

CRENÇAS DE ALUNOS DE ENSINO SUPERIOR SOBRE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

CRENÇAS SOBRE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

AUTORES: Helena Noronha Cury¹

Márcio Marques Martins²

Carlos Eduardo da Cunha Pinent³

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: Centro Universitário Franciscano, Rua dos Andradas, 1614, CEP 97010-032, Santa Maria, Brasil.

Fecha de recepción: 01 - 02 - 2012

Fecha de aceptación: 07 - 03 - 2012

RESUMO

Em um mundo em constante mudança, em face de descobertas e invenções que modificam nossa vida e nossas responsabilidades como cidadãos, é necessário pensar em alternativas pedagógicas, para discuti-las em uma perspectiva crítica. Este trabalho apresenta os resultados de uma pesquisa de opinião realizada com alunos de cursos de graduação e pós-graduação em Matemática e Ciências, por meio de um questionário de concordância baseado numa escala Likert. O instrumento de pesquisa, composto por afirmações em que o respondente informa seu nível de concordância, foi adaptado de outro já empregado em várias investigações com alunos de ciências exatas. A pesquisa buscou respostas aos seguintes objetivos: quais são as crenças de alunos de Matemática, Física e Química em relação às Ciências e à Matemática? Quais resultados da pesquisa podem ser aproveitados para aprofundar, em sala de aula, discussões sobre temas atuais que envolvem conhecimentos críticos de Ciências e Matemática? A investigação buscou conhecer crenças a partir dos três tipos de interesses teorizados por Habermas: técnico, pragmático e emancipatório. A análise quantitativa das respostas, com auxílio do software SPSS, revelou que os alunos participantes têm interesses predominantemente técnicos e pragmáticos e ainda têm dificuldades em aceitar visões críticas sobre as ciências, apegando-se a “princípios objetivistas”.

PALAVRAS-CHAVE: crenças; ciências e matemática; ensino superior.

¹ Doutora em Educação. Professora Adjunta do Mestrado em Ensino de Física e Matemática do Centro Universitário Franciscano (UNIFRA), Santa Maria, Brasil. E-mail: curyh@via-rs.net

² Doutor em Química. Professor Adjunto do Mestrado em Ensino de Física e Matemática do Centro Universitário Franciscano (UNIFRA), Santa Maria, Brasil. E-mail: marsjom@gmail.com

³ Doutor em Educação. Pesquisador do Instituto de Prevenção e Pesquisa em Álcool e outras Dependências (IPPAD), Porto Alegre, Brasil. E-mail: carlospi@portoweb.com.br

OPINIONS AND BELIEFS ABOUT SCIENCES AND MATHEMATICS

ABSTRACT

In a changing world, facing discoveries and inventions that change our lives and our responsibilities as citizens, it is necessary to consider pedagogical alternative, to discuss them in a critical perspective. This paper present the results of a survey accomplished with students of undergraduate and graduate courses in mathematics and science, through an agreement questionnaire based on a Likert scale. The survey instrument, that consisted of statements in which respondents reported their level of agreement, was adapted from one already used in several investigations with students of exact sciences. The research sought answers to the following questions: what are the beliefs of mathematics, physics and chemistry students in relation to science and mathematics? Which of the search results can be used to extend, in the classroom, discussions on current issues involving critical knowledge of science and mathematics? The investigation sought to know the beliefs from the three types of interests theorized by Habermas: technical, pragmatic and emancipatory. The quantitative analysis of responses, with the aid of SPSS software, showed that these students have predominantly technical and pragmatic interests and still have difficulties in accepting critical views on science and cling to objectivist principles.

KEYWORDS: beliefs; science and mathematics; higher education.

