada com os aspectos da NdC e da alfabetização científica.

O grupo de GA se apresenta de forma heterogênea quanto às suas crenças. Se destaca na alternativa F por possuir índice atitudinal que representa a crença mais adequada entre os grupos, entretanto, nas alternativas A e C, mostram os piores resultados, indicando crenças ingênuas sobre estes diagramas. Assim, parece importante que este grupo participe de processos educativos mais elucidativos quanto às relações CTS para que suas crenças sejam estabelecidas de forma adequada e sua atuação profissional reflita ações que considerem essa tríade, melhorando a qualidade de serviços e produtos prestados à sociedade.

Por fim, alguns questionamentos são levantados para discussões futuras: qual a contribuição que o avanço no nível de escolaridade tem proporcionado aos indivíduos? Quais as consequências das crenças CTS pouco estabelecidas entre os professores para o ensino e para a formação de cidadãos mais reflexivos e ativos socialmente? Quais modificações curriculares e metodológicas podem ser empregadas para melhorar o entendimento das relações CTS entre professores e estudantes?

Referências

- Acevedo-Díaz, J. A. (1996). La tecnología en las relaciones CTS. Una aproximación al tema. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(1), 35-44. Consultado em <https://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v14n1/02124521v14n1p35.pdf>
- Acevedo-Díaz, J. A., Acevedo-Romero, P., Manassero-Mas, M. A., & Vázquez-Alonso, Á. (2001). Avances metodológicos en la investigación sobre evaluación de actitudes y creencias CTS. *Revista Iberoamericana de Educación*, s. p. Consultado em rieoei.org/deloslectores/Acevedo.PDF
- Acevedo-Díaz, J. A., Manassero-Mas, M. A., & Vázquez-Alonso, Á. (2002). Nuevos retos educativos: Hacia una orientación CTS de la alfabetización científica y tecnológica. *Revista Pensamiento Educativo*, 30, 15-34. Consultado em <http://pensamientoeducativo.uc.cl/index.php/pel/article/view/211/448>
- Acevedo-Díaz, J. A., Vázquez-Alonso, Á., Acevedo-Romero, P., & Manassero-Mas, M. A. (2005). Evaluación de creencias sobre ciencia, tecnología y sus relaciones mutuas. *Revista CTS*, 2(6), 73-99. Consultado em <http://www.scielo.org.ar/pdf/cts/v2n6/v2n6a05.pdf>
- Auler, D. (2002) *Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no contexto da formação de professores de ciências*. Tese de Doutorado em Educação Científica e Tecnológica. Florianópolis, SC, Brasil: Universidade Federal de Santa Catarina.



- Auler, D., & Delizoicov, D. (2001) Alfabetização científico-tecnológica para quê? *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*, 3(1), 1-13. Consultado em <http://poseducacaoifbaiano.com.br/wp-content/uploads/2015/07/ALFABETIZA%C3%87%C3%83O-CIENT%C3%8DFICO-TECNOL%C3%93GICA-PARA-QU%C3%8A.pdf>
- Bazzo, W. A., Linsingen, I. V., & Pereira, L. T. V. (2003) Inovação tecnológica ou inovação social? In *Anais do XXXI Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia* (s. p.). Rio de Janeiro-RJ: COBENGE. Consultado em <http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2003/artigos/EIT392.pdf>
- 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*. Madrid: Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI.
- Corraliza-Rodriguez, J. A., & Aragonés-Tapia, J. I. (2002) Psicología ambiental e intervención psicossocial. *Intervención Psicosocial*, 11(3), 271-275. Consultado em: <http://www.copmadrid.org/webcopm/publicaciones/social/79829.pdf>
- Krasilchik, M., & Marandino, M. (2007). *Ensino de ciências e cidadania* (2.ª Ed.). São Paulo: Moderna.
- Lima, G. F. da C. (2004). Educação, emancipação e sustentabilidade: em defesa de uma pedagogia libertadora para a educação ambiental. In P. P. Layrargues (Coord.), *Identities da educação ambiental brasileira* (pp. 85-111). Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Diretoria de Educação Ambiental Brasil. Consultado em http://www.mma.gov.br/port/sdi/ea/og/pog/arqs/livro_ieab.pdf
- Linsingen, I. V., Bazzo, W. A., & Pereira, L. T. do V. (2003). Educação Tecnológica no Contexto da Inovação Social. In *Anais do XXXI Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia* (V. 1, s. p.). Rio de Janeiro: COBENGE. Consultado em: <http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2003/artigos/EDS593.pdf>
- Manassero-Mas, M. A., & Vázquez-Alonso, Á. (2001). Instrumentos y métodos para la evaluación de las actitudes relacionadas con la ciencia, la tecnología y la sociedad. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(1), 15-27. Consultado em <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21779/21612>
- Matthews, M. (1995). História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 12(3), 164-214. Consultado em <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7084/6555>
- McComas, W. F. (2008). Seeking historical examples to illustrate key aspects of the Nature of Science. *Science & Education*, 17, 249-263.
- Praia, J., Gil-Pérez, D., & Vilches, A. (2007). O papel da Natureza da Ciência na educação para a cidadania. *Ciência & Educação*, 13(2), 141-156. Consultado em <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v13n2/v13n2a01.pdf>
- Quintas, J. S. (2004). Educação no processo de gestão ambiental: Uma proposta de educação ambiental transformadora e emancipatória. In P. P. Layrargues (Coord.), *Identities da*



educação ambiental brasileira (pp. 113-140). Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Diretoria de Educação Ambiental Brasil. Consultado em http://www.mma.gov.br/port/sdi/ea/og/pog/arqs/livro_ieab.pdf

Tassara, E. T. de O. (2006) O pensamento contemporâneo e o enfrentamento da crise ambiental: uma análise desde a psicologia social. In I. C. M de Carvalho, M. Grün, & R. Trajber (Orgs.), *Pensar o Ambiente: bases filosóficas para a Educação Ambiental* (pp. 221-233). Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade, UNESCO. Consultado em <http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/publicacao4.pdf>

Vázquez-Alonso, Á., Manassero-Mas, M. A., Acevedo-Díaz, J. A., & Acevedo-Romero, P. (2008). Consensos sobre a natureza da ciência: a ciência e a tecnologia na sociedade. *Química Nova na Escola*, (27), 34-50. Consultado em <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc27/07-ibero-6.pdf>

Vázquez-Alonso, Á., Manassero-Mas, M. A., & Montesano de Talavera, M. (2010). Actitudes y creencias sobre naturaleza de la ciencia y la tecnología en una muestra representativa de jóvenes estudiantes. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9(2), 333-352. Consultado em <http://www.saum.uvigo.es/reec/>

Vilas Boas, A., Silva, M. R. da, Passos, M. M., & Arruda, S. de M. (2013). História da ciência e natureza da ciência: debates e consensos. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 30(2), 287-322. Consultado em <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2013v30n2p287>. doi: <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2013v30n2p287>