

Atitudes em relação à ciência e à tecnologia de alunos de uma instituição tecnológica brasileira

Attitudes towards science and technology of students from a brazilian technological institution

Patrick de Miranda Antonioli¹

Alvaro Chrispino²

Ángel Vázquez Alonso³

Maria-Antonia Manassero Mas⁴

¹Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ) / *rickantonioli@gmail.com*

²Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ) / *alvaro.chrispino@gmail.com*

³Universidad de las Islas Baleares / *angel.vazquez@uib.es*

⁴Universidad de las Islas Baleares / *ma.manassero@uib.es*

Resumo

Este trabalho faz parte da colaboração internacional Projeto de Investigação Iberoamericano em Avaliação de Atitudes Relacionadas com a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade (PIEARCTS) e tem como objetivo analisar as atitudes de alunos de primeiro e terceiro anos do Ensino Médio de uma instituição tecnológica de referência do Brasil em relação à ciência, tecnologia e sociedade. Para isso foi aplicado o Questionário de Opiniões de Ciência, Tecnologia e Sociedade (COCTS) em um grupo de 352 alunos, cuja característica é permitir que os indivíduos respondessem dentro do modelo de respostas múltiplas, proporcionando maior confiabilidade e profundidade de análise. Entendemos que compreender melhor o que os alunos pensam sobre ciência, tecnologia e sociedade, pode nos permitir conhecer o que está no caminho certo e o que necessita mudar, assim como qual a melhor maneira de realizar essas mudanças, visando à desejada alfabetização científica.

Palavras-chave: CTS, alfabetização científica, PIEARCTS, COCTS, atitudes sobre ciência

Abstract

This work is part of an international collaboration Ibero-American Research Project in Assessment of Attitudes Related to Science, Technology and Society (PIEARCTS) and aims to analyze the attitudes of students in first and third grades of a high school technological institution of reference in Brazil regarding science, technology and society. Thereunto, we used the Questionnaire of Opinions on Science, Technology and Society (COCTS) in a group of 352 students, which characteristic is to allow individuals to answer within the model of multiple answers, providing greater reliability and depth of analysis. We understand that to better understand what students think about science, technology and society, it can let us

know what is on the right way and what needs to change, as well how is the best to accomplish these changes, aiming at the desired scientific literacy.

Key words: STS, scientific literacy, PIEARCTS, COCTS, attitudes towards science

INTRODUÇÃO

Alguns autores apontam como um dos principais objetivos de proporcionar aos alunos o estudo das ciências como sendo a alfabetização científica e tecnológica (MILLAR, 2008). A UNESCO (1994) já apontava esse como sendo o grande objetivo na colaboração *Project 2000+*, exigindo o esforço de todos os países participantes rumo a esse objetivo. Osborne (2003) indica um declínio no interesse dos jovens pelas carreiras científicas desde décadas passadas e uma certa diferença entre homens e mulheres nesse meio. Como o jovem de hoje já é cidadão e terá maior participação no futuro, mesmo trabalhando em outra área, torna-se fundamental seu mínimo interesse e conhecimento sobre a ciência e a tecnologia na tomada de decisões em questões científico-tecnológicas que interferem na sociedade.

Todavia, o ensino positivista e livresco contribui para o desinteresse geral nas ciências e torna-se evidente a necessidade de trazer para a escola algo mais do que estudar as ciências. Estudar além da ciência, ou seja, sobre a ciência é tão importante quanto estudar a ciência em si (ACEVEDO et al., 2005). Como ilustram os autores, já existe um consenso sobre a necessidade de introduzir elementos da Natureza da Ciência em sala de aula, mesmo que a forma como isso deva ser feito não esteja tão clara ainda.

É de suma importância que os alunos adquiram bons valores, atitudes e crenças em relação à ciência e à tecnologia, pois isso pode determinar seus interesses e suas participações como cidadãos no mundo. Logo, dois pontos apresentam suas importâncias: os professores têm de ter boas atitudes em relação à ciência e à tecnologia para possibilitar esse tipo de aprendizagem aos alunos, e também, como avaliar as atitudes dos alunos em relação à ciência e a tecnologia?

Este trabalho¹ faz parte da colaboração internacional “Projeto de Investigação Iberoamericano em Avaliação de Atitudes Relacionadas com a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade” (PIEARCTS) entre Argentina, Brasil, Colômbia, Espanha, México, Uruguai e Portugal e, neste caso particular, visa avaliar as atitudes em relação à ciência, tecnologia e sociedade dos alunos de primeiro e terceiro ano de uma instituição tecnológica de referência no Brasil, através do Questionário de Opiniões de Ciência, Tecnologia e Sociedade (COCTS)².

ATITUDES SOBRE A CIÊNCIA E A METODOLOGIA DO PIEARCTS

Cutcliffe (2003) afirmara que o caminho da alfabetização científica e tecnológica cruzou o caminho trilhado pela comunidade da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Portanto, não se tratam de novidades uma vez que Laugksch (2000) afirma que o termo “alfabetização científica” foi cunhado na década de 1950 e Cutcliffe, op. cit., que o movimento CTS começou pela década de 1960. Contudo, segundo Osborne (2003), desde então existe um problema sobre o que são as atitudes sobre a ciência e como avaliá-las, visto que é um

¹ Agradecimento ao CNPq por ter apoiado financeiramente nosso projeto

² O questionário em português encontra-se disponível em <http://www.oei.es/COCTS/por/index.html>, acessado em 24/06/2011 às 17:08

elemento indispensável ao trabalhar com esses referenciais teóricos, pois estão além do conhecimento científico por tratarem de reflexões sobre a ciência e a tecnologia.