INTRODUÇÃO

As opiniões e crenças em relação às Ciências e à Matemática têm papel preponderante na aprendizagem de conteúdos pelos estudantes dessas áreas, pois influenciam a aceitação e a valorização dos conceitos aprendidos. Há muitas interpretações para os termos “concepções”, “opiniões” e “crenças” de alunos e professores (Pajares, 1992; Thompson, 1992; Camacho, Socas e Hernández, 1998; Bejarano e Carvalho, 2003; Hoz e Weizman, 2008). Neste trabalho, aceitamos a definição de Rokeach (1986), de *sistema de crenças*, que é mais ampla e abrange as ideias que pretendemos examinar:

Um sistema de crenças pode ser definido como representando em seu interior, em alguma forma psicologicamente organizada mas não necessariamente lógica, cada uma e todas as incontáveis crenças de uma pessoa à respeito da realidade física e social. (Rokeach, 1986: 2).

Rokeach (1986) ainda considera que as crenças de um indivíduo variam ao longo de uma dimensão central-periférica, sendo que as crenças centrais são as que se mantém mais firmemente, enquanto as periféricas podem mudar ao longo da vida.

Em 1996, M. Jayne Fleener realizou uma pesquisa com 20 alunos de ensino médio (*high school*), para obter respostas às seguintes questões: a) quais são as

crenças de estudantes de ensino médio sobre a construção do conhecimento científico e matemático e sua prática? b) quais são as visões de mundo dos estudantes, sugeridas por suas crenças a respeito de construção do conhecimento científico e tecnológico?

Para sua pesquisa, Fleener (1996) elaborou um questionário com indicadores das três categorias de interesses indicadas por Habermas, empregando uma escala Likert. Em suas conclusões, a autora considera que o mito do método científico, tão reforçado pelos professores durante todo o período de escolaridade básica, provoca uma visão idealista dos cientistas e da ciência, levando a maior parte dos alunos a assumir um forte interesse tecnocrático.

Cury e Pinent (2000) utilizaram o instrumento usado por Fleener, adaptado à realidade de cursos de graduação em Engenharia, objetivando avaliar as crenças de estudantes desses cursos, com vistas à reformulação do ensino de Cálculo Diferencial e Integral. O mesmo instrumento foi reaplicado pelos mesmos autores em sucessivos semestres, nas primeiras aulas de disciplinas matemáticas de cursos de graduação em Matemática ou Engenharia, em geral com os mesmos resultados, a saber: alunos com preponderância de interesses técnicos e pragmáticos.

Passados 11 anos do trabalho de Cury e Pinent, face às mudanças ocorridas no mundo em termos de crenças sobre meio ambiente, sustentabilidade e confiança no futuro, resolvemos aplicar novamente o questionário, com pequenas adaptações das questões originais, a alunos de cursos de graduação e pós-graduação da área de Ensino de Ciências e Matemática de uma Instituição de Ensino Superior do Rio Grande do Sul, Brasil.

Neste caso, queremos obter respostas para as seguintes questões: quais são as crenças de alunos de cursos da área de ensino de Ciências e Matemática sobre a construção do conhecimento científico e matemática? Quais dados da pesquisa podem ser aproveitados para aprofundar, em sala de aula, discussões sobre temas atuais que envolvem conhecimentos de Ciências e Matemática?

Neste artigo, descrevemos a investigação realizada e seus resultados.

DESENVOLVIMENTO

Na teoria do conhecimento, de Habermas, os interesses estão subjacentes a qualquer processo de conhecimento e todo interesse está ligado às ações (Medeiros e Marques, 2003). Assim, Habermas faz distinção entre três formas de interesse que constituem o conhecimento: o técnico, o pragmático e o emancipatório. Segundo ele,

No exercício das ciências empírico-analíticas intervém um interesse técnico do conhecimento; no exercício das ciências histórico-hermenêuticas intervém um interesse prático do conhecimento, e no exercício das ciências orientadas para a crítica intervém aquele interesse emancipatório do conhecimento [...]. (Habermas, 1994: 168).

O campo das ciências experimentais (empírico-analíticas) inclui as ciências naturais e sociais e nelas é revelado o interesse técnico, associado ao desejo de controle sobre o ambiente, à predição e às explicações causais. Os interesses práticos concentram-se em entendimentos ou interpretações do conhecimento. Já o interesse emancipatório examina o conhecimento de uma forma crítica, questionando as práticas para sua aquisição. (Fleener, 1996).

