



Consensos sobre a Natureza da Ciência: A Ciência e a Tecnologia na Sociedade

Ángel Vázquez-Alonso, Maria Antonia Manassero-Mas, José Antonio Acevedo-Díaz e Pilar Acevedo-Romero

A natureza da ciência constitui um conteúdo inovador e central do currículo da educação científica, este orientado para a alfabetização científica e tecnológica de todas as pessoas. Sua inclusão no currículo de ciências é problemática pela sua complexidade e pela sua novidade, de tal forma que a decisão a respeito dos seus principais traços e conteúdos requer uma base sólida. Neste artigo, são mostrados os consensos relativos às relações entre a sociedade e a ciência e a tecnologia, que foram construídos com base numa metodologia empírica apoiada na valorização das questões do Questionário de Opiniões sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade (QOCTS) por um painel de 16 juízes peritos. Os consensos alcançados são expostos com base em crenças concretas do tema abordado, tanto aquelas que são consideradas adequadas quanto as ingênuas. As crenças consensuais poderiam ser consideradas conteúdos curriculares da NdC. Por último, discutem-se as implicações para a educação científica.

► Natureza da ciência, relações entre a sociedade, ciência e tecnologia, crenças consensuais, pesquisa empírica ◀

Recebido em 29/10/2007; aceito em 30/10/2007

Embara às vezes interpreta-se a natureza da ciência (a partir de agora NdC) num sentido reduzido à epistemologia da ciência, o título deste artigo sugere uma concepção mais ampla que inclui as relações da sociedade com o sistema tecnocientífico. O conceito de NdC engloba uma variedade de aspectos sobre o que é a ciência, seu funcionamento interno e externo, como constrói e desenvolve o conhecimento que produz, os métodos que usa para validar esse conhecimento, os valores envolvidos nas atividades científicas, a natureza da comunidade científica, os vínculos com a tecnologia, as relações da sociedade com o sistema tecnocientífico e vice-versa, as contribuições desta para a cultura e o progresso da sociedade. Este estudo analisa os potenciais consensos entre os especialistas com relação às duas últimas questões.

A importância da NdC na educação científica parece estar atualmente clara no que diz respeito à didática das ciências (Abd-El-Khalick e Lederman, 2000; Bell e col., 2001), mas os meios para obter seus próprios objetivos de ensino (Bell, 2005) ain-

da não. Frente à crença na qual um ensino implícito da NdC por meio do uso dos métodos e procedimentos da ciência é suficiente, a necessidade de um ensino explícito da NdC no currículo de ciências suscita um acordo cada vez mais amplo, tanto entre os pesquisadores de didática da ciência quanto nos modelos dos currículos renovados da educação científica (Abd-El-Khalick e Lederman, 2000; Bell e col., 2001; Duschl, 2000; McComas e Olson, 1998). As questões da NdC constituem hoje um dos elementos centrais e inovadores da alfabetização científica e tecnológica para todas as pessoas e, portanto, configuram-se como um aspecto essencial do currículo de ciências que inspira a educação científica do presente (Acevedo, Vázquez e Manassero, 2002; Matthews, 1998a; Ziman, 2000). A complexidade do conceito da NdC, como metaconhecimento multidisciplinar que nasce das reflexões de filósofos, sociólogos e historiadores da ciência, cientistas, professores e peritos em didática das ciências, foi discutida mais a fundo numa publicação prévia (Acevedo e col., 2007b, no prelo). As

controvérsias e debates entre esses especialistas são a origem de uma das grandes dificuldades para a inclusão de conteúdos da NdC na educação científica. Isto é, a falta de acordo para definir quais as crenças consideradas sob suficiente consenso como para serem ensinadas no currículo de ciências como sendo os conteúdos mais adequados da NdC (Vázquez e col., 2001).

Com relação à dificuldade da NdC para se converter em conteúdo curricular da educação científica devido às controvérsias existentes, a bibliografia mostra duas linhas de opinião opostas. A primeira é uma posição de desacordo que afirma que não é factível alcançar acordos básicos com relação aos temas da NdC (Alters, 1997a; b). A segunda, hoje com mais seguidores, é uma posição de consenso que defende a possibilidade de conseguir acordos básicos sobre a NdC (Bartholomew, Osborne e Ratcliffe, 2004), apesar da sua complexidade e dos desacordos que ainda existem em determinados temas. Nessa segunda linha, a procura pelo consenso centralizou-se em identificar os aspectos da NdC que são

considerados adequados, quer dizer, que constituem uma descrição mais apropriada da NdC (Eflin, Glennan e Reisch, 1999; Felske, Chiappetta e Kemper, 2001; Lederman e col., 2002; McComas, Clough e Almazroa, 1998; McComas e Olson, 1998; Osborne e col., 2003; Rubba, Schoneweg-Bradford e Harkness, 1996; Smith e col., 1997; Vázquez, Acevedo e Manassero, 2004; Vázquez e col., 2004; 2005), assim como nos aspectos que são considerados mitos (McComas, 1996; 1998), visões deformadas (Fernández e col., 2002; 2003; Fernández e col., 2005) ou crenças ingênuas sobre a NdC (Vázquez, Acevedo e Manassero, 2005b; Vázquez e col., 2006). Não nos estenderemos mais nesse assunto, pois ele já foi exposto de forma ampla em outro artigo que estabelece os fundamentos dessa pesquisa empírica (Acevedo e col., 2007b, no prelo).

Embora alguns especialistas em didática das ciências reduzam a NdC a aspectos meramente epistemológicos, a própria complexidade das questões epistemológicas conduzem freqüentemente a considerações sociológicas. A ciência é uma empresa humana, talvez um tanto especial pelos objetivos de conhecimento que persegue e pela forma como o faz, mas também semelhante a tantas outras, devido à condição humana de seus protagonistas, sujeitos às mudanças históricas e sociais de todas as empresas humanas. Embora a visão neutra da ciência e o excesso de zelo objetivista dos enfoques positivistas tentaram ocultar os aspectos sociais presentes na história da ciência, a sociologia da ciência encarregou-se de lançá-los à luz com contundência, de tal forma que hoje ninguém dúvida da influência mútua entre a sociedade e o sistema tecnocientífico (Fox-Keller, 1996; Gilbert e Mulkay, 1984; Knorr-Cetina, 1981; Lamo, González e Torres 1994; Latour, 1987; Latour e Woolgar, 1979; Rubén, 1992-93; Woolgar, 1988).

Alguns autores (Aikenhead, 1994) afirmam que a sociedade mantém com a ciência e a tecnologia (a partir de agora CeT) um contrato social, um tanto implícito, que estabelece

a pauta dessas relações: a sociedade financia economicamente as necessidades da CeT e estas, em troca, oferecem à sociedade benefícios que melhoram a qualidade de vida e contribuem ao seu progresso e desenvolvimento econômico e social. Por esse motivo, a CeT alcançaram uma relevância tão grande nas sociedades avançadas atuais a ponto de desenvolver um universo de relações e vínculos entre elas, o que resultou numa nova construção social, denominada tecnociência, como o compêndio da integração da pesquisa, do desenvolvimento e da inovação (Fourez, 1994; Queraltó, 1993; Sánchez-Ron, 1992).

A partir de um ponto de vista educacional, o argumento democrático é um elemento substancial a favor da inclusão da NdC numa educação científica que procura a finalidade da alfabetização científica e tecnológica de todas as pessoas, pois segundo os peritos, a participação dos cidadãos nas decisões tecnocientíficas de interesse social requer a compreensão de elementos da NdC (Driver e col., 1996). Com relação a esse assunto, a pesquisa didática mostra um panorama complexo em que confluem os conhecimentos científicos dos temas colocados em jogo e da NdC; o raciocínio moral (valores e normas); as emoções e os sentimentos; as crenças culturais, sociais, religiosas e políticas; os aspectos que estão implicados de alguma forma nas relações entre a sociedade e a CeT (Acevedo, 2006b; Acevedo e col., 2004; Acevedo, Vázquez, Martín-Gordillo e col., 2005; Acevedo, Vázquez, Oliva e col., 2005; Acevedo, Vázquez, Paixão e col., 2005; Kolstø, 2001; Sadler, 2004).

De acordo com a postura de consenso indicada, neste artigo, serão mostrados os consensos acompanhados numa pesquisa empírica com juízes a respeito de questões da NdC correspondentes às relações entre a sociedade e a CeT. Esses acordos estendem-se tanto às crenças adequadas da NdC quanto às inadequadas, as quais têm grande importância pelo seu caráter de crenças alternativas.

Metodologia

Nesta seção, são indicados brevemente os principais aspectos metodológicos da pesquisa realizada, já expostos mais detalhadamente num trabalho recente (Acevedo e col., 2007b, no prelo).

O método escolhido para estabelecer os possíveis acordos sobre a NdC baseia-se em recolher as avaliações de um painel de 16 juízes peritos para uma pesquisa direta de questões da NdC. A variedade de antecedentes profissionais desses juízes garante uma diversidade de pontos de vista com relação à temática exposta. Os 16 juízes cumprem a condição de compartilhar, em maior ou menor grau, certa especialidade na NdC, 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 (a partir de agora CTS).

O instrumento empregado é o Questionário de Opiniões sobre o CTS (QOCTS), composto de 100 questões de múltipla escolha (Manassero, Vázquez e Acevedo, 2001; 2003), nas quais são abordados diferentes assuntos que permitem dar a conhecer crenças e atitudes sobre a NdC de uma perspectiva CTS ampla que engloba diversas perspectivas temáticas. Todas as questões têm o mesmo formato de múltipla escolha, e são iniciadas com um texto de poucas linhas no qual é exposto um problema, seguido de uma lista de frases que oferecem diferentes respostas referentes ao problema exposto (seis frases em média por

questão). Este estudo é dedicado a diversos aspectos das relações entre a sociedade e a CeT, e compreende a aplicação de 42 questões (264 frases) correspondentes à dimensão do QOCTS relacionada com a sociologia externa da ciência e a tecnologia, isto é, as relações entre a sociedade e o sistema tecnocientífico (Tabela 1).

Os juízes avaliaram a adequação de cada uma das frases do QOCTS no contexto de cada questão e da perspectiva dos conhecimentos de história, filosofia e sociologia da ciência, utilizando-se para isso uma escala de nove pontos (1-9), cujas pontuações têm o significado indicado na Tabela 2.

As atribuições dos juízes definem intervalos naturais de pontuações com um significado fixo na escala. Esses intervalos de pontuações correspondem a diferentes graus de acordo com as frases ingênuas na escala de 1 a 3; da mesma forma que as pontuações entre 4 e 6 indicam frases plausíveis; e as pontuações entre 7 e 9, frases adequadas (Acevedo, Acevedo, Manassero e Vázquez, 2001; Manassero, Vázquez e Acevedo, 2001; Vázquez, Acevedo e Manassero, 2000). A frase é considerada adequada se expressar uma crença apropriada da perspectiva dos conhecimentos de história, filosofia e sociologia da ciência. Embora não seja completamente adequada, uma frase é plausível quando expressa alguns aspectos apropriados da perspectiva citada anteriormente. Por último, uma frase ingênua é a que expressa uma crença que não é nem apropriada nem plausível da perspectiva indicada.

As pontuações diretas dadas por juiz a cada frase concordam biunivocamente com seu caráter ingênuo (1, 2, 3), plausível (4, 5, 6) ou adequado (7, 8, 9), de tal forma que podem ser

consideradas votos a favor da categoria associada à pontuação dada. Se uma maioria qualificada de dois terços dos juízes (11 de 16) coincidir 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 NdC. Se a mesma maioria de dois terços coincidir 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.