Klopfer (1971, apud OSBORNE, 2003) propõe que as atitudes são manifestações favoráveis sobre a ciência, a aceitação das investigações, as atitudes científicas, desejo de aprender, interesse em seguir na carreira, etc. Já Gardner (1975, apud OSBORNE, 2003) enxerga diferenças entre as atitudes “em relação à ciência” e as “atitudes científicas”, ou seja, a diferença entre elas envolve o aspecto sentimental, de crenças e valores sobre o empreendimento científico, a escola científica, o impacto da ciência na sociedade ou a própria figura do cientista.

Osborne op cit. e Acevedo et al. (2001) esboçam diferentes tipos de avaliações sobre atitudes em relação à ciência e à tecnologia e detectam problemas tanto em pesquisas qualitativas quanto quantitativas, no que diz respeito as suas limitações. A qualitativa nos dá uma profundidade, mas apenas para um grupo pequeno, enquanto que a quantitativa permite uma análise de uma amostra maior, com o custo da perda dessa profundidade. Acevedo et al. (2001) assinala que cada vez mais parece haver um acordo em combinar os dois tipos de investigações, permitindo aplicar questionários a amostras grandes sem perder tanto o caráter qualitativo, pois tratam-se de opções múltiplas baseadas em respostas de questões abertas, escritas por semelhantes a quem irá responder ao questionário, como no caso de Aikenhead et al. (1989).

O questionário *Views on Science-Technology-Sociery* (VOSTS) desses autores foi um marco nesse tipo de pesquisa, pois abarca temas diversos como: definições de ciência e tecnologia, interações entre ciência-tecnologia-sociedade, sociologia externa e interna da ciência (cientistas, construção social da ciência e da tecnologia, gêneros na ciência) e natureza do conhecimento científico, contando com 114 questões. Rubba e Harkness (1993) construíram o *Teacher’s Belief about Science-Technology-Society* (TBA-STs), baseando-se no VOSTS com menos questões, cujo foco era o professor.

A partir desses trabalhos, Vázquez, et al. (2005) criaram o COCTS, adaptando os questionários à realidade espanhola, contendo cem questões e alguns diferenciais importantes. Ao invés de questões que admitiam apenas a escolha de um item como resposta (modelo de respostas únicas), passa-se a admitir a escolha de um grau de concordância em cada item (modelo de respostas múltiplas). Troca-se o “x”, por uma escala de 1 a 9, de discordo totalmente a concordo totalmente como ilustra a tabela 1.

Desacordo				Indeciso	Acordo					
Total	Alto	Médio	Baixo		Baixo	Médio	Alto	Total	Não entendo	Não sei
1	2	3	4	5	6	7	8	9	E	S

Tabela 1: Escala de respostas do item do COCTS.

Segue-se a sugestão de Rubba e Harkness, op cit., de dividir as respostas em adequadas, plausíveis e ingênuas, mas com mais divisões e para cada item e não questão. Juízes especializados nas áreas de ensino de ciências, história, filosofia e sociologia de ciências ficaram responsáveis por chegar a um acordo de resposta para cada item (VÁZQUEZ et al., 2008). É evidente que nem sempre houve consenso entre eles, mas suas respostas são os parâmetros para a avaliação das respostas dos respondentes. Além disso, outro passo importante foi realizar a normalização dos valores de cada item, transformando-os em uma escala com índice global atitudinal entre -1 e 1 (ROIG, 2011; VÁZQUEZ et al., 2010). Portanto, sendo adequada, plausível ou ingênua, a resposta estará de acordo com os juízes se aproximar de 1 e estará em desacordo se estiver próxima de -1. Podemos considerar neutra se estiver em torno de zero.

Das 100 questões, escolhemos 15 para serem aplicadas, contendo 99 itens, que pertencem as seguintes dimensões do COCTS:

Definição de ciência e tecnologia		10111,10411	
Epistemologia		90211, 90411, 90621	
Interações CTS	Interação CTS	30111	
	Sociologia externa da ciência	Influência da sociedade em CeT	20141, 20411
		Influência da CeT na sociedade	40161, 40221, 40531
Sociologia interna da ciência		60111, 60611, 70231, 80131	

Tabela 2: Dimensões dos itens do COCTS.

Contamos com a participação de 352 alunos, sendo 210 do primeiro ano e 142 do terceiro ano do Ensino Médio. Desses, 206 são homens e 146 são mulheres. Como se tratam de muitos itens a serem avaliados, optamos por fazer um corte de $\pm 0,25$ para avaliarmos as respostas tanto positivas como negativas que se aproximam dos extremos. Um modelo de como são as questões do COCTS encontra-se em anexo no final do trabalho.

RESULTADOS

A média global das 15 questões é 0,0982, portanto muito próxima de zero, podendo ser considerada neutra. As crenças positivas compensam as negativas fornecendo esse valor médio global neutro, semelhante ao que ocorre em Vázquez et al. (2010) na Espanha, com alunos do fim do Ensino Médio, início e fim de universidades e professores em exercício. A tabela a seguir apresenta as médias das questões, em ordem decrescente, para os alunos de primeiro e terceiro anos do Ensino Médio de nossa amostra.