Segundo Fleener (1996: 319), a consciência crítica, característica do interesse emancipatório, deveria ser alimentada entre comunidades de aprendizagem, pois *“a sobrevivência em um mundo pós-moderno vai requerer que os estudantes sejam aprendizes por toda a vida, com potencial para lidar com as mudanças”*.

Nas pesquisas anteriores de Fleener (1996) e de Cury e Pinent (2000), foi detectado que alunos da área de Ciências Exatas têm principalmente, interesses técnicos e pragmáticos, o que vem ao encontro dessa distinção feita por Habermas. No entanto, os cursos de formação de professores de Matemática, Física ou Química devem preparar esses futuros docentes para uma visão mais crítica do conhecimento, visto que serão eles os responsáveis pela formação dos cidadãos, nas escolas de educação básica.

Conforme apontam as Orientações Curriculares para o Ensino Médio, no Brasil,

Ao se discutirem aspectos sociocientíficos, vão emergir em sala de aula diferentes pontos de vista, que deverão ser problematizados mediante argumentos coletivamente construídos, com encaminhamentos de possíveis respostas a problemas sociais relativos à Ciência e à Tecnologia. Esse diálogo cria condições para a difusão de valores assumidos como fundamentais ao interesse social, aos direitos e aos deveres dos cidadãos, de respeito ao bem comum e à ordem democrática. (Brasil, 2006: 119).

As ideias de Habermas influenciaram o surgimento da corrente denominada Educação Crítica, no final dos anos 60 e início dos anos 70 do século XX, inspirada, principalmente, nos filósofos da Escola de Frankfurt e, mais particularmente, nas teorias de Habermas. Skovsmose (2001: 101) aponta o que chama de ideia geral e unificadora da Educação Crítica:

[...] para que a educação, tanto como prática como pesquisa, seja crítica, ela deve discutir condições básicas para a obtenção do conhecimento, deve estar a par dos problemas sociais, das desigualdades, da supressão etc., e deve tentar fazer da educação uma força social progressivamente ativa.

Ao reportar-se à Educação Matemática, o mesmo autor afirma que, ao usar essa expressão, não está se referindo apenas aos processos formais de ensino e aprendizagem de Matemática, porque a Educação Matemática ocorre em qualquer lugar, desde que a Matemática esteja sendo usada, como em bancos, lojas e em muitos outros ambientes de trabalho.

Skovsmose (2007: 74) julga que a Educação Matemática Crítica está ligada *“aos diferentes papéis que a educação matemática poderia desempenhar, em um*

contexto sociopolítico particular.” O mesmo autor, em outra obra, questiona e oferece uma resposta:

Se “subtrairmos” a competência matemática da nossa sociedade altamente tecnológica, o que fica? O resto não poderia ter muito em comum com a nossa sociedade atual. Isso significa que a matemática tornou-se parte da nossa cultura. (Skovsmose, 2001: 99).

Consideramos que a Educação Científica (Educação em Física, em Química ou em Biologia) também tem esse caráter global e universal, pois a todo o momento, em ações cotidianas, estão envolvidos elementos dessas ciências, como ao movimentar um carro (Física), ao misturar reagentes para a obtenção de algum produto (Química), ao respirar e alimentar-se (Biologia). E esses elementos não são isolados, pois o ato de dirigir um carro depende também das condições ambientais, do estado físico do condutor etc.

Dessa forma, qualquer indivíduo está constantemente em contato com conceitos de Matemática e de Ciências e suas crenças sobre essas áreas de conhecimento (ou sobre seus conceitos) determinam sua postura face ao mundo, que pode ser de submissão e aceitação ou de crítica e emancipação.

Nunes e Dantas (2009) aplicaram, a 25 alunos de graduação em Química, um questionário com escala Likert e entrevistas, com o objetivo de discutir crenças e atitudes desses estudantes sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Pelas respostas ao questionário, esses pesquisadores consideram que os alunos investigados demonstram uma visão positiva e positivista sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Já sobre as relações entre tecnociência e ambiente, os estudantes estão indecisos e mostram opiniões contraditórias. As atitudes frente à ciência escolar são positivas, ainda que haja indecisão quanto à possibilidade de que a ciência seja acessível a todos.