Resultados

As relações entre a sociedade e o sistema tecnocientífico têm sido apresentadas a partir de diferentes perspectivas que contemplam a influência

Tabela 1: Distribuição das questões relacionadas à sociologia externa da ciência entre os temas e subtemas do Questionário de Opiniões sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade (QOCTS).

Sociologia Externa da Ciência		
Tema	Subtemas	Questões
Influência da sociedade na ciência e na tecnologia	01. Governo	20111, 20121, 20131, 20141, 20151
	02. Indústria	20211
	03. Exército	20311, 20321
	04. Ética	20411
	05. Instituições educacionais	20511, 20521
	06. Cabalas - grupos de interesse especial	20611
	07. Influência sobre cientistas	20711
	08. Influência geral	20811, 20821
Influência triádica	01. Interação CTS	30111
Influência da ciência e da tecnologia na sociedade	01. Responsabilidade social	40111, 40121, 40131, 40142, 40161
	02. Decisões sociais	40211, 40221, 40231
	03. Problemas sociais	40311, 40321
	04. Resolução de problemas	40411, 40421, 40431, 40441, 40451
	05. Bem-estar econômico	40511, 40521, 40531
	06. Contribuição para o poderio militar	40611
	07. Contribuição para o pensamento social	40711
	08. Influência geral	40811, 40821
Influência da ciência escolar na sociedade	01. União de duas culturas	50111
	02. Fortalecimento social	50211
	03. Caracterização escolar da ciência	50311

Tabela 2: Escala de avaliação de cada frase do QOCTS com a interpretação do seu significado tal como foi aplicada pelos juízes.

← 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

geral e uma série de fatores concretos como o governo, a indústria, o exército, as instituições educacionais, as cabalas, os princípios éticos e o lado pessoal (veja Tabela 1). A seguir, são analisadas as crenças adequadas e ingênuas sobre essas relações organizadas em quatro apartados. Em primeiro lugar, é exposta a visão global das relações entre os três entes (sociedade, ciência e tecnologia), depois são analisadas as diversas influências da sociedade na CeT e, a seguir, as diferentes influências da CeT na sociedade, para terminar expondo os consensos com relação às crenças sobre a educação e as vocações científicas.

Em conjunto, as 42 questões analisadas, que contêm as 264 frases avaliadas pelos juízes, oferecem um resultado de 22 frases consensuais como crenças adequadas e 36 como ingênuas. Somente há um caso no qual o consenso dos juízes é unânime, quer dizer, os 16 juízes coincidem em avaliar uma frase na mesma categoria. Essa frase refere-se à contaminação ambiental (40161A) e foi avaliada por unanimidade como ingênuas:

40161 *A indústria pesada poluiu enormemente os países industriais. Portanto, é uma decisão responsável trasladá-la a países não desenvolvidos, onde a contaminação ainda não é grande.*

A. *A indústria pesada deveria ser trasladada a países não desenvolvidos para salvar nosso país e suas futuras gerações da contaminação.*

Em geral, os consensos correspondentes às frases ingênuas parecem mais fáceis de serem alcançados pelos juízes que os consensos em frases adequadas; nenhuma frase adequada alcança a unanimidade; e apenas duas (40161D e 40451E) alcançam o consenso quase unânime (15 juízes). Já nas frases ingênuas, uma alcança a unanimidade; e até 9 frases conseguem o consenso quase unânime (15 juízes).

Consenso baseado na interação geral entre a sociedade e o sistema tecnocientífico

O modelo da interação entre a ciência, a tecnologia e a sociedade

(30111) considera as múltiplas relações entre as três entidades citadas, as quais são descritas e apresentadas mediante diversos esquemas gráficos. Os resultados mostram o consenso de considerar adequados dois diagramas, que apresentam duas características em comum, como no caso da representação simultânea de todas as interações possíveis entre os três elementos citados (cada um com os outros dois) e também no caso das interações em ambos sentidos, isto é, da ciência para a sociedade e vice-versa, da ciência para a tecnologia e vice-versa etc. Dessa forma, a interação triádica e mútua entre ciência, tecnologia e sociedade é reconhecida, da mesma forma que a influência que ocorre sempre em ambos sentidos como o modelo mais adequado para representar a interação geral CTS.

A diferença entre esses modelos triádicos é que, num deles, a seta dupla que representa a mútua interação entre a ciência e a tecnologia é mais larga para indicar que é mais intensa (Figura 1). Com base nesse matiz diferencial, as duas representações da interação geral CTS são consideradas adequadas.

As crenças consensuadas ingênuas na interação múltipla estão representadas por três modelos lineares (Figura 2). O primeiro concede preponderância à ciência, que influencia a tecnologia e esta, a sociedade; nesse caso, a ciência não influencia diretamente a sociedade, mas sim por meio da tecnologia. O

segundo modelo dá prioridade à tecnologia, que influencia a ciência e esta, a sociedade; já a tecnologia não influencia diretamente a sociedade, somente por meio da ciência. No terceiro modelo, a ciência e a tecnologia não influenciam a sociedade nem esta, aquelas, embora a ciência influencie sim fracamente a tecnologia.

Dois questões diferentes apresentam separadamente a influência geral da sociedade na ciência (20821) e na tecnologia (20811). A primeira alcança o consenso dos juízes, os quais consideram adequada a crença que justifica o controle da ciência pela sociedade por meio das subvenções econômicas das quais a maioria das pesquisas científicas depende. Cabe destacar que, na outra questão, referente à influência geral da sociedade na tecnologia, um consenso não é alcançado no que diz respeito a uma

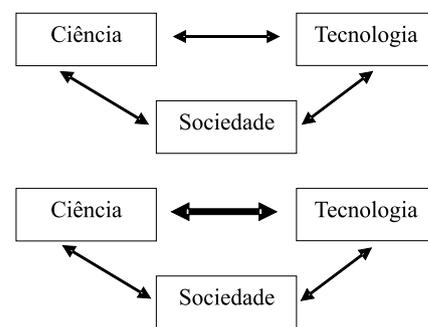


Figura 1. Esquemas gráficos correspondentes às representações de duas crenças adequadas relacionadas às múltiplas relações existentes entre ciência, tecnologia e sociedade (questão 30111).

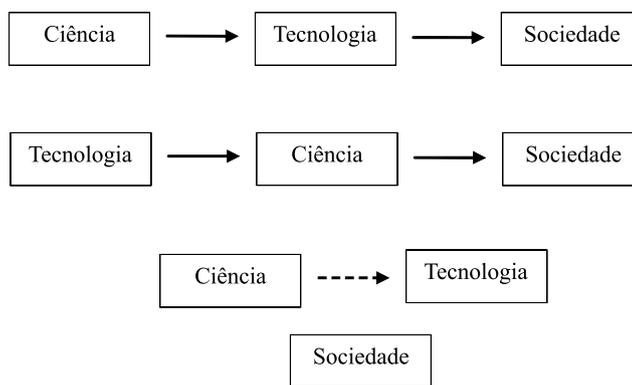


Figura 2. Esquemas gráficos correspondentes às representações de três crenças ingênuas relacionadas às múltiplas relações existentes entre ciência, tecnologia e sociedade.

Tabela 3: Consensos sobre a interação geral entre a sociedade e o sistema tecnocientífico.

INTERAÇÃO GERAL ENTRE A SOCIEDADE E O SISTEMA TECNOCIENTÍFICO	
Crenças adequadas ou apropriadas	Crenças ingênuas ou inadequadas
30111 Qual dos seguintes diagramas representaria melhor as interações mútuas entre a ciência, a tecnologia e a sociedade? Veja os dois diagramas da Figura 1.	Veja os três diagramas da Figura 2.
20811 A sociedade influencia a tecnologia?	A. A sociedade não influencia muito a tecnologia.
20821 A sociedade influencia a ciência?	
F. A sociedade influencia a ciência por meio das subvenções econômicas das quais depende a maioria das pesquisas.	A. A sociedade não influencia muito a ciência.
40811 A tecnologia influencia a sociedade?	
F. A sociedade muda ao aceitar uma tecnologia.	A. A tecnologia não influencia muito a sociedade.
40821 A ciência influencia a sociedade?	A. A ciência não influencia muito a sociedade. B. A ciência influencia diretamente só aquelas pessoas da sociedade que têm interesse pela ciência.

crença adequada, embora esteja muito próximo, pois falta apenas um voto para obter a maioria qualificada. No outro extremo, concorda-se em considerar ingênuas as duas crenças que afirmam não ser importante a influência da sociedade na ciência ou na tecnologia.

As duas questões, que apresentaram de forma geral a influência da ciência (40821) ou da tecnologia (40811) na sociedade, só conseguem um acordo majoritário como crença adequada no segundo caso: a sociedade muda ao aceitar uma

tecnologia. Nessas duas questões, o consenso também é alcançado ao considerar como crenças ingênuas que tais influências não são importantes. No caso da influência geral da ciência na sociedade, o consenso chega a outra crença ingênuas, que estabelece que a ciência influencia somente as pessoas que manifestam interesse pela ciência.

Consensos baseados na influência da sociedade na ciência e na tecnologia

A influência que exerce a socie-

dade no sistema tecnocientífico é transmitido por meio de diversas instituições que, pelas suas funções, têm uma relação especial com a CeT (veja Tabela 1). Entre essas instituições, são encontrados o governo, o exército, a indústria, a economia, as instituições educacionais, as instituições culturais, as cabalas com interesses especiais etc. O consenso referentes a esses aspectos foi alcançado em duas crenças adequadas e seis ingênuas (Tabela 4).

A influência que o governo exerce na ciência por meio do modelo da

Tabela 4: Consensos sobre a influência da sociedade na ciência e na tecnologia.

INFLUÊNCIA DA SOCIEDADE NA CIÊNCIA E NA TECNOLOGIA	
Crenças adequadas ou apropriadas	Crenças ingênuas ou inadequadas
20111 O governo do país deveria dar dinheiro aos cientistas para investigar e explorar o desconhecido da natureza e do universo. Deveria se gastar dinheiro em pesquisa científica:	F. Nada ou pouco dinheiro deveria ser gasto em pesquisa científica, pois ele poderia ser gasto em outras coisas, tais como ajudar pessoas desempregadas, necessitadas ou países mais pobres.
20141 A política de um país afeta seus cientistas, pois estes fazem parte da sociedade (isto é, os cientistas não estão isolados da sua sociedade). Os cientistas estão afetados pela política do seu país: C. Porque os governos estabelecem a política científica levando em consideração novas aplicações e projetos, tanto se forem subvencionados por ele ou não. A política do governo afeta o tipo de projetos que os cientistas realizarão.	Os cientistas NÃO são afetados pela política do seu país: I. Porque a pesquisa científica não tem nada a ver com a política. J. Porque os cientistas estão isolados da sociedade.
20151 A política do nosso país afeta seus cientistas, pois eles fazem parte da sociedade do país (isto é, os cientistas não estão isolados da sociedade). Os cientistas são afetados pela política do seu país: B. Porque os governos não só dão dinheiro para pesquisa; eles estabelecem a política científica visando a novas aplicações. Essa política afeta diretamente o tipo de projetos realizados pelos cientistas.	Os cientistas NÃO são afetados pela política do seu país: E. Porque a natureza do trabalho de um cientista o previne de se envolver em política. F. Porque os cientistas estão isolados da sua sociedade. Seu trabalho não recebe atenção dos meios de comunicação, a não ser quando descobrem alguma coisa espetacular. G. Porque nosso país é um país livre e, portanto, os cientistas podem trabalhar livremente.

política científica de um país é exposta em várias questões. O governo é a instituição social encarregada de tomar decisões no que diz respeito à atribuição de recursos públicos no sistema tecnocientífico (20111). A discussão sobre a pertinência de investir em CeT quando existem outras necessidades sociais, básicas e peremptórias (e.g., pobreza, desemprego etc.), que deveriam ser as destinatárias preferenciais do orçamento econômico, constitui um debate social permanente e que frequentemente adota comentários demagógicos. Uma crença consensuada como ingênua sobre essa questão consiste em afirmar que, nesse caso, não deveria ser gasto dinheiro em pesquisa científica.