Questões	N	Média	Desvio
F1_30111 Interação CTS	350	0,3400	0,32395
F1_40161 Responsabilidade social contaminação	348	0,3050	0,26600
F1_20141 Governo política em um país	351	0,2574	0,22187
F1_10411 Interdependência	352	0,2230	0,30317
F1_40221 Decisões morais	349	0,1716	0,26645
F1_90411 Provisionalidade	345	0,1397	0,32373
F1_10111 Ciência	352	0,1286	0,22437
F1_60611 Infrarrepresentação das mulheres	349	0,1121	0,31458
F1_70231 Decisões por consenso	350	0,0457	0,32154
F1_60111 Motivações	349	0,0323	0,22891
F1_80131 Vantagens para a sociedade	345	-0,0148	0,27207
F1_90211 Modelos científicos	337	-0,0251	0,30217
F1_90621 Método científico	341	-0,0319	0,27107
F1_20411 Ética	351	-0,0796	0,33223
F1_40531 Bem-estar melhor nível de vida	351	-0,1318	0,38092

Tabela 3: Média das questões dos alunos da instituição tecnológica.

Algumas questões apresentam índices mais positivos como as oito primeiras, enquanto que apenas a “bem-estar melhor nível de vida” se encontra com uma pontuação mais negativa. As seis restantes estão com as médias em torno de zero. Das questões mais positivas, a questão 30111 trata das relações de influências entre ciência, tecnologia e sociedade; a 40161 aborda a polêmica sobre a transferência das indústrias pesadas de países desenvolvidos para os subdesenvolvidos; a 20141 discute a interferência da política no trabalho dos cientistas e o papel do cientista na sociedade; a 10411 trata da relação íntima entre ciência e tecnologia; a 40221 aborda o papel da ciência e da tecnologia em nossas decisões morais; a 90411 aborda o caráter provisório do conhecimento científico; a 10111 trabalha a definição de ciência; a 60611 trata da pouca participação das mulheres na ciência.

A questão mais negativa, a 40531 discute se mais tecnologia melhorará nosso nível de vida. Das mais neutras, a 70231 aborda o consenso entre os cientistas; a 60111 trata da motivação pessoal dos cientistas; a 80131 discute a decisão da sociedade em aceitar ou não uma nova tecnologia; a 90211 discute os modelos científicos como cópias da realidade; a 90621 aborda exclusivamente o uso do método científico pelos cientistas; a 20411 trata da influência da religião e da cultura no trabalho dos cientistas.

Podemos considerar que apenas as três primeiras estão em um patamar superior em relação à pontuação, estabelecendo um corte de 0,25 pontos. São questões que predominam respostas adequadas e ingênuas, ao invés de plausíveis. Ficou claro no trabalho que existe uma preferência em marcar mais fortemente itens adequados e ingênuos e uma dificuldade em assumir os plausíveis o que será nítido quando observarmos as respostas dos itens. A tabela 4 ilustra as respostas de cada item, porém com um corte de $\pm 0,25$, pois seria inviável expor e analisar dados referentes a 99 questões, restando então 51 respostas. Como sabemos que de um modo geral existe essa tendência à neutralidade, não só em nosso caso particular, torna-se interessante analisarmos o que os itens individuais podem apontar. O “C” corresponde ao consenso dos juízes, enquanto que as letras após as questões são os itens em si e “A”, “T” e “P” simbolizam as respostas dos juízes como adequada, ingênuo ou plausível.

Itens	N	Média	Desvio
F1_C_20141J_I_Governo política de um país	343	0,8120	0,40779
F1_C_30111G_I_Interação CTS	339	0,7500	0,50111
F1_C_40161D_A_Responsabilidade social contaminação	346	0,7059	0,49495
F1_C_10411B_A_Interdependência	339	0,6770	0,41604
F1_C_40161C_A_Responsabilidade social contaminação	342	0,6718	0,46693
F1_C_20141I_I_Governo política de um país	341	0,6672	0,47503
F1_C_40161F_A_Responsabilidade social contaminação	343	0,6283	0,52316
F1_C_60611A_I_Infrarrepresentação das mulheres	346	0,6279	0,61362
F1_C_40161A_I_Responsabilidade social contaminação	335	0,6067	0,54751
F1_10111B_A_Ciência	349	0,5559	0,43354
F1_C_40531E_A_Bem-estar melhor nível de vida	345	0,5384	0,55328
F1_C_60611B_I_Infrarrepresentação das mulheres	344	0,5342	0,62132
F1_80131B_A_Vantagens para a sociedade	338	0,5266	0,48267
F1_10111I_I_Ciência	341	0,5183	0,66603
F1_C_40221B_A_Decisões morais	338	0,4741	0,47594
F1_C_90411B_A_Provisionalidade	339	0,4683	0,48451
F1_C_30111F_A_Interação CTS	337	0,4607	0,61912
F1_C_60611F_A_Infrarrepresentação das mulheres	335	0,4373	0,54149
F1_C_10411A_I_Interdependência	350	0,4371	0,57057
F1_60111H_A_Motivações	332	0,4066	0,61386
F1_10411D_I_Interdependência	348	0,4030	0,59668
F1_C_80131D_A_Vantagens para a sociedade	333	0,3799	0,54385
F1_C_90211A_I_Modelos científicos	329	0,3769	0,60489
F1_60611C_I_Infrarrepresentação das mulheres	345	0,3681	0,62790
F1_C_90621C_A_Método Científico	330	0,3644	0,54016
F1_40531D_A_Bem-estar melhor nível de vida	345	0,3565	0,50116
F1_70231C_A_Decisões por consenso	335	0,3485	0,53297
F1_20141F_A_Governo política de um país	346	0,3439	0,53622
F1_C_20141C_A_Governo política de um país	321	0,3380	0,47910
F1_30111D_I_Interação CTS	340	0,3162	0,59157
F1_10411C_A_Interdependência	344	0,3060	0,54928
F1_C_40221F_I_Decisões morais	333	0,3041	0,65463
F1_C_40221D_I_Decisões morais	335	0,3000	0,62442
F1_20141A_A_Governo política de um país	339	0,2957	0,51685
F1_80131E_A_Vantagens para a sociedade	326	0,2922	0,55222
F1_C_30111B_I_Interação CTS	340	0,2868	0,64387
F1_20141B_A_Governo política de um país	328	0,2828	0,50671
F1_C_70231E_I_Decisões por consenso	338	0,2722	0,62901