Pecharromán e Pozo (2006) realizaram uma investigação longitudinal, aplicando um questionário baseado em uma escala Likert a 372 estudantes espanhóis, com idades variando de 11 a 21 anos, englobando, assim, alunos de vários graus de ensino. A pesquisa foi feita com o objetivo de investigar o desenvolvimento das concepções epistemológicas dos alunos sobre a natureza e a aquisição do conhecimento.

Esses pesquisadores concluíram que, em relação à natureza do conhecimento, há um “*objetivismo bastante generalizado*” (p. 174), mas a concordância com os princípios objetivistas diminui à medida que os alunos investigados atingem graus de ensino mais elevados. Segundo esses autores, “*a posição objetivista se caracteriza pelo predomínio de uma crença especular do conhecimento; o ‘objeto’ é considerado como ‘coisa’, totalmente independente do sujeito, que é mera receptividade, que busca ‘se adequar’ ao objeto.*” (Pecharromán e Pozo, 2006: 158-159).

Também em relação à aquisição do conhecimento, as crenças variam com o nível de instrução, sendo que os universitários não concordam tão

veementemente com a ideia de que faculdades pessoais (como a inteligência) determinam o conhecimento nas ciências.

Pecharromán e Pozo (2006: 176), a partir dos dados de sua investigação, lançam então uma pergunta: “*são essas concepções, predominantemente objetivistas, adequadas para a aprendizagem das ciências?*” E concluem que não, citando, inclusive, a crítica de Habermas: “*A esta posição [positivista] pertence a teoria da verdade como cópia*” (1986, apud Pecharromán e Pozo, 2006: 177).

Sintetizando essa breve revisão de literatura, vemos que diferentes pesquisas, realizadas em distintos ambientes educacionais, mostram que os estudantes ainda têm dificuldades em aceitar visões críticas sobre as ciências, apegando-se a “princípios objetivistas”, focados nos interesses técnicos e pragmáticos. No entanto, em um mundo em constante mudança, em face a descobertas e invenções que modificam nossa vida e nossas responsabilidades como cidadãos, é necessário pensar em alternativas pedagógicas para discuti-las, em uma perspectiva crítica.

Procedimentos Metodológicos

A pesquisa aqui relatada foi realizada com 33 alunos de cursos de graduação e pós-graduação da área de Ciências e Matemática de uma Instituição de Ensino Superior do Rio Grande do Sul, Brasil.

Foi aplicado aos estudantes um questionário de concordância, baseado numa escala Likert, com 44 afirmativas (em Anexo), traduzido e adaptado do instrumento que foi empregado por Fleener (1996). Os itens desse questionário, segundo Fleener, foram compilados de várias escalas de atitudes em relação às Ciências e à Matemática.

Os participantes avaliaram cada uma das afirmativas, assinalando uma das seguintes opções: concordo plenamente, concordo, indeciso, discordo e discordo plenamente. Além da marcação de uma opção para cada afirmativa, ainda foi solicitado que os alunos indicassem idade e sexo.

O questionário foi aplicado aos estudantes em sala de aula de disciplinas dos respectivos cursos. Em seguida, as respostas foram digitadas em uma planilha Excel, tendo sido atribuídos às opções os seguintes valores: 5 para “concordo plenamente”, 4 para “concordo”, 3 para “indeciso”, 2 para “discordo” e 1 para “discordo plenamente”, conforme Pestana e Gageiro (2003: 531.) Também foram incluídas na planilha informações sobre sexo e idade dos respondentes.

A seguir, estes dados foram importados para o software SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) e foi testada a consistência interna do instrumento, obtendo-se para o coeficiente Alpha de Cronbach o valor de 0,68, que indica uma consistência interna razoável (Pestana e Gageiro, 2003: 543).

Inicialmente foram calculadas as frequências de ocorrência das alternativas de todas as questões, bem como as relativas ao sexo, e as medidas descritivas das

idades. A seguir, com objetivo de classificar os alunos segundo as dimensões *técnica*, *pragmática* e *emancipatória*, separamos os itens do questionário que indicam, respectivamente, interesse técnico, pragmático ou emancipatório. Visando simplificar a análise dos resultados, as opções “concordo plenamente” e “concordo” foram agrupadas com o valor 3, a opção “indeciso” recebeu o valor 2 e as opções “discordo” e “discordo plenamente” foram agrupadas com o valor 1.