Posto que a sociedade financia publicamente a CeT por meio do governo, parece lógico supor que a política geral de um país incide diretamente sobre os cientistas e o conhecimento científico, assunto exposto em duas questões a partir de textos ligeiramente diferentes (20141 e 20151). Conseguiu-se o consenso a respeito de uma crença ingênua relativa a esse assunto, que nega essa influência e sustenta resolutamente a impermeabilidade dos cientistas e da pesquisa científica ante a política, o que é justificado de diversas formas. Isso ocorre porque, por um lado, os cientistas são pessoas isoladas de sua sociedade e que mesmo os meios de comunicação dão uma atenção precária à ciência e, por outro lado, por acreditar que a pesquisa científica não tem relação com a política e que a própria natureza do trabalho dos cientistas os torna receosos dela. Por último, é utilizado ingenuamente um argumento democrático para justificar a independência dos cientistas com relação à política, no qual os cientistas têm absoluta liberdade para investigar o que desejarem numa sociedade democrática. Como crença adequada que obteve o consenso nesse assunto, é considerado que os governos estabelecem a política científica de um país, o que afeta os projetos realizados pelos cientistas. Formulado em negativo, esse consenso poderia afirmar que

os cientistas não trabalham isolados da sociedade à qual pertencem, uma posição que vai contra o mito do isolamento do cientista numa torre de marfim. O fato de os juízes chegarem a um acordo sobre a mesma justificção em ambas as questões, que são um tanto diferentes, poderia ser um indicador de consistência interna das decisões entre os juízes.

Consensos baseados na influência da ciência e da tecnologia na sociedade

A CeT contribuíram significativamente na configuração das atuais sociedades desenvolvidas, a partir das grandes estruturas de comunicações, transporte, energia, alimentação, sanidade e bem-estar social até os detalhes da vida doméstica e pessoal, tanto nos aspectos mais positivos quanto nos mais polêmicos ou negativos. A seguir, são analisados os consensos sobre as crenças adequadas e ingênuas correspondentes à influência da CeT na sociedade em alguns aspectos específicos, tais como a responsabilidade social dos cientistas, a tomada de decisões cívicas em assuntos sociocientíficos, os problemas que criam a CeT, assim como a contribuição de ambas à resolução de problemas sociais, ao bem-estar econômico, ao poder militar ou ao pensamento social e cultural.

O consenso obtido se estende a 16 crenças ingênuas e 12 adequadas sobre essas questões (Tabela 5). Em crenças adequadas relativas a temas relacionados com a influência da CeT no exército e no pensamento social, o consenso não foi obtido.

A responsabilidade dos cientistas com relação aos efeitos derivados das suas descobertas mostra grandes consensos em duas frases adequadas correspondentes a duas questões: (I) os cientistas se preocupam com os efeitos das suas descobertas, mas possivelmente não conhecem todos eles, em especial se ocorrerem a longo prazo (40111); e (II) os cientistas são responsáveis por informar ao público em geral sobre suas descobertas de uma forma inteligível, como um direito da cidadania (40131).

Quanto à responsabilidade que os cientistas têm sobre proporcionar ou não ao público uma informação adequada sobre suas descobertas (40131), o consenso foi alcançado como crença ingênua na qual os cientistas não são responsáveis pela divulgação de tais informações, pois os cidadãos não têm formação suficiente para compreendê-las ou não são de sua importância. Quando acontece um prejuízo das descobertas científicas (40121), também foi alcançado o consenso na crença ingênua que afirma que os cientistas não têm responsabilidade, pois as questões morais estão radicalmente separadas da ciência. De outra forma, qualquer descoberta seria aceitável sem nenhuma consideração moral sequer.

A contaminação produzida pelas indústrias (40161) também é uma questão geradora de vários acordos, pois ela está presente em três frases diferentes como adequadas: (I) os efeitos da contaminação sobre a Terra são globais, independentemente de onde forem produzidos; (II) transladar a indústria não é uma forma responsável de resolver a contaminação, mas sim a redução ou eliminação desta no lugar onde é produzida; e (III) a contaminação deveria ser limitada tanto quanto for possível, pois transladá-la a outro lugar só estenderia os danos. Mesmo assim, tem sido consensuada como crença inadequada a decisão de transladar as indústrias mais poluentes dos países industrializados a outros países com menos indústria, pois estes estão menos desenvolvidos.

As sociedades democráticas desenvolvidas enfrentam-se com frequência ao tomar decisões a respeito de questões relacionadas com a CeT que lhes afetam (os assuntos tecnocientíficos de interesse social). Um dos centros da polêmica sobre esses assuntos gira em torno de que os peritos (cientistas e técnicos) devem ou não tomar as decisões, por eles terem a preparação adequada para entender profundamente esses temas (modelo tecnocrático) ou se elas devem ser tomadas pela sociedade, fazendo uso de seus direitos e liber-

Tabela 5: Consensos sobre a influência da ciência e da tecnologia na sociedade.

INFLUÊNCIA DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA NA SOCIEDADE	
Crenças adequadas ou apropriadas	Crenças ingênuas ou inadequadas
40111 A maioria dos cientistas se preocupa com os factíveis efeitos que podem ocorrer (tão proveitosos quanto prejudiciais) como produto das suas descobertas.	
D. Os cientistas se preocupam, mas possivelmente não têm como saber todos os efeitos a longo prazo de suas descobertas.	
40121 Os cientistas deveriam ser considerados responsáveis pelos danos que possam resultar das suas descobertas.	
	Os cientistas NÃO deveriam ser considerados responsáveis: H. Porque uma vez que feita uma descoberta, outros deveriam comprovar seus efeitos. O trabalho do cientista é apenas de fazer descobertas. As questões morais e a ciência estão separadas.
40131 Os cientistas deveriam ser considerados responsáveis pela divulgação ao público em geral de suas descobertas, de tal forma que o cidadão médio possa entendê-las.	
Os cientistas deveriam ser considerados responsáveis: C. Porque os cidadãos têm o direito de saber o que acontece no seu país. Deveriam conhecer as descobertas para melhorar suas próprias vidas tendo consciência dos benefícios da ciência e para estarem informados de todas as opções responsáveis que possam afetar seu futuro.	G. Os cientistas NÃO deveriam ser considerados responsáveis, pois freqüentemente os cidadãos não se preocupam com eles. Os cidadãos devem aprender suficiente ciência para entender os relatórios.
40161 A indústria pesada poluiu enormemente os países industriais. Portanto, é uma decisão responsável trasladá-la a países não desenvolvidos, onde a contaminação ainda não é grande.	
C. Não se trata de onde está localizada a indústria pesada. Os efeitos da contaminação são globais sobre a Terra. A indústria pesada NÃO deveria ser trasladada a países não desenvolvidos: D. Porque trasladar a indústria não é uma forma responsável de resolver a contaminação. Aqui se deveria reduzir ou eliminar a contaminação, em lugar de criar mais problemas em qualquer outro lugar. F. Porque a contaminação deveria ser limitada tanto quanto for possível. Estendê-la só criaria mais danos.	A. A indústria pesada deveria ser trasladada a países não desenvolvidos para salvar nosso país e suas futuras gerações da contaminação.
40211 Os cientistas e engenheiros deveriam ser os únicos a decidir os assuntos científicos de nosso país porque são as pessoas que melhor conhecem esses assuntos como, por exemplo, os tipos de energias caras do futuro (nuclear, hidráulica, solares, queimando carvão etc.), os índices permitidos de contaminação do ar, o futuro da biotecnologia em nosso país, técnicas aplicadas ao feto ou sobre o desarmamento nuclear.	
D. A decisão deveria ser tomada de forma conjunta. As opiniões dos cientistas, engenheiros, outros especialistas e cidadãos informados deveriam ser levadas em consideração nas decisões que afetam a nossa sociedade.	São os cientistas e engenheiros os que deveriam decidir: A. Porque têm a formação e os dados que tornam possível uma melhor compreensão do tema. B. Porque têm o conhecimento e podem tomar decisões melhores que os burocratas do governo ou das empresas privadas que têm interesses já estabelecidos.
40221 A ciência e a tecnologia podem ajudar as pessoas a tomarem algumas decisões morais (isto é, decidir como deve agir uma pessoa ou um grupo com relação às outras pessoas).	
B. Dando informações básicas. No entanto as decisões morais devem ser tomadas pelas pessoas.	A ciência e a tecnologia podem ajudar a tomar algumas decisões morais: C. Porque a ciência inclui áreas como a psicologia, que estuda a mente e os sentimentos humanos. A ciência e a tecnologia NÃO podem ajudar a tomar decisões morais: D. Porque a ciência e a tecnologia não têm nada a ver com decisões morais, só descobrem, explicam e criam coisas. O que as pessoas fazem com seus resultados não é assunto dos cientistas. F. Porque se as decisões morais forem baseadas em informação científica, freqüentemente as decisões conduziram ao racismo, supondo que um grupo de pessoas é melhor que outro grupo.
40231 A ciência e a tecnologia NÃO podem ajudar as pessoas a tomarem decisões legais (por exemplo, decidir se uma pessoa é culpada ou não num tribunal de justiça).	
A ciência e a tecnologia podem ajudar em alguns casos: C. Desenvolvendo formas de coleta de provas e atestando sobre as provas físicas de um caso.	
40321 Em nosso país, deveria ser gasto muito mais dinheiro em ciência e tecnologia, embora isso implique em retirar esse dinheiro de outras coisas, tais como programas sociais, educação, incentivos à empresa e impostos mais baixos.	
D. O dinheiro deveria ser gasto de forma equilibrada como é feito hoje. A ciência e a tecnologia são muito importantes, mas não são as únicas coisas que precisam dinheiro para progredir no nosso país.	