F1_60111F_I_Motivações	334	0,2687	0,60297
F1_C_30111E_A_Interação CTS	340	0,2610	0,63344
F1_60111E_P_Motivações	340	-0,2544	0,59184
F1_C_90211C_I_Modelos científicos	323	-0,2585	0,51087
F1_10111C_P_Ciência	351	-0,2621	0,58891
F1_C_90211B_I_Modelos científicos	322	-0,2943	0,50289
F1_90621B_I_Método Científico	327	-0,3089	0,47136
F1_C_90621A_I_Método Científico	326	-0,3382	0,53895
F1_80131A_I_Vantagens para a sociedade	338	-0,3521	0,53332
F1_60611H_P_Infrarrepresentação das mulheres	342	-0,3640	0,65641
F1_60111G_I_Motivações	338	-0,4157	0,50911
F1_40161B_P_Responsabilidade social contaminação	338	-0,4763	0,65665
F1_70231A_I_Decisões por consenso	341	-0,6459	0,48220

Tabela 4: Itens obtidos dos alunos com o corte de $\pm 0,25$ pontos.

A única questão que não teve um item dentro do corte foi a 20411 sobre ética. Portanto, todos os seus itens podem ser considerados neutros. Curiosamente é uma questão onde há grande predomínio de itens plausíveis (5 de 7). Dos 51 itens, 28 são consensuados pelos juízes, portanto pouco mais do que a metade (54%), não tão distante do obtido por Vázquez et al. (2010) que foi de 42%. Isso pode significar que boa parte dessas boas respostas são assuntos mais “bem resolvidos” em relação à ciência, tecnologia e sociedade, pois parecem indicar um consenso não só de indivíduos especializados, mas também de iniciantes no estudo científico.

Dos 51, 23 (45%) são adequados, 24 (47%) são ingênuos e apenas 4 (8%) são plausíveis. Um fato curioso é que todos os plausíveis são negativos. Vázquez et al. (2010) encontram proporção semelhante de 46% para adequadas, 41% para ingênuas e 13% para plausíveis. Da mesma forma, também obtiveram que todas as plausíveis são negativas, corroborando com o que havíamos destacado anteriormente, visto que as questões mais bem pontuadas não são plausíveis, inclusive aparecendo apenas na parte mais negativa da tabela.

Parece haver uma grande dificuldade em diferenciar questões adequadas e ingênuas de plausíveis, ocasionando respostas mais distantes de 5 para esses tipos de itens, não só aqui com nosso público. Os consensos dos juízes se aplicam muito mais em questões positivas e adequadas do que nas outras, ocorrendo o mesmo no trabalho espanhol. Em nenhum dos dois casos encontramos questões adequadas como sendo mais negativas. Parece, portanto, haver maior facilidade em enxergar um conteúdo adequado e assim marcar mais positivamente.

Mais da metade dos itens positivos encontram-se em apenas quatro frases: 20141, 30111, 40161 e 10411, cada uma com pelo menos quatro itens adequados. Também são os que apresentam os quatro índices mais positivos entre todos e, não por coincidência, são umas das que menos tem respostas classificadas como plausíveis pelos juízes. Um ponto positivo é que todas as questões apresentam pelo menos um item assinalado como adequado, com exceção da questão 20411 sobre ética, ocorrendo, curiosamente, o mesmo no trabalho espanhol. Este caso mostra-se interessante, pois parece-nos uma questão mais complicada de lidar tanto por parte dos alunos iniciantes nas ciências como nos graduandos e professores em exercício.

Essa questão conta com cinco itens plausíveis e dois itens ingênuos, sendo todos marcados como negativos. Houve uma tendência em assinalar os itens plausíveis como adequados, assim negativando-os. Aparentemente, os respondentes sobrepujaram o fator social e o fator pessoal ao assinalarem que a religião e a cultura são o que principalmente determinam certas atitudes dos cientistas sobre o que pesquisar ou não. A ciência é um jogo de interesses muito complexo e a escolha por uma linha não pode ser inteiramente justificada em uma passagem como “porque algumas culturas querem que se faça investigação específica cujos resultados a beneficiem”.

Analisando os itens mais positivos, temos a 20141 com seis itens adequados. Os itens I e J são ingênuos e foram muito bem pontuados, pois afirmam que a ciência nada tem a ver com a política e os cientistas estão isolados da sociedade. São itens muito ingênuos e consensuados pelos juízes, parecendo que esse tipo de visão, ainda comum como ilustra Türkmen (2008), está começando a ser abandonada. Os outros itens positivos ilustram o papel do governo no financiamento e no controle na ciência. É bom saber que os alunos estão com uma boa ideia sobre a influência da política na ciência.