Segundo Fleener (1996), os itens que apontam visão mecanicista do mundo, crença nas verdades absolutas da Matemática e das Ciências e ênfase no poder da razão foram classificados como indicadores de interesse técnico. Assim, concordância com as afirmativas 3 (“Há algumas coisas que são aceitas pela ciência como verdades absolutas”), 7 (“Qualquer coisa que precisamos saber pode ser encontrada através da ciência”), 14 (“Não é apropriado que as pessoas mexam com a ordem e as intenções da natureza”), 16 (“Quando as descobertas ou teorias científicas conflitam com as crenças religiosas, é melhor aceitar as crenças religiosas”), 21 (“É correto basear uma decisão importante nas evidências que se têm, mesmo que seja uma decisão oposta àquela baseada no bom senso”), 33 (“Há algumas verdades matemáticas que nunca serão demonstradas como falsas”), 36 (“As demonstrações matemáticas requerem uma sequência finita de passos lógicos”), 38 (“ $2+2$ é sempre igual a 4”), 39 (“As verdades sobre a realidade são reveladas pela ciência e pela matemática de forma bastante lenta”), 40 (“A ciência nos dá o conhecimento verdadeiro sobre a natureza”) e 41 (“A solução da maioria dos problemas humanos vem (ou virá) através da ciência e da tecnologia”), bem como discordância em relação às afirmativas 19 (“Para julgar as descobertas de um cientista, sua reputação é tão importante quanto às técnicas usadas na pesquisa”), 23 (“Quando uma coisa é bem explicada, não há razão para buscar outra explicação”), 34 (“Não há verdades científicas”) e 42 (“Só as pessoas com habilidade mental não usual (gênios) têm o que é preciso para ser um matemático de sucesso”) identificam interesse técnico.

Já as afirmativas que mostram concordância com o processo científico, relutância em contradizer os valores e costumes da sociedade e valorização do conhecimento já existente foi classificada como indicadoras de interesse pragmático. Nesse caso, concordância com as afirmativas 1 (“É provável que muitas das informações científicas que temos nos dias atuais sejam, no futuro, apresentadas como inadequadas ou incorretas”), 5 (“Frequentemente, há muitas soluções corretas para um problema matemático”), 10 (“Se um ou dois cientistas têm evidências que parecem contradizer as concepções científicas atuais, esses cientistas provavelmente estão errados”), 12 (“As invenções e descobertas científicas têm feito mais bem do que mal à humanidade”), 18 (“As atividades do cientista não devem violar os valores básicos da sociedade”), 24 (“O valor da ciência e da matemática reside na sua utilidade para resolver problemas práticos”), 25 (“Em épocas de crise nacional, a máxima preocupação de um cientista deveria ser com a contribuição que ele pode dar para as

necessidades do país, em vez de preocupar-se com interesses específicos de pesquisa”), 26 (“Descobertas científicas não deveriam vir à público se podem criar inquietação social”), 29 (“O conhecimento matemático é importante para todos os estudantes”), 30 (“O conhecimento científico é importante para todos os estudantes”), 31 (“A matemática desenvolve boa habilidade de pensar”), 32 (“A ciência desenvolve boa habilidade de pensar”) e 43 (“A principal razão para a ciência receber verbas é econômica: a ciência promove a prosperidade”), bem como discordância em relação à afirmativa 17 (“A pesquisa científica sem utilidade prática imediata é tão importante quanto a pesquisa focalizada na solução de problemas práticos”) identificam interesse pragmático.

Finalmente, itens que indicam emancipação do indivíduo e liberdade para a pesquisa foram classificados como indicadores de interesse emancipatório. No caso, concordância com as afirmativas 4 (“Os cientistas deveriam ser livres para explorar o universo e todos os aspectos da vida humana”), 13 (“Uma função importante do cientista nos dias de hoje é questionar as coisas em que acreditamos