Tabela 5: Continuação

INFLUÊNCIA DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA NA SOCIEDADE	
Crenças adequadas ou apropriadas	Crenças ingênuas ou inadequadas
40411 A ciência e a tecnologia são uma grande ajuda para resolver problemas sociais como a pobreza, o crime, o desemprego, a superpopulação, a contaminação ou a ameaça de uma guerra nuclear.	E. É difícil saber de que forma a ciência e a tecnologia podem ajudar significativamente para resolver esses problemas sociais. Os problemas sociais concernem à natureza humana e estes não têm nada a ver com a ciência e tecnologia. F. O único que fazem a ciência e a tecnologia é piorar os problemas sociais. Estes são o preço que pagamos pelos avanços em ciência e tecnologia.
40431 Os cientistas podem resolver melhor qualquer problema prático do cotidiano (por exemplo, conseguir tirar o carro de uma sarjeta, cozinhar ou cuidar um animal) por saberem mais ciência.	A. Os cientistas são melhores resolvendo qualquer problema prático. Suas mentes lógicas habituadas a resolver problemas conjuntamente com seu conhecimento especializado são vantagens deles. Os cientistas não são melhores que os demais: E. Os cientistas são provavelmente piores resolvendo qualquer problema prático, pois geralmente trabalham num mundo complexo e abstrato, muito afastado do dia-a-dia.
40441 Apesar da sua sabedoria e formação, os cientistas e tecnólogos podem ser enganados pelo que vêem ou lêem na televisão e jornais.	
Os cientistas e tecnólogos PODEM SER enganados pelos meios de comunicação: C. Simplesmente porque também são humanos. Como qualquer outra pessoa, eles são influenciados pelos meios (exceto quando o tema é sua especialização).	Os cientistas e tecnólogos PODEM SER enganados pelos meios de comunicação: A. Porque são abertos de mente e sempre procuram aceitar as novas idéias.
40451 Temos que nos preocupar com os problemas da contaminação que hoje são insolúveis. A ciência e a tecnologia não têm a responsabilidade futura de solucionar tais problemas.	
A ciência e a tecnologia NÃO podem solucionar tais problemas:	
E. Apenas a ciência e a tecnologia não podem solucionar os problemas da contaminação. É responsabilidade de todos. Os cidadãos devem insistir ao afirmarem que solucionar tais problemas deve ter uma prioridade absoluta.	A ciência e a tecnologia NÃO podem solucionar tais problemas: A. Porque eles são a causa dos problemas da contaminação. Mais ciência e tecnologia resultarão em mais problemas de contaminação.
40511 Quanto mais desenvolvidas forem a ciência e a tecnologia no nosso país, mais rico ele chegará a ser.	
	A ciência e a tecnologia aumentarão a riqueza do nosso país: E. A ciência e a tecnologia diminuem a riqueza do país, pois se gasta uma grande quantidade de dinheiro para serem desenvolvidas.
40531 Mais tecnologias melhorarão o nível de vida em nosso país.	
E. Sim e não. Mais tecnologia faria a vida mais agradável e mais eficiente, PORÉM também causaria mais contaminação, desemprego e outros problemas. O nível de vida pode melhorar, mas a qualidade de vida pode ser que não.	A. Sim, porque a tecnologia sempre melhorou o nível de vida e não há razão para que não faça isso agora.

dades democráticas e, em particular, a liberdade de informação, opinião e participação (modelo participativo).

A tomada de decisões em questões relacionadas com a CeT em diferentes âmbitos, como o social (40211), o moral (40221) ou o legal (40231), mostra diversos consensos em crenças adequadas: (I) as decisões em assuntos tecnocientíficos referentes à sociedade deveriam ser tomadas de forma conjunta, considerando as opiniões de cientistas, engenheiros, outros especialistas e cidadãos informados; (II) as decisões morais correspondem às pessoas, e a CeT só podem ajudar a tomar essas

decisões contribuindo com informação básica; e (III) em alguns casos, a CeT podem ajudar pessoas a tomar decisões legais (e.g., decidir se uma pessoa é culpada ou não num tribunal de justiça), desenvolvendo formas de recolher provas e atestando sobre as provas físicas de um caso.

Chegou-se ao consenso de considerar o modelo tecnocrático como crença ingênua, embora seja justificado pela preparação especial dos peritos ou por determinados grupos (burocratas, empresários etc.) terem interesses baseados nos assuntos tecnocientíficos sobre o que é decidido (40211).

Na questão relacionada à possibilidade da CeT poderem ajudar a definir a moralidade de algumas decisões (40221), obteve-se o consenso em diversas crenças ingênuas. A primeira considera que a ciência inclui novas áreas, como a psicologia, que poderiam servir como fonte de autoridade nesses assuntos. A segunda pressupõe que a CeT não podem ajudar na tomada de decisões morais, o que é justificado por dois motivos diferentes: (I) a CeT não têm nada a ver com a moral; e (II) a justificativa científica de algumas decisões morais poderiam conduzir ao racismo.

A dicotomia entre investimento

Tabela 6: Consensos sobre a educação científica.

EDUCAÇÃO CIENTÍFICA	
Crenças adequadas ou apropriadas	Crenças ingênuas ou inadequadas
20511 O sucesso da ciência e da tecnologia em nosso país depende de ter bons cientistas, engenheiros e técnicos. Por isso, o país precisa que seus alunos estudem mais ciências na escola.	
Precisa-se que os alunos estudem mais ciências: C. É preciso fomentar que os estudantes estudem mais ciências, mas por meio de um tipo de cursos de ciências diferente. Devem aprender como a ciência e a tecnologia afetam suas vidas.	NÃO é preciso que os alunos estudem mais ciências: F. Porque nem todos os alunos podem compreender a ciência, embora isso possa ajudá-los em suas vidas. G. Porque nem todos os alunos podem compreender a ciência. A ciência não é realmente necessária para todos.
20521 O sucesso da ciência e da tecnologia em nosso país depende de quanto apoio for dado pelos cidadãos aos cientistas, engenheiros e técnicos. Esse apoio depende dos estudantes (os cidadãos do futuro) saberem como é usada a ciência e a tecnologia no país.	
Sim, quanto mais aprenderem os estudantes sobre ciência e tecnologia: C. Mais informados estarão os cidadãos do futuro. Serão capazes de formarem melhores suas opiniões e fazerem melhores contribuições sobre como usar a ciência e a tecnologia.	
20711 Algumas comunidades produzem mais cientistas que outras. Isso ocorre como produto da educação dada às crianças pelas suas famílias, escolas e comunidade.	
A educação é responsável por tudo: D. Porque é a família, as escolas e a comunidade juntas as responsáveis de darem às crianças a capacidade para a ciência, o estímulo necessário e a oportunidade de serem cientistas.	A inteligência, a capacidade e um interesse natural pela ciência são responsáveis por tudo: G. Porque as pessoas nascem com essas qualidades.
50111 Parece ser que existem dois tipos de pessoas: as que entendem as ciências e as que entendem as letras (por exemplo, literatura, história, economia, leis). No entanto, se todos estudassem mais ciências, então todos as compreenderiam.	
E. Não existem só estes dois tipos de pessoas. Há tantos tipos de pessoas quanto preferências individuais possíveis, incluindo as que entendem ambas, as ciências e as letras.	EXISTEM estes dois tipos de pessoas, mas embora as pessoas de letras estudassem mais ciências, NÃO chegariam necessariamente a compreendê-las melhor: B. Porque podem não ter a capacidade ou o talento para compreender a ciência. Estudar mais ciência não proporcionará essas faculdades.
50211 As aulas de ciências me deram confiança para resolver coisas e decidir se alguma coisa (por exemplo, um anúncio) é verdade ou não. Graças às aulas de ciências, tornei-me um consumidor melhor.	
	As aulas de ciências me ajudaram a ser um consumidor melhor: D. Porque aprender sobre os produtos do mercado é parte do que é feito nas aulas de ciências.
50311 Os documentários científicos de TV (por exemplo, Cosmos, O homem e a Terra, National Geographic, Planeta Terra, O mundo submarino de Cousteau, Além do 2000 etc.) dão uma imagem	O homem e a Terra, National Geographic, Planeta Terra, O mundo submarino de Cousteau, Além do 2000 etc.) dão uma imagem mais exata do que é realmente a ciência, em comparação.
	Os programas de TV dão uma imagem mais exata: A. Porque mostram todas as faces da ciência. Nas aulas de ciências, não é possível ter uma imagem global por causa dos preconceitos e das preferências pessoais do professorado.

público em CeT frente a investimento em outras necessidades sociais gera um consenso numa crença adequada que propugna de forma eclética um gasto equilibrado entre o progresso tenocientífico e os diversos programas sociais (40321).

A questão relacionada com a contribuição da CeT na resolução de problemas sociais, tais como pobreza, crime, desemprego, superpopulação, contaminação ou guerra nuclear

(40411), causa um consenso em duas crenças ingênuas que estão localizadas em extremos opostos. A primeira afirma que a CeT não têm nada a ver com tais problemas. A segunda afirma que a CeT contribuem ativamente na criação e no agravamento desses problemas, os quais são contemplados como o preço a pagar pelo progresso tecnocientífico.

Quanto à contribuição da CeT na resolução de problemas específicos

do cotidiano (40431), o consenso estende-se a duas crenças ingênuas completamente opostas. Por um lado, é considerado que os cientistas solucionam melhor os problemas práticos cotidianos que outras pessoas por estarem habituados a resolver problemas no seu trabalho. Por outro lado, é considerado que os cientistas solucionam pior esses problemas práticos que outras pessoas, pois trabalham em assuntos afastados do cotidiano.

A capacidade da CeT de darem resposta a diversos problemas sociais e melhorar o nível de vida costuma vagar entre posições cientificistas ou tecnocráticas (fé ilimitada no poder da CeT) e anticientíficas (rejeição total da CeT). O conjunto de acordos relacionado às crenças adequadas nessas questões (40441, 40451 e 40531) situa-se numa posição intermediária, na qual se opta por um ponto de vista limitado das possibilidades da CeT, assim como dos cientistas e tecnólogos: (I) os cientistas e tecnólogos também são humanos e podem ser enganados por aquilo que é visto ou lido na televisão ou nos jornais respectivamente, como qualquer outra pessoa (exceto quando o tema é de sua especialidade); (II) a CeT por si só não podem resolver os problemas de contaminação que são insolúveis nos dias de hoje; todos os cidadãos são responsáveis por dar prioridade absoluta a este assunto; e (III) o nível de vida pode melhorar com mais tecnologia (fazendo-o mais agradável e eficiente), mas a qualidade nem sempre, pois também poderia causar uma maior contaminação, desemprego e outros problemas.

A capacidade dos cientistas para confrontar a manipulação da informação dos meios de comunicação (40441) alcança o consenso numa crença ingênua sobre a imagem dos cientistas, baseada na afirmação de que podem ser facilmente enganados, por estarem sempre abertos a novas idéias e serem capazes de admitir e aceitar qualquer novidade.

O problema da contaminação ambiental (40451) gerou uma profunda sensibilidade social e, freqüentemente, é associado ao progresso científico e tecnológico presenciado nos últimos anos. Com relação a esse assunto, o consenso é alcançado numa crença ingênua e radical que considera que a CeT não podem solucionar esse problema por elas serem sua causa, de tal forma que sua intervenção só o agravaria. Com base no anterior, conseguiu-se também o consenso em outra crença ingênua relacionada à influência da CeT no desenvolvimento econômico de um país (40511), segundo a qual a CeT

reduzem a riqueza do país por conta dos enormes recursos econômicos consumidos por elas.

Consensos baseados na educação científica

A educação científica é um dos contextos da atividade científica (Echeverría, 1995), que é desenvolvido em instituições sociais como escolas, institutos e universidades. As finalidades dessa educação mudaram, com o passar do tempo, de uma função quase exclusivamente orientada à preparação de futuros cientistas (finalidade propedêutica), para outra mais recente, que visa, além da geração de vocações científicas, à alfabetização científica, à compreensão pública da ciência ou popularização e à extensão da cultura científica e tecnológica para todas as pessoas (ou qualquer outra denominação equivalente que se queira usar). Esse enfoque hoje é dominante na didática da ciência, embora ainda não o seja no ensino das ciências (Vázquez, Acevedo e Manassero, 2005a). A seguir, são apresentadas algumas questões relacionadas ao papel da educação científica nas relações mútuas entre a sociedade e a CeT.