A questão 30111, que também é bem pontuada, aborda as relações entre CTS apontando setas que direcionam as relações uni ou bilaterais entre elas. É uma questão que apenas apresentam respostas adequadas e ingênuas. É interessante que os alunos parecem conseguir enxergar as relações bilaterais entre CTS, adequando questões deste tipo e marcando como ingênuas as que apontam em apenas uma direção. Abaixo está uma figura que ilustra uma relação CTS ingênuo e uma considerada adequada pelos juízes.

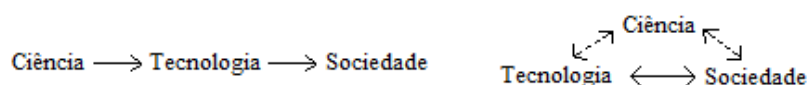


Figura 1: Itens A e E da questão 30111.

Outra questão bem pontuada é a 40161 que trata da contaminação de países subdesenvolvidos. Uma questão a se destacar é que o item B é o único que figura como negativo e é plausível, sendo o segundo mais negativo de todos. Ele afirma que transferir as indústrias pesadas de um país rico para um pobre ajudaria o último a prosperar e a reduzir a contaminação no primeiro, mas não se tem o direito de contaminar outros lugares. De fato, ninguém tem o direito de contaminar outros lugares, mas a ideia de transferir a indústria para outro lugar no mínimo o deixará poluído como o primeiro. O interessante é que na mesma questão temos itens positivos afirmando que a contaminação é global de qualquer maneira, ou como o mais bem pontuado, item D, afirmando que além de não ser uma atitude responsável, deveríamos nos preocupar em poluir menos.

A questão 10411 ilustra a interdependência entre a ciência e a tecnologia. Seu item mais bem pontuado (A), consenso dos juízes, é ingênuo e afirma que é fácil notar que a ciência contribui para a evolução da tecnologia, mas é difícil ver o contrário. Os alunos conseguiram perceber a ingenuidade dessa afirmação, visto que a ciência moderna depende, e muito, dos avanços tecnológicos, principalmente da eletrônica e dos semicondutores. Os outros itens mostram que ambas estão intimamente interligadas.

Já a questão 60611 é a última dos blocos das mais bem pontuadas e trata da pouca representação das mulheres na ciência e também predominam itens adequados e ingênuos. O item negativo plausível mostra que ambos os gêneros são igualmente capazes e também possuem as mesmas oportunidades. De fato, são igualmente capazes, mas as oportunidades na sociedade e na academia ainda não são as mesmas (SILVA, 1998). Itens ingênuos que afirmam que homens são mais capazes do que as mulheres e adequados que apontam presentes diferenças de oportunidades na sociedade foram bem marcados.

Analisando pela perspectiva dos gêneros, podemos notar que as mulheres respondem a questão mais positivamente do que os homens com uma pontuação de 0,1840 contra 0,0592. Tanto as mulheres com -0,3462, quanto os homens com -0,3769 acreditam ser igualmente capazes e que as oportunidades são iguais. Quando se tratam de itens que afirmam que os homens são mais capazes dos que as mulheres, percebemos uma forte manifestação das mulheres contrárias a isso. Se compararmos com os homens, por exemplo, quando o item A e B apontam 0,8569 (mais bem pontuado de todas) e 0,7830 (quarto mais bem pontuado) para as mulheres, os homens apresentaram os valores 0,4627 e 0,3550, muito inferiores aos

números tão expressivos das mulheres. Em compensação, o item D, adequado, é mal marcado pelas mulheres, sendo negativo com $-0,0669$ contra $0,2337$ dos homens. As mulheres parecem negar a afirmação de que o estereótipo que existe na sociedade tem sido de que homens são mais aptos e dominantes do que as mulheres, mesmo sendo um preconceito que atrapalha o caminho das mulheres, sabendo-se que elas são tão capazes quanto os homens.

A definição de ciência, que é trabalhada na questão 10111 é predominantemente plausível e neutra, mas possui o item B, adequado, bem pontuado. Ele diz que a ciência é um corpo e conhecimentos, como princípios, leis e teorias que explicam o mundo que nos rodeia. É uma definição clássica, porém correta, mesmo que sem consenso, segundo os juízes. Destaque também para o item I, ingênuo, que firma que a ciência não pode ser definida. Os alunos foram coerentes, pois se marcassem essa, teriam de marcar as outras que possuem alguma definição como ingênuas, pois não se pode definir algo e dizer que não cabe definição a ele. O item negativo C, plausível, dá apenas uma definição mais incompleta, baseada na exploração do desconhecido e seu funcionamento e foi bem marcado como adequada.

A 40531 afirma que mais tecnologia melhorará o nível de vida do país. Esta é a questão mais negativa de todas e os alunos marcaram bem as adequadas (D e E), mas marcaram mal as ingênuas e plausíveis. Eles enxergam que a tecnologia beneficia a quem pode usufruir dela e ao mesmo passo que torna a vida melhor, pode causar a piora de sua qualidade, através da poluição e da perda de postos de trabalho, por exemplo. Todavia, mesmo que de forma quase neutra, tanto que não aparecem na lista com o corte realizado, os outros itens são mal pontuados, contradizendo o que afirmara, mostrando a ilusão de que mais tecnologia gera apenas trabalho e prosperidade.

A questão 80131 discute a opção de uma sociedade em usar ou não uma nova tecnologia. Os itens B, D e E, adequados, são bem pontuados e ilustram que a decisão depende de algo mais do que vantagens e desvantagens, como por exemplo, seu custo e eficiência, ou de que tipo de tecnologia estamos tratando ou ainda se a tecnologia tem como objetivo alcançar algum tipo de poder. No entanto, eles se contradizem ao marcarem como adequado o item A, ingênuo, afirmando que quem dá a palavra final sobre o uso da tecnologia é a sociedade, independentemente do jogo de interesses em questão.

A questão 40221 é bem pontuada no geral e aborda as decisões morais. Os itens B, D e F foram bem marcados e são consensos dos juízes. O item B afirma que a ciência e a tecnologia dão informações básicas, mas é o ser humano quem toma as decisões. O item D, ingênuo, afirma que a ciência e a tecnologia nada têm a ver com a decisão moral de uma pessoa, enquanto que o item F, também ingênuo, coloca que se as decisões morais dependessem da ciência, teríamos muitos casos de racismo, pois um grupo de pessoas sempre diria ser melhor do que outro.

A questão 90411 é levemente positiva. Apenas um item aparece dentro do corte (B), sendo adequado e consensuado pelos juízes. A questão trata da mudança do conhecimento científico e esse item afirma que o conhecimento antigo é reinterpretado à luz das novas descobertas. Outros dois itens são levemente marcados corretamente como ingênuos e sustentam que o conhecimento científico não muda, apenas parece mudar e que o conhecimento antigo não muda, visto que os fatos são invariáveis. O item plausível e marcado negativamente dá uma ideia de que os jovens desaprovam o que os antigos fizeram e através de novas técnicas resolvem mudar tudo.

A questão 60111 sobre motivações tem uma média global neutra não contando com um consenso dos juízes. Os itens F e H são corretamente considerados, ingênuo e adequado, respectivamente pelos alunos, pois afirmam, que os cientistas inventam e descobrem algo de

forma desinteressada e que não é possível generalizar a motivação principal dos cientistas por ser algo muito pessoal, variando de uns para outros. Em compensação, os itens E e G são, respectivamente, plausível e ingênuo, marcados como adequados. O primeiro sustenta a ideia de que o cientista é movido pela curiosidade e para inventar coisas para ao benefício da sociedade, o que não é possível garantir. O segundo, que é o terceiro item pior pontuado de todos assegura uma ideia ingênua de que o cientista é apenas movido pela motivação de trabalhar em prol do benefício da sociedade. Ao mesmo tempo em que percebem que a motivação é algo muito pessoal e nem sempre vem de um único fator, os alunos confirmam ideias que apresentam-se contrárias a isso.

Já a questão 90211 destaca os modelos científicos, estando também muito próxima de uma neutralidade geral. Os alunos marcaram dois itens ingênuos (B e C), consensuados pelos juízes, como adequados. O primeiro assegura que os modelos científicos são cópias da realidade porque as provas científicas dizem que são verdadeiros e o segundo porque são verdadeiros para a vida, pois o objetivo é nos mostrar a realidade. Em contrapartida, os próprios alunos negam que os modelos são cópias da realidade ao atribuírem uma pontuação ingênua a frase A, em que se os cientistas afirmam que são verdadeiros, portanto devem ser. A julgar pela neutralidade geral da questão, parece-nos que os alunos ainda não possuem uma certeza se os modelos científicos apenas representam a realidade ou é ela própria.

Um tema recorrente na literatura e ainda muito discutido e questionado é o método científico, presente na questão 90621. É um pensamento que, atualmente, não se sustenta e ainda sim é difundido e aceito por professores, do ensino básico ao superior (CELESTINO e MARTINS, 2003). Os autores evidenciam a falta e conhecimento e de interesse por parte dos professores sobre a história e a filosofia da ciência. Embora seja negativa, mas quase neutra no índice global, é a terceira pior colocada entre as quinze. Destacando as que estão dentro do corte, temos dois itens ingênuos (A e B) muito mal pontuados e um item adequado (C) bem pontuado. O item A afirma que o método científico assegura resultados válidos, claros, lógicos e exatos, portanto, a maioria dos cientistas seguirão as etapas do método científico. Já o B, estabelece que esse método, tal como se ensina nas aulas, deve funcionar bem para a maioria dos cientistas.

O primeiro ilustra nada mais do que a crença cega no método infalível, enquanto que o segundo deixa explícito que os alunos acreditam aprender dentro desse próprio método. O mais curioso é que o item C, adequado, foi bem marcado e certifica que o método é útil em muitos casos, mas não assegura resultados e, portanto, os melhores cientistas também terão originalidade e criatividade. Neste momento, estão a pensar em criatividade e na flexibilidade do método, o que contradiz completamente as duas afirmativas anteriores, mal pontuadas. Os itens plausíveis abrem o diálogo para a casualidade e para a escolha de qualquer método e foram levemente marcados como adequados também. Não há clareza nas respostas dos estudantes quanto ao assunto.