Como instituição social, a influência da educação no futuro da CeT, por meio da promoção de vocações científicas, alcança o consenso em duas frases consideradas adequadas, que correspondem a questões diferentes. Para o sucesso da CeT, os alunos devem: (I) estudar mais ciências, mas de uma forma diferente do acostumado, que mostre como a CeT afetam os seus cotidianos (20511); e (II) saber como usar a CeT no país para estarem mais informados, para formarem-se opiniões mais rigorosas e fazerem melhores contribuições como cidadãos (20521). Ambos os consensos refletem alguns conceitos fundamentais da didática das ciências com relação à alfabetização científica e tecnológica para todas as pessoas, como é o caso da promoção de um enfoque do ensino das ciências que relaciona os conteúdos científicos com o dia-a-dia dos estudantes e contribuir, por meio da educação científica,

para a formação de uma cidadania responsável, um aspecto centrado principalmente em saber mais sobre a CeT e algo menos de CeT.

A necessidade de cientistas e técnicos para o progresso e o bem-estar de um país (20511) requer a captação de vocações da escola. O consenso alcançado considera como crença ingênua aquela que afirma que não é necessário estudar mais ciências na escola, pois (I) os estudantes têm muitas dificuldades para compreender a ciência; (II) nem todos os alunos podem compreender a ciência; e (III) a ciência não é realmente necessária para todas as pessoas.

As diferenças entre o número de cientistas e técnicos que possuem os diversos países (20711) costuma ser caracterizado com certa ingenuidade, pois este afirma que as qualidades para ser científico ou tecnólogo são inatas e, portanto, não é necessária a preocupação com o incremento do estudo das ciências na escola. Pelo contrário, no consenso alcançado, é considerado como crença adequada que para formar mais cientistas no país (20711) é necessário o esforço conjunto das famílias, das escolas e da comunidade, que devem dar às crianças o estímulo necessário, a capacidade e a oportunidade para aprender ciência e chegarem a ser cientistas.

O impacto cultural da ciência escolar na sociedade (50111) mostra dois acordos, um deles numa crença adequada e outro numa inadequada, com relação ao conceito da divisão da sociedade em duas culturas (a de "ciências" e a de "letras") apresentado faz anos por Snow (1964). A crença inadequada e elitista é admitir que essa divisão exista, pois há pessoas que não têm suficiente capacidade para compreender a ciência. Pelo contrário, a crença adequada afirma que, numa sociedade com pontos de vista culturais mais amplos, não só existem pessoas que entendem a ciências e pessoas que entendem as letras, mas existem também outros tantos tipos de pessoas como preferências pessoais possíveis, incluindo aquelas que entendem tanto as ciências quanto as letras.

A questão da utilidade formativa da ciência escolar para o cotidiano das pessoas é básica na educação científica e pode ser exposta, por exemplo, em função da sua utilidade para a formação como consumidores (50211). O consenso alcançado considera como crença ingênua que as classes (habituais) de ciências na escola ajudam a formar melhores consumidores, pois nestas aprendem-se coisas sobre os produtos do mercado.

Na sociedade atual, a informação circula livremente pelas diversas vias alternativas não formais que competem com a escola. Uma delas é a televisão (e em geral os meios de comunicação), razão pela qual se discute numa questão se os documentários científicos oferecidos pela TV dão ou não uma imagem melhor da ciência que as aulas de ciência (50311). Avalia-se por consenso que é uma crença ingênua considerar que esses documentários ofereçam uma imagem global da ciência mais adequada, pois dessa forma evitam-se os preconceitos e as preferências do professor.

Discussão e implicações para o ensino da ciência

Nesta última seção, são discutidos e desenvolvidos dois assuntos: em primeiro lugar, as contribuições concretas para o conhecimento das crenças adequadas e ingênuas, sustentadas por um consenso alto entre os especialistas, relacionadas a tópicos da NdC correspondentes à sociologia externa da ciência e a tecnologia, isto é, as questões que concernem às relações mútuas entre a sociedade e o sistema tecnocientífico; em segundo lugar, as implicações para o ensino da NdC em sintonia com os consensos diagnosticados nesse âmbito tão polêmico e complexo, pois estes podem ser usados como conteúdos para introduzir o ensino da NdC no currículo de ciências.

O desenvolvimento da sociologia do conhecimento científico contribuiu para destacar os aspectos sociológicos da ciência como elemento central da NdC (Lamo e col., 1994). A partir

dessa perspectiva, faz décadas que o movimento CTS vem destacando a perspectiva sociológica da CeT como elemento relevante da educação científica (Acevedo, Vázquez e Manassero, 2002) e este estudo a assume como parte da NdC, superando assim a redução conceitual desta à mera epistemologia da ciência, da mesma forma como é interpretada restritivamente em outros estudos (Osborne e col., 2003). Dessa forma, contribui-se para ampliar o conceito do NdC, neste caso, com aspectos da sociologia externa da ciência.

O critério aplicado para definir o consenso foi o acordo de uma maioria qualificada de dois terços (11 como mínimo) de um painel de 16 juízes peritos (Acevedo, Vázquez, Manassero e Acevedo, 2007b, no prelo). Esse critério é similar aos usados em outros estudos (Eagly e Chaiken, 1993; Osborne e col., 2003; Rubba, Schoneweg-Bradford e Harkness, 1996), mas uma contribuição importante desta pesquisa é a magnitude e a diversidade da amostra de juízes que participou do processo de avaliação, o que confere uma maior variabilidade dos resultados obtidos frente a painéis de juízes menores e homogêneos (Vázquez, Acevedo e Manassero, 2001).

De um ponto de vista metodológico, a definição do consenso por meio de um critério de maioria qualificada de juízes é útil para diferenciá-lo do desacordo, embora seja convencional e condiciona de alguma forma os resultados. Como já foi apresentado em trabalhos anteriores, um critério mais exigente resultaria em menos acordos, enquanto que outro menos exigente os aumentaria (Acevedo, Vázquez, Manassero e Acevedo, 2007a, no prelo; Vázquez, Acevedo, Manassero, 2004). Além disso, o engano estatístico aleatório das medidas também poderia influenciar no fato de que algumas frases localizadas dentro do intervalo de erro, abaixo do critério mínimo adotado (isto é, com o acordo de 10 juízes ou menos), constituíram um conjunto de frases potencialmente suscetíveis de consenso. Futuras investigações, aplicando critérios múltiplos ou cruza-

dos, poderiam aperfeiçoar o método e seriam de grande utilidade para verificar os resultados obtidos.

A análise dos consensos citados neste estudo proporciona a cara (consenso) e a coroa (desacordo) de uma mesma moeda (NdC). Por uma parte, os resultados obtidos confirmam que o consenso entre os peritos existe e os acordos podem ser identificados. Por outro lado, os resultados obtidos também demonstram que, embora acessíveis, o consenso é difícil e a controvérsia segue estando presente na raiz das questões da NdC. Assim, o grau de acordo com relação às 264 diferentes frases avaliadas de sociologia externa da ciência é muito variável e as que satisfazem o exigente critério adotado para o consenso são relativamente escassas (só 58 frases satisfizeram – aproximadamente a quinta parte –, das quais 22 são adequadas e 36 ingênuas). É necessário destacar que só uma frase obteve, dos 16 juízes, a avaliação unânime de crença ingênua. Mesmo assim, enquanto nove frases alcançam, de 15 juízes, o consenso quase unânime de crenças ingênuas, somente duas frases conseguiram o de crenças adequadas.

A implicação mais óbvia, produto dos consensos obtidos empiricamente que foram mostrados neste estudo, afeta o planejamento do ensino da NdC, compreendida como um elemento importante da alfabetização científica e tecnológica para todas as pessoas. Em particular, os consensos podem solucionar o problema da seleção dos conteúdos curriculares mais apropriados para dito ensino. Com as reservas expressas, as crenças consensuadas pelos juízes, resumidas nas tabelas 3, 4, 5 e 6, deveriam conformar os conteúdos do currículo da NdC para serem trabalhados nas atividades de sala de aula, com a garantia de representarem crenças amplamente compartilhadas por diferentes peritos dos conhecimentos atuais de filosofia, história e sociologia da ciência e da tecnologia. Essa proposta supõe um avanço importante e, além disso, permite aplicar um ensino explícito da NdC a partir de objetivos

relativamente modestos e acessíveis para todos os estudantes (Hogan, 2000; Lederman, 1999; Matthews, 1998b; Monk e Osborne, 1997).

Por outra parte, o ensino da NdC não pode esquecer que faz parte da educação científica, e que esta faz parte da educação geral das pessoas, de tal forma que alguns princípios educacionais gerais também são aplicáveis nesse caso. Assim, o planejamento geral do ensino da NdC – para o Ensino Fundamental até o Ensino Médio pós-obrigatória, no qual os estudantes já realizaram uma eleição de especialização nos seus estudos –, exige algum princípio que ordene a temporalização dos conteúdos da NdC por meio das sucessivas etapas e cursos.

O princípio mais geral vigente em toda a educação é a gradação dos objetivos e conteúdos curriculares e sua adaptação ao desenvolvimento psicobiológico dos estudantes, de tal forma que exista uma sincronia entre as exigências do currículo e as capacidades de aprendizagem da maioria dos estudantes. As grandes teorias do desenvolvimento psico-evolutivo descrevem o avanço gradual das capacidades pessoais, de tal forma que o princípio didático aplicável é ensinar partindo do simples para o complexo. Por exemplo, a gradação da complexidade das questões que forem abordadas implica na adaptação à idade e à etapa educacional dos estudantes, por meio da construção de seqüências de conteúdos que vão de uma série de elementos básicos (aproximações descritivas simples da presença do sistema tecnocientífico na sociedade) até as relações mais complexas e problemáticas entre a sociedade e o sistema tecnocientífico, incluindo as controvérsias e os conceitos epistemológicos que sejam produtos disso (Vázquez, Acevedo, Manassero e Acevedo, 2001). Esse princípio leva à apreciação do valor que têm as crenças mais simples da NdC, que seriam as mais apropriadas para as primeiras idades. A gradação da complexidade das crenças relativas até as relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, como conteúdos curriculares, seria um pas-

so necessário para a adaptação do currículo à idade e às diversas etapas da educação regrada, para o qual é necessário dispor de crenças consensuadas simples e complexas.

Algumas das crenças sobre a NdC que alcançaram o consenso neste estudo referem-se a questões muito simples e genéricas, que possivelmente podem parecer excessivamente básicas e simples de uma perspectiva filosófica ou sociológica mais acadêmica. Exemplos de crenças adequadas desse tipo poderiam ser (I) que a contaminação deveria ser limitada tanto quanto seja possível, pois estendê-la só criaria mais danos; ou (II) que a indústria pesada não deveria ser trasladada aos países não desenvolvidos, pois não é uma forma responsável de resolver o problema da contaminação. Exemplos de crenças ingênuas simples seriam (I) que a CeT não influenciam muito na sociedade e vice-versa; (II) que a sociedade não influencia muito na CeT; (III) que os cientistas não são afetados pela política de seu país porque estão isolados de sua sociedade; (IV) que a indústria pesada deveria ser trasladada aos países não desenvolvidos para salvar nosso país da contaminação; ou (V) que a CeT só fazem piorar os problemas sociais. Esse tipo de crenças tão simples não costuma aparecer nos debates de maior nível acadêmico, pois não geram desacordos, mas são válidas como parte da alfabetização científica e tecnológica na NdC, principalmente nos cursos elementares e obrigatórios, como expressão de uma educação científica para todas as pessoas, que deve apresentar objetivos relativamente modestos (Matthews, 1998a), embora também possa incluir outros mais avançados com relação à independência intelectual e à consciência crítica (Hipkins, Barrer e Bolstad, 2005). Entretanto, não se pode esquecer que, nesse contexto, o ensino da NdC não pretende formar epistemologistas nem sociólogos da ciência, apenas pessoas cientificamente cultas (Matthews, 1998b).

A educação científica nos níveis obrigatórios vai dirigida a estudan-

tes de idades e interesses muito diferentes e seu objetivo deve ser mais formativo do que intelectual ou acadêmico. Como em qualquer aprendizagem, o ensino da NdC deve avançar das crenças mais simples para as mais complexas, de tal forma que as aparentemente mais simples, acessíveis e menos polêmicas, são necessárias para uma seqüência adequada nas diferentes etapas da educação científica dos estudantes mais jovens. O tipo de crenças tão simples que aparece neste estudo, tanto nas ingênuas quanto nas adequadas, é válido para introduzir a NdC numa alfabetização científica e tecnológica para todas as pessoas. Os consensos na NdC têm um valor didático claro e positivo, especialmente para os estágios iniciais da educação, pois permitem uma certa gradação da dose de controvérsia e complexidade que é administrada aos estudantes por meio da inclusão da NdC no currículo de ciências.

Num nível complementar, um segundo princípio geral da Educação é a adaptação do ensino ao contexto específico dos estudantes. Os contextos podem ser muito diversos segundo a dimensão social, escolar ou pessoal que seja tratada, mas aqui se pretende destacar o contexto que aparece vinculado às diversas finalidades com as quais a educação científica pode ser apresentada. Entre outras finalidades possíveis, Aikenhead (2003) destaca as seguintes referentes à educação científica:

- Ciência propedêutica (necessária para cientistas);
- Ciência funcional (necessária para exercer uma profissão);
- Ciência sedutora (atrativa, sensorial etc.);
- Ciência doméstica (necessária para o dia-a-dia);
- Ciência curiosa (estimula a curiosidade e o desejo de saber);
- Ciência social (ciência para exercer a cidadania);
- Ciência cultural (ciência como cultura).

Os conteúdos de ensino da NdC devem ser adaptados ao tipo de finalidade que se pretenda na edu-

cação científica (Acevedo, 2004; Vázquez, Acevedo e Manassero, 2005b). A adaptação para o contexto do ensino da NdC também significa que não devem existir contradições entre o ensino dos conceitos, os procedimentos da ciência e entre as afirmações a respeito da NdC que forem feitas (Norris e Korpan, 2000). Além da coerência nas finalidades educacionais, a adaptação para o contexto também implica que os conteúdos da NdC devem possuir uma série de características comuns, tais como viabilidade, utilidade, gradação, inclusividade etc.

Outro grupo de implicações educacionais para o ensino da NdC refere-se a reflexões emanadas a partir de determinados aspectos da didática das ciências. Por exemplo, muitos professores costumam lecionar ciências por meio de atividades de sala de aula apoiadas nos métodos da ciência (práticas de laboratório, processos da ciência, discussões etc.), confiando em que, dessa forma implícita, os estudantes possam conseguir uma boa compreensão da NdC. Entretanto, algumas investigações de didática das ciências demonstraram que esse ensino implícito da NdC por meio de cursos centrados nos métodos da ciência não é eficaz (Abd-El-Khalick e Lederman, 2000; Bell e col., 2001), pelo que se advoga por um ensino explícito da NdC. Isso requer aplicar no desenvolvimento curricular dessas questões todas as estratégias habituais nos conteúdos importantes da Educação, tais como, a inclusão explícita no planejamento do currículo (objetivos, conteúdos e atividades) e, principalmente, colocá-la em prática na avaliação dos estudantes e do próprio curso.

Os consensos mostrados neste estudo foram obtidos aplicando uma mesma metodologia e critério, de forma integrada, para as crenças adequadas e as ingênuas, o que representa um avanço na fundamentação empírica do tema. Outra questão didática que apresenta o ensino da NdC é a importância relativa que deve ser dada às crenças adequadas e ingênuas no currículo de ciências. De fato, da mesma forma que foi

apresentado no artigo, a pesquisa em didática das ciências foi centrada de forma específica no consenso sobre as crenças adequadas (Eflin, Glennan e Reisch, 1999; Felske, Chiappetta e Kemper, 2001; Lederman, Abd-El-Khalick, Bell e Schwartz, 2002; McComas, Clough e Almazroa, 1998; McComas e Olson, 1998; Osborne e col., 2003) ou em relação às crenças ingênuas (Fernández e col., 2002; 2003; McComas, 1996; 1998), mas não em ambos de uma vez. A apresentação simultânea de crenças adequadas e ingênuas, correspondentes às diversas questões apresentadas de sociologia externa da ciência, é outra sugestão inovadora deste estudo para a didática das ciências. De fato, em questões tão controversas como as que foram apresentadas sobre a NdC, não só são importantes as afirmações em positivo mas também as afirmações em negativo, pois ambas contribuem para melhorar a aprendizagem. O ensino dos pontos positivos junto com os negativos contribui para a melhor precisão dos conteúdos mais complexos e escorregadios da NdC, de tal forma que o ensino conjunto de crenças adequadas e ingênuas pode supor uma reconceitualização radical do currículo de ciências nesse aspecto (Hipkins, Barrer e Bolstad, 2005).

A identificação das crenças da NdC consensuadas, frente às outras que não alcançam o consenso, faz supor um avanço, pois proporciona segurança para o desenvolvimento do currículo, mas o ensino da NdC deve ser limitado às crenças consensuadas e devem excluir-se as outras ou ambas devem ser ensinadas? Que importância relativa devem ter as crenças consensuadas e as que não conseguiram o consenso? A tradição cultural da ciência é caracterizada por uma evidente disposição dos cientistas em buscar e conseguir acordos mediante a resolução e clausura das controvérsias. Essa tendência para o consenso foi transmitida à educação científica pelos livros didáticos, amplificando as crenças consensuadas, ocultando as controvérsias e esquecendo as crenças que não tiveram

êxito, as quais também desempenham um papel determinante na contrastação das teorias científicas. Essa ênfase excessiva de apresentar apenas as crenças triunfadoras produz uma tendência a esfumar a história e as contingências evolucionais da ciência nos livros didáticos, o que não contribui para ressaltar a natureza provisória do conhecimento científico. Dessa forma, desaparecem as crenças perdedoras e só ficam as vencedoras, produzindo uma imagem deformada de certeza que não corresponde à gênese histórica do conhecimento científico (Fourrez, 1994). Portanto, ensinar NdC a partir das crenças consensuadas, tanto adequadas quanto ingênuas, equivale a destacar a natureza provisória do conhecimento científico e o valor dos processos de sua construção, inclusive nos casos de teorias e leis mais contrastadas.

No caso mais radical, essa tendência positivista do ensino das ciências ao considerar excessivamente absoluto o conhecimento científico aceito e esquecer as idéias que não tiveram êxito, como parte da cultura própria do sistema tecnocientífico, está mais próxima de uma doutrinação que de uma educação de espíritos críticos e mentes abertas à criatividade. O objetivo do ensino da NdC não deveria ser doutrinar de uma posição epistemológica particular, mas sim apresentar os diversos pontos de vista sobre cada questão e estimular o interesse de submeter a um escrutínio crítico e independente as possíveis respostas alternativas (Alters, 1997a; b). Portanto, embora possa parecer necessária numa área tão complexa e dialética, a excessiva insistência em conseguir o consenso com relação às crenças adequadas da NdC, como é feito por Osborne e col. (2003) e defendida por outros autores, não deve ser um instrumento de exclusão das crenças caracterizadas pela ausência de acordos.

Reconhecendo o valor que as crenças consensuadas têm para a educação científica, este não deveria ser convertido num valor absoluto para ensinar conteúdos da NdC, como se somente pudessem ser

ensinados os temas da NdC sobre os quais existe consenso e, pelo contrário, aqueles nos quais há desacordo fossem inapropriados para a educação científica. O consenso sobre a NdC, baseado nas provas empíricas apresentadas neste estudo e em outros semelhantes, é um valor consolidado para a educação científica, mas não deve ser considerado um valor absoluto nem excludente, de tal forma que não deveria ser um argumento para excluir do ensino das ciências aqueles temas da NdC nos quais não houver acordo e que, por conseguinte, sejam mais polêmicos e controversos. E mais, certa dose de desacordo, adaptada à idade e à etapa educacional dos estudantes, resulta necessária e saudável para a formação do espírito crítico e da independência intelectual de cidadãos e futuros cientistas, pois poderia ajudar a entender melhor tanto a pluralidade criativa da ciência quanto os processos de clausura das controvérsias e gênese dos consensos como um estado que é alcançado por meio de processos prévios de desacordo, às vezes muito compridos e custosos (Acevedo, Vázquez, Martín-Gordillo e col., 2005; Acevedo, Vázquez, Oliva e col., 2005).

O caráter dialético e complexo da atual tecnociência é um fator adicional de dificuldade para o ensino da NdC, que possivelmente seja mais difícil de confrontar que a potente falta de consenso. A questão relacionada à complexidade da NdC ser inerente à própria ciência ou se somente é um atributo da reflexão sobre a ciência também tem interesse didático, em especial devido a que muitos professores acreditam que ensinar a NdC de forma implícita é suficiente, que é a forma mais utilizada na prática docente por meio dos métodos e processos da ciência. A complexidade alcançada pelo sistema tecnocientífico nas sociedades contemporâneas é enorme, até o ponto que hoje diversos modelos de ciência convivem num dinamismo permanente, que apresenta múltiplas facetas e que resulta difícil de serem apreendidas inclusive pelos especialistas (Echeverría, 2003). Essa complexidade é

inerente ao sistema tecnocientífico, que reúne diferentes tipos de ciência e tecnologia coexistindo no presente, de tal forma que é possível afirmar que hoje não existe apenas uma ciência (Acevedo, 2006a), da mesma forma que tampouco existe uma única reflexão sobre a ciência, mas diversas convivendo simultaneamente. Portanto, existem diversas tecnociências e diferentes reflexões sobre esta. Daí a importância de educar a partir da pluralidade e não da doutrinação para um modelo concreto, principalmente nos aspectos onde o desacordo é maior (Rudolph, 2003).

A proposta de ensinar uma NdC baseada nas crenças consensuadas da NdC poderia ser considerada inaceitável pelo seu reducionismo, isto é, pela sua incapacidade de apresentar uma imagem global da NdC. O caráter poliédrico da atual tecnociência faz com que toda descrição seja necessariamente limitada e parcial, de tal forma que qualquer aspecto da NdC que seja considerado seria apresentada apenas de forma incompleta. Nesse caso, se qualquer descrição da NdC é parcial e limitada, a objeção de reducionismo com relação aos consensos não é tão transcendente, pois qualquer descrição implica numa redução e, portanto, chegar-se-ia assim a negar a possibilidade de qualquer tipo de ensino da NdC. No entanto, além disso, a visão educativa da tecnociência oferecida pelos consensos mostrados neste estudo tampouco é uma representação definitiva da NdC na educação científica, pois o currículo de ciências que é apresentado aos estudantes implica necessariamente numa nova redução da NdC. As necessidades didáticas requerem a transformação dos conteúdos científicos em conteúdos a serem ensinados, a partir da transposição didática realizada pelos professores fundamentados no seu conhecimento didático do conteúdo (Shulman, 1986) ou, de outra forma, baseando-se no conhecimento profissional que permite nesse caso a adaptação dos conteúdos especializados da NdC em conteúdos próprios da educação científica (Schwartz e Lederman, 2002). Essa adaptação

supõe outra simplificação e um reducionismo didático. Frente ao mesmo raciocínio de negação da possibilidade de ensinar NdC e aceitando que qualquer conteúdo didático é uma visão transformada do objeto a ser ensinado, essa descrição parcial pode ser aceitável, embora implique também numa redução e limitação.