A questão 70231 tange o que diz respeito ao consenso entre os cientistas. Novamente há uma dicotomia em um mesmo assunto. Eles afirmam, segundo o item A (pior pontuado entre todos os itens), que para os cientistas validarem suas teorias, basta mostrar a outros suas provas concludentes. A prova ser concludente já é por si só um argumento complicado e somado a isso, tem o fato de que não são apenas as provas que validam uma teoria ou não, pois questões sociais e políticas são tão importantes quanto. Em contrapartida, os alunos marcaram bem o item C, adequado, que afirma que o consenso vem do estudo da nova teoria e de novas ideias agregadas, revistas e atualizadas. Esse item aponta algo mais do que apenas fechar uma teoria e entregar para outro par, tentando-o convencer de que essa é a verdade. A questão também apresenta outros itens, que foram bem marcados, apontando que o cientista

não necessita convencer outros sobre sua teoria. Todas são ingênuas e apresentam a ideia de que as provas falam por si próprias, ou que cabe ao cientista, individualmente aceitar e usar a teoria ou não.

O QUE TUDO ISSO PODE NOS DIZER?

O primeiro ponto a se destacar é que das médias globais, apenas as quatro primeiras questões da tabela 3 mostram uma pontuação que tende para o lado positivo. O restante, positivo ou negativo tende a uma neutralidade. Essa neutralidade se dá por alguns motivos como: dos itens alcançados pelo corte, grande parte é positivo, adequado e ingênuo, enquanto que poucos negativos são ingênuos em maioria e plausíveis em minoria. Portanto, a outra quase metade dos itens estão dentro desse intervalo, em uma região levemente negativa, em sua maioria plausíveis, trazendo a média global para um número positivo, mas não muito distante de um índice atitudinal neutro (0,0982).

Os alunos têm mais facilidade em concordar com os juízes em questões adequadas e ingênuas, principalmente as primeiras, visto que das 40 positivas após o corte, 23 são adequadas e 17 são ingênuas e, evidentemente, nenhuma é plausível. As questões plausíveis parecem ter um caráter menos óbvio no momento de decidir qual pontuação dar, explícito no fato de que de todos os itens, nenhum plausível sequer é consensuado pelos juízes. Este tipo de questionamento só é possível dentro do modelo de respostas múltiplas. Se tivessem de marcar apenas um dos itens, não seria possível considerar cada item analisado pelo respondente e, principalmente, suas contradições explícitas em diversas questões.

Os alunos parecem compreender bem aspectos da influência do governo do país, quanto a sua influência na ciência, talvez porque a ciência no país não esteja tão ligada às instituições privadas como em outros países, mas as universidades, principalmente as públicas. Pelo menos, através dos diagramas, os estudantes também conseguem apontar uma ligação entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, podendo significar um amadurecimento nas concepções dos três campos. A julgar pelas questões 10111 e 10411, foi possível perceber que na primeira, os alunos se aproximam de uma concepção mais interessante da ciência e que na segunda vislumbram a interdependência entre ciência e tecnologia.

Parece-nos que quando o assunto é gênero, ainda há o que discutir. O ponto positivo é que nem homens, nem mulheres possuem o pensamento retrógrado de que os primeiros são superiores em assuntos científicos, com destaque para veemência com que as mulheres assumiram isso. Em contrapartida falta, principalmente as mulheres, compreenderem que as oportunidades ainda não são as mesmas e principalmente, que essa é uma construção do tempo, baseada em estereótipos.

Existem contradições em diversas questões como na 40531, afirmando, por exemplo, que mais tecnologia beneficia a quem pode e cria empregos, mas ao mesmo tempo piora a qualidade de vida e aumenta o desemprego. Quando o assunto são as vantagens da tecnologia para a sociedade eles alternam posições interessantes como o interesse econômico em prol da qualidade da tecnologia, mas também são inocentes ao pensarem que a sociedade é quem dá a palavra final. Questões como a da motivação do cientista em fazer pesquisa, dos modelos científicos e do método científico também alternam boas e más respostas. Apontam que os cientistas são movidos por diferentes fontes a pesquisar algo e também que em primeiro lugar, o desejo de ajudar a sociedade é o que determina isso.

Os estudantes também negam e afirmam que os modelos científicos são cópias da realidade, assim como se distanciam e se aproximam do método científico. Também parecem crer que o consenso entre os cientistas para validar uma teoria se dá por imposição da própria teoria,

assim como é necessário muito mais do que isso para outro cientista começar a aceitar e pensar em trabalhar com essa nova teoria. Ao menos a questão 90411, mesmo levemente positiva, nos leva a crer que os alunos começam a compreender que uma teoria não é definitiva, podendo ser alterada com o tempo e mesmo substituída por uma melhor, serve como base para essa outra.

Os alunos, talvez influenciados por notícias divulgadas em meios de comunicação, têm boa opinião quanto ao que fazer com as indústrias pesadas que geram lixo. Contaminar outro país e transferir o problema não é uma bola solução, segundo eles. Também apresentam boas opiniões quanto à influência da ciência e da tecnologia na decisão de um indivíduo. São conhecimentos que permitem fazer escolhas, mas eles por si só não decidem o que deve ser feito.

Muitos itens apresentam concordâncias entre os consensos dos juízes e a opinião dos alunos e esses podem significar que estão no caminho correto na sala de aula. Porém, alguns itens mostram a fragilidade dos alunos, como os presentes em questões que abordam assuntos muito discutidos na literatura como método científico e precisam ser trabalhados de forma mais rigorosa em sala de aula. É evidente que, para isso é necessário que os professores tenham formação condizente. Seria muito útil durante a graduação e a pós-graduação eles terem contato com aspectos da história, da filosofia e da sociologia da ciência e da tecnologia para não propagarem visões ingênuas e direcionar os alunos a um amadurecimento interessante. Pela média global de cada ano, podemos perceber que não há uma grande melhora nas atitudes, pois para o primeiro ano é de 0,0787 e para o terceiro 0,1111.