Em síntese, é um fato que qualquer imagem da CeT que seja apresentada será sempre fragmentária e limitada, de tal forma que a seleção de um conjunto representativo de conteúdos da NdC, orientada por consensos empiricamente justificados, não deveria ser rejeitada racionalmente, tanto de um ponto de vista didático quanto epistemológico. Considerando-se os resultados deste estudo, para a inclusão da NdC no ensino das ciências, a proposta de um futuro evidente e coerente é o desenvolvimento curricular das crenças adequadas e ingênuas consensuadas. Os consensos obtidos em sociologia externa da ciência e da tecnologia, junto com os consensos correspondentes aos aspectos epistemológicos (Acevedo, Vázquez, Manassero e Acevedo, 2007a, no prelo) e à sociologia interna da ciência e da tecnologia (Vázquez, Manassero, Acevedo e Acevedo, 2007, no prelo), proporcionam uma base sólida, empiricamente fundamentada, como guia capaz de garantir uma seleção de conteúdos válidos, o que já é um avanço importante para a implantação da NdC na educação científica. Dessa forma, o ensino das crenças da NdC consensuadas amplia de forma relevante os horizontes didáticos para a compreensão pública da ciência e da tecnologia.

Por último, já que o ensino da NdC deve ser praticado por meio de atividades concretas e conteúdos significativos, também deverá ser coerente com o ensino dos processos da ciência ou com a utilização da pesquisa científica na sala de aula (Abd-El-Khalick e col., 2004; Ben-ze, Bowen e Alsop, 2006; Khishfe e Abd-El-Khalick, 2002; Schwartz, Lederman e Crawford, 2004). Essas atividades e conteúdos devem ser desenvolvidos considerando-se três elementos que a bibliografia

especializada e intimamente ao ensino da NdC: a história da ciência e da tecnologia; a evolução e atualidade tecnocientífica; e as finalidades da educação científica. Os três elementos citados podem servir de base para um currículo destinado ao ensino explícito e reflexivo da NdC (Abd-El-Khalick e Akerson, 2004; Akerson e Volrich, 2006), no qual outras perguntas educativas cobram

sentido e adquirem relevância, tais como que NdC ensinar, para que ensinar NdC, e que tipo de ciência apresentamos quando ensinamos NdC (Acevedo e col., 2004; Acevedo, Vázquez, Paixão e col., 2005). A resposta a essas perguntas é estendida, sem dúvida, à formação do professorado nesses temas, pois este tem a responsabilidade do desenvolvimento curricular.

Ángel Vázquez-Alonso (angel.vazquez@uib.es) é Facultad de Educación. Universidad de las Islas Baleares, Espanha. **M^a Antonia Manassero-Mas** (ma.manassero@uib.es) é professora do Departamento de Psicología. Universidad de las Islas Baleares, Espanha. **José Antonio Acevedo-Díaz** (ja_acevedo@vodafone.es) é professor e membro da Consejería de Educación de la Junta de Andalucía. Delegación Provincial de Huelva, Espanha. **Pilar Acevedo-Romero** (pi_acevedo@yahoo.es) é professora do Instituto de Ensino Secundário "Fray Diego Tadeo González", Ciudad Rodrigo (Salamanca), Espanha.

Referências

ABD-EL-KHALICK, F.S. e AKERSON, V.L. Learning about nature of science as conceptual change: Factors that mediate the development of preservice elementary teachers' views of nature of science. *Science Education*, 88(5), 785-810, 2004.

ABD-EL-KHALICK, F.; BOUJAOUDE, S.; DUSCHL, R.; LEDERMAN, N.G.; MAMLOK-NAAMAN, R.; HOFSTEIN, A.; NIAZ, M.; TREAGUST, D. e TUAN, H.-L. Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88(3), 397-419, 2004.

ABD-EL-KHALICK, F. e LEDERMAN, N.G. Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665-701, 2000.

ACEVEDO, J.A. Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: Educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(1), 3-16, 2004. Consultado em 1/9/2006 em <http://www.apac-eureka.org/revista/Larevista.htm>.

ACEVEDO, J.A. Modelos de relaciones entre ciencia y tecnología: un análisis social e histórico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(2), 198-219, 2006a. Consultado 5/9/2006 em <http://www.apac-eureka.org/revista/Larevista.htm>.

ACEVEDO, J.A. Relevancia de los factores no-epistémicos en la percepción pública de los asuntos tecnocientíficos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(3), 369-390, 2006b. Consultado 1/10/2006 <http://www.apac-eureka.org/revista/Larevista.htm>.

ACEVEDO, J.A.; ACEVEDO, P.; MANASSERO, M.A.; OLIVA, J.M.; PAIXÃO, M.F. e VÁZQUEZ, A. Naturaleza de la

ciencia, didáctica de las ciencias, práctica docente y toma de decisiones tecnocientíficas. En I. P. Martins, F. Paixão y R. Vieira (Org.), *Perspectivas Ciência-Tecnologia-Sociedade na Inovação da Educação em Ciência* (p. 23-30). Aveiro (Portugal): Universidade de Aveiro, 2004. Consultado 1/9/2006 en *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*, 2004, <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo21.htm>.

ACEVEDO, J.A.; ACEVEDO, P.; MANASSERO, M.A. e VÁZQUEZ, A. Avances metodológicos en la investigación sobre evaluación de actitudes y creencias CTS. *Revista Iberoamericana de Educación*, edición electrónica, 2001. Consultado 1/9/2006 en <http://www.campus-oei.org/revista/deloslectores/Acevedo.PDF>.

ACEVEDO, J.A.; VÁZQUEZ, A. e MANASSERO, M.A. El movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad y la enseñanza de las ciencias, 2002. Consultado 2/9/2006 en *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*, <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo13.htm>. Versión en castellano del capítulo 1 del libro de Manassero, M.A.; Vázquez, A. e Acevedo, J.A. *Avaluació dels temes de ciència, tecnologia i societat*. Palma de Mallorca: Conselleria d'Educació i Cultura del Govern de les Illes Balears, 2001.

ACEVEDO, J.A., VÁZQUEZ, A., MANASSERO, M.A. e ACEVEDO, P. Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: aspectos epistemológicos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(2), 2007a (no prelo). En <http://www.apac-eureka.org/revista/Larevista.htm>.

ACEVEDO, J.A.; VÁZQUEZ, A.; MANASSERO, M.A. e ACEVEDO, P. Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: fundamentos de una investigación empírica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(1), 2007b (no prelo). En <http://www.apac-eureka.org/revista/Larevista.htm>.

ACEVEDO, J.A.; VÁZQUEZ, A.; MARTÍN-GORDILLO, M.; OLIVA, J.M.; ACEVEDO,

P.; PAIXÃO, M.F. e MANASSERO, M.A. Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(2), 121-140, 2005. Consultado 2/9/2006 en <http://www.apac-eureka.org/revista/Larevista.htm>.

ACEVEDO, J.A.; VÁZQUEZ, A.; OLIVA, J.M.; PAIXÃO, M.F.; ACEVEDO, P. e MANASSERO, M.A. Comprensión de la naturaleza de la ciencia y decisiones tecnocientíficas. Comunicación presentada en el VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias: *Educación científica para la ciudadanía* (Granada, 7-10 de septiembre de 2005). *Enseñanza de las Ciencias*, nº extra (VII Congreso), edición en CD, 2005.

ACEVEDO, J.A.; VÁZQUEZ, A.; PAIXÃO, M.F.; ACEVEDO, P.; OLIVA, J.M. e MANASSERO, M.A. Mitos da didáctica das ciências acerca dos motivos para incluir a natureza da ciência no ensino das ciências. *Ciência y Educação*, 11(1), 1-15, 2005. Consultado 2/9/2006 em <http://www.fc.unesp.br/pos/revista/>.

AIKENHEAD, G.S. The social contract of science: Implications for teaching science. En J. Solomon y G. Aikenhead (Eds.), *STS education: International perspectives on reform* (p. 11-20). New York: Teachers College Press, 1994.

AIKENHEAD, G. S. STS Education: A Rose by Any Other Name. En R. T. Cross (Ed.), *A Vision for Science Education: Responding to the work of Peter J. Fensham* (p. 59-75). New York, NY: Routledge Falmer, 2003. Consultado 1/9/2006 em <http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/stsed.htm>.

AKERSON, V.L. e VOLRICH, M.L. Teaching Nature of Science Explicitly in a First-Grade Internship Setting. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(4), 377-394, 2006.

ALTERS, B.J. Nature of Science: A

Diversity or Uniformity of Ideas? *Journal of Research in Science Teaching*, 34(10), 1105-1108, 1997a.

ALTERS, B. J. Whose Nature of Science? *Journal of Research in Science Teaching*, 34(1), 39-55, 1997b.

BARTHOLOMEW, H.; OSBORNE, J. e RATCLIFFE, M. Teaching Students "Ideas-About-Science": Five Dimensions of Effective Practice. *Science Education*, 88(5), 655-682, 2004.

BELL, R.L. The Nature of Science in Instruction and Learning. Colorado Springs: *Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science (AETS)*, 2005.

BELL, R.L.; ABD-EL-KHALICK, F.; LEDERMAN, N.G.; MCCOMAS, W.F. e MATTHEWS, M.R. The Nature of Science and Science Education: A Bibliography. *Science and Education*, 10(1/2), 187-204, 2001.

BENCZE, J.L.; BOWEN, G.M. e AL-SOP, S. Teachers' tendencies to promote student-led science projects: Associations with their views about science. *Science Education*, 90(3), 400-419, 2006.

DRIVER, R.; LEACH, J.; MILLAR, R. e SCOTT, P. *Young People's Images of Science*. Buckingham, UK: Open University Press, 1996.

DUSCHL, R. Making the nature of science explicit. In: Millar, R.; Leech, J. e Osborne, J. (Eds.). *Improving Science Education: The contribution of research*. Philadelphia: Open University Press, 2000. p. 187-206.

EAGLY, A.H. e CHAIKEN, S. *The psychology of attitudes*. Forth Worth: Harcourt Brace College Publishers, 1993.

ECHEVERRÍA, J. *Filosofía de la ciencia*. 2 ed. Madrid: Akal, 1998.

EFLIN, J.T.; GLENNAN, S. e REISCH, R. The Nature of Science: A Perspective from the Philosophy of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(1), 107-116, 1999.

FELSKE, D.D.; CHIAPPETTA, E. e KEMPER, J. A Historical Examination of the Nature of Science and its Consensus in Benchmarks and Standards. *Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching*. St. Louis, 2001.

FERNÁNDEZ, I.; GIL, D.; CARRAS-COSA, J.; CACHAPUZ, A. e PRAIA, J. Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 477-488, 2002.

FERNÁNDEZ, I.; GIL-PÉREZ, D.; VALDÉS, P. e VILCHES, A. ¿Qué visiones de la ciencia y la actividad científica tenemos

y transmitimos? In Gil-Pérez, D.; Macedo, B.; Martínez-Torregrosa, J.; Sifredo, C.; Valdés, P. e Vilches, A. (Eds.). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años* (pp. 29-62). Santiago, Chile: OREALC/UNESCO, 2005.

FERNÁNDEZ, I.; GIL, D.; VILCHES, A.; VALDÉS, P.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. e SALINAS, J. El olvido de la tecnología como refuerzo de las visiones deformadas de la ciencia. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(3), 2003. Consultado 4/9/2006 en <http://www.saum.uvigo.es/reec/>.

FOUREZ, G.M. *La construcción del conocimiento científico. Filosofía y ética de la ciencia*. Madrid: Nancea, 1994.

FOX-KELLER, E. El lenguaje de la genética y su influencia en la investigación. *Quark*, 4, 53-63, 1996.

GILBERT, G.N. e MULKAY, M. *Opening Pandora's box: A sociological analysis of scientists' discourse*. Cambridge: Cambridge University Press, 1984.

HIPKINS, R.; BARKER, M. e BOLSTAD, R. Teaching the 'nature of science': modest adaptations or radical reconceptions? *International Journal of Science Education*, 27(1), 243-254, 2005.

HOGAN, K. Exploring a process view of students knowledge about the nature of science. *Science Education*, 84(1), 51-70, 2000.

KHISHFE, R. e ABD-EL-KHALICK, F. Influence of explicit reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 551-581, 2002.

KNORR-CETINA, K.D. *The manufacture of knowledge: An essay on the constructivist and contextual nature of science*. Oxford: Pergamon Press, 1981.

KOLSTØ, S.D. Scientific literacy for citizenship: tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education*, 85(3), 291-310, 2001.

LAMO, E.; GONZÁLEZ, J.M. e TORRES, C. *La sociología del conocimiento y de la ciencia*. Madrid: Alianza, 1994.

LATOUR, B. *Science in Action. How to follow scientists and engineers through society*. Milton Keynes: Open University Press, 1987. [*Ciencia en acción. Cómo seguir a los científicos e ingenieros a través de la sociedad*. Barcelona: Labor, 1992].

LATOUR, B. e WOOLGAR, S. *Laboratory Life: The Social Construction of Scientific Facts*. London: Sage, 1979. [*La vida en*

el laboratorio. La construcción de los hechos científicos. Madrid: Alianza, 1995].

LEDERMAN, N.G. Teachers' understanding of the nature of science: Factors that facilitate or impede the relationship. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(8), 916-929, 1999.

LEDERMAN, N.; ABD-EL-KHALICK, F.; BELL, R.L. e SCHWARTZ, R.S. Views of Nature of Science Questionnaire: Towards valid and meaningful assessment of learners' conceptions of the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497-521, 2002.

_____. *Avaluació del temes de ciència, tecnologia i societat*. Palma de Mallorca: Conselleria d'Educació i Cultura del Govern de les Illes Balears, 2001.

MANASSERO, M.A., VÁZQUEZ, A. e ACEVEDO, J.A. *Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS)*. Princeton, NJ: Educational Testing Service, 2003. Información. Consultado 4/9/2006 en <http://www.ets.org/testcoll/>.

MATTHEWS, M.R. In Defense of Modest Goals when Teaching about the Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(2), 161-174, 1998a.

MATTHEWS, M.R. The Nature of Science and Science Teaching. In: Fraser, B.J. e Tobin, K.G. (Eds.). *International Handbook of Science Education*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1998b. p. 981-999

MCCOMAS, W.F. Ten myths of science: reexamining what we think we know about the nature of science. *School Science and Mathematics*, 96(1), 10-16, 1996.

MCCOMAS, W.F. The principal elements of the nature of science: dispelling the myths. In: McComas, W. F. (Ed.). *The nature of science in science education*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1998. p. 53-72.

MCCOMAS, W.F.; CLOUGH, M.P. e ALMAZROA, H. The role and character of the nature of science in science education. In: McComas, W.F. (Ed.). *The Nature of Science in Science Education. Rationales and Strategies*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1998. p. 3-39.

MCCOMAS, W.F. e OLSON, J.K. (1998). The nature of science in international science education standards documents. In: McComas, W.F. (Ed.). *The Nature of Science in Science Education. Rationales and Strat-*

egies. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1998. p. 41-52.

MONK, M. e OSBORNE, J. Placing the history and philosophy of science on the curriculum: a model for the development of pedagogy. *Science Education*, 81(4), 405-424, 1997.

NORRIS, S.P. e KORPAN, C.A. Science, views about science, and pluralistic science education. In: Millar, R.; Leach, J. e Osborne, J. (Eds.). *Improving science education: the contribution of research*. Buckingham: Open University Press, 2000. p. 227-244.

OSBORNE, J.; COLLINS, S.; RATCLIFFE, M.; MILLAR, R. e DUSCHL, R. What "Ideas-about-Science" Should Be Taught in School Science? A Delphi Study of the Expert Community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), 692-720, 2003.

QUERALTÓ, R. *Mundo, tecnología y razón en el fin de la modernidad*. Barcelona: PPU, 1993.

RUBBA, P.A.; SCHONEWEG-BRADFORD, C. e HARKNESS, W.L. A new scoring procedure for the views on science-technology-society instrument. *International Journal of Science Education*, 18(4), 387-400, 1996.

RUBÉN BLANCO, J. Las relaciones entre ciencia y sociedad: hacia una sociología histórica del conocimiento científico. *Política y Sociedad*, 14/15, 35-45, 1993-94.

RUDOLPH, J.L. Portraying epistemology: School science in historical context. *Science Education*, 87(1), 64-79, 2003.

SÁNCHEZ-RON, J.M. *El poder de la ciencia*. Madrid: Alianza, 1992.

SADLER, T.D. Informal reasoning regarding socioscientific issues: a critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513-536, 2004.

SCHWARTZ, R.S. e LEDERMAN, N.G. "It's the nature of the beast": The influence of knowledge and intentions on learning and teaching nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(3), 205-236, 2002.

SCHWARTZ, R.S.; LEDERMAN, N.G. e CRAWFORD, B.A. Developing Views of Nature of Science in an Authentic Context: An Explicit Approach to Bridg-

ing the Gap between Nature of Science and Scientific Inquiry. *Science Education*, 88(4), 610-645, 2004.

SHULMAN, L.S. Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14, 1986.

SMITH, M.U.; LEDERMAN, N.G.; BELL, R.L.; McCOMAS, W.F. e CLOUGH, M.P. How great is the disagreement about the nature of science? A response to Alters. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(10), 1101-1104, 1997.

SNOW, C.P. *The two cultures: and a second look*. Cambridge: Cambridge University Press, 1964. [*Las dos culturas*. Madrid: Alianza, 1987].

VÁZQUEZ, A.; ACEVEDO, J.A. e MANNASSERO, M.A. Progresos en la evaluación de actitudes relacionadas con la ciencia mediante el Cuestionario de Opiniones CTS. In: Martins, I. P. (Org.). *O Movimento CTS na Península Ibérica. Seminário Ibérico sobre Ciência-Tecnologia-Sociedade no ensino-aprendizagem das ciencias experimentais*. Aveiro: Universidade de Aveiro, 2000. p. 219-230. Consultado 1/9/2006 en *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*, 2001, <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo6.htm>.

_____. Enseñando ciencia: consenso y disenso en la educación y evaluación de las actitudes relacionadas con la ciencia. In: Martín Sánchez, M. e Morcillo, J.G. (Eds.). *Reflexiones sobre la didáctica de las ciencias experimentales*. Madrid: Nivel, 2001. p. 297-305. Consultado 1/9/2006 en *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*, 2001, <http://www.campus-oei.org/salactsi/vazquez.htm>.

_____. Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: evidencias e implicaciones para su enseñanza. *Revista Iberoamericana de Educación*, edición electrónica, 2004. Consultado 2/9/2006 en <http://www.campus-oei.org/revista/deloslectores/702Vazquez.PDF>.

_____. Más allá de la enseñanza de las ciencias para científicos: hacia una educación científica humanística. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(2), 2005a. Consultado 4/9/2006 en <http://www.saum.uvigo.es/reec/>.

_____. The dark side of the nature of science: empirical consensus about naïve ideas on science. 5th Conference of the

European Science Education Research Association (ESERA): *Contributions of Research to Enhancing Students' Interest in Learning Science*. Barcelona, Spain (28 August - 1 September, 2005), 2005b.

VÁZQUEZ, A.; ACEVEDO, J.A.; MANNASSERO, M.A. e ACEVEDO, P. Cuatro paradigmas básicos sobre la naturaleza de la ciencia. *Argumentos de Razón Técnica*, 4, 135-176, 2001. Consultado 1/9/2006 en *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*, 2003, <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo20.htm>.

_____. Hacia un consenso sobre la naturaleza de la ciencia en la enseñanza de las ciencias. In: Martins, I.P.; Paixão, F. e Vieira, R. (Orgs.). *Perspectivas ciência-tecnologia-sociedade na inovação da educação em ciência*. Aveiro: Universidade de Aveiro, 2004. p. 129-132.

_____. Consensos sobre la naturaleza de la ciencia para la enseñanza de las ciencias. VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias: *Educación científica para la ciudadanía* (Granada, 7-10 de septiembre de 2005). *Enseñanza de las Ciencias*, nº extra (VII Congreso), edición en CD, 2005. Consultado 4/9/2006 en <http://blues.uab.es/rev-ens-ciencias/>.

_____. Creencias ingenuas sobre naturaleza de la ciencia: consensos en sociología interna de ciencia y tecnología. Actas del IV Seminario Ibérico de CTS en la Educación Científica: *Las relaciones CTS en la Educación Científica*. Málaga: Universidad de Málaga (3-5 de julio de 2006), edición en CD, 2006.

_____. Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: la comunidad tecnocientífica. 2007 (no prelo).

WOOLGAR, S. *Science: the very idea*. Chichester: Ellis Horwood, 1988. [*Ciencia: abriendo la caja negra*. Barcelona: Anthropos, 1991].

ZIMAN, J. *Real science. What it is, what it means*. Cambridge: Cambridge University Press, 2000. [*¿Qué es la ciencia?* Madrid: Cambridge University Press, 2003].

Abstract: Consensuses about the nature of Science: Science and Technology in Society. The scientific and technological literacy for all paradigm in science education acknowledges the nature of science as an innovative approach to and a central part of the science education curriculum. However the inclusion of the nature of science in the curriculum is problematic, because it is a complex and unknown content for teachers, so the choice of the most appropriate features and contents for the curriculum is far from easy and requires some sort of agreements to overcome the wide array of drawbacks. This paper shows some consensuses on the external sociology of science, a specific issue of the nature of science that involves the relationships between the society, the science, and the technology. The consensuses are reached through an empirical methodology, which is carried out by a panel of 16 experts acting as judges who assessed the items of the Questionnaire of Opinions on Science, Technology and Society (QOCTS). The paper presents those specific beliefs where the judges achieved high level agreement, which involve both appropriate and naïve beliefs on the issue. These findings could be considered as consensual curricular contents for the nature of science issues and its implications for science education are finally discussed.

Keywords: Nature of science, Relationships among society, science and technology, consensual beliefs, empiric investigation.