Os alunos também apresentam visões muito dicotômicas, pelo menos em metade das questões e isso pode ser valioso de alguma forma. Na idade em que se encontram, conflitos são muito bem-vindos e são motivadores, logo estratégias como controvérsias CTS, por exemplo, já podem gerar discussão e ajudar a construir conhecimentos.

REFERÊNCIAS

ACEVEDO, J. A.; ACEVEDO, P. R.; MANASSERO, M. A.; VÁZQUEZ, Á. Avances metodológicos em la investigación sobre evaluación de actitudes y creencias CTS. **Revista Iberoamericana de Educación, edición electrónica de los lectores**, p. 1-14, 2001.

ACEVEDO, J. A.; VÁZQUEZ, Á.; PAIXÃO, M. F.; ACEVEDO, P.; OLIVA, J. M.; MANASSERO, M. A. Mitos da didática das ciências acerca dos motivos para incluir a natureza da ciência no ensino das ciências. **Ciência & Educação**, v. 1, n.1, p. 1-15, 2005.

AIKENHEAD, G.S.; RYAN, A.G.; FLEMING, R. W. **Views on sciencetechnology-society**. Saskatoon (Canada): Department of Curriculum Studies, University of Saskatchewan, 1989.

CELESTINO, C. S.; MARTINS, R. A. A teoria das cores de Newton: um exemplo do uso da História da Ciência em sala de aula. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 1, p53-65, 2003.

CUTCLIFFE, S. H. **Ideas, Machines and Values**. Lanham, MD: Rowman & Littlefield, 2003.

LAUGKSCH, R. C. Scientific Literacy: A Conceptual Overview. **Science Education**, v. 84, n. 1, p. 71-94, 2000.

MANASSERO, M. A.; VÁZQUEZ, Á. Instrumentos y métodos para la evaluación de las actitudes relacionadas con la ciencia, la tecnología y la sociedad. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 20, n. 1, p. 15-27, 2001.

MILLAR, R. Taking scientific literacy seriously as a curriculum aim. **Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching**, v. 9, n. 2, p. 1-18, 2008.

OSBORNE, J. Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. **International Journal of Science Education**, v. 25, n. 9, p. 1049-1079, 2003.

ROIG, A. B.; GARCÍA, A.; VÁZQUEZ, Á.; MANASSERO, M. A. **Metodología del Proyecto Iberoamericano de Evaluación de Actitudes Relacionadas con la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (PIEARCTS)**. In: Roig, A. B., Vázquez, Á., Manassero, M. A., García, A. (Org.), *Ciencia, Tecnología y Sociedad en Iberoamérica: una evaluación de la comprensión de la naturaleza de ciencia y tecnología*. Madrid: Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI, p. 25-37., 2011.

RUBBA, P.A.; HARKNESS, W. L. Examination of preservice and inservice secondary science teachers' beliefs about Science-Technology-Society interactions. **Science Education**, v. 77, n. 4, p. 407-431, 1993.

SILVA, E. B. Des-construindo gênero em ciência e tecnologia. **Cadernos Pagu**, n. 10, p. 7-20, 1998.

TÜRKMEN, H. Turkish Primary Students' Perceptions about Scientist and What Factors Affecting the Image of the Scientists. **Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education**, n. 4, v.1, p. 55-61, 2008.

UNESCO. **The Project 2000+ Declaration - The Way Forward**. Paris: Project 2000+ Steering Committee, 1994.

VÁZQUEZ, Á.; MANASSERO, M. A.; ACEVEDO, J. A. Quantitative analysis of complex multiple-choice items in Science Technology and Society: item scaling. **Revista Electrónica de Investigación Educativa**, v. 7, n. 1, p. 1-29, 2005.

VÁZQUEZ, Á.; MANASSERO, M. A.; ACEVEDO, J. A.; ACEVEDO, P. R. Consensos sobre a natureza da ciência: A ciência e a tecnologia na sociedade. **Química Nova na Escola**, n. 27, p. 34-50, 2008.

VÁZQUEZ, Á.; MANASSERO, M. A.; TALAVERA, M. Actitudes y creencias sobre naturaleza de la ciencia y la tecnología en una muestra representativa de jóvenes estudiantes. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, n. 2, p. 333-352, 2010.

ANEXO

10111 Definir o que é ciência é difícil porque ela é complexa e engloba muitas coisas. Mas a ciência é, PRINCIPALMENTE:

A. (P) O estudo de áreas tais como biologia, química, geologia e física.

- B. (A) Um corpo de conhecimentos, como princípios, leis e teorias que explicam o mundo que nos rodeia (matéria, energia e vida).
- C. (P) Explorar o desconhecido e descobrir coisas novas sobre o mundo e o universo e como funcionam.
- D. (P) Realizar experiências para resolver problemas de interesse sobre o mundo que nos rodeia.
- E. (I) Inventar ou conceber coisas (por exemplo, corações artificiais, computadores, veículos espaciais).
- F. (P) Pesquisar e usar conhecimentos para fazer deste mundo um lugar melhor para viver (por exemplo, curar doenças, solucionar a contaminação e melhorar a agricultura).
- G. (P) Uma organização de pessoas (chamados cientistas) que têm ideias e técnicas para descobrir novos conhecimentos.
- H. (A) Um processo de investigação sistemático e o conhecimento que daí resulta.
- I. (I) Não se pode ser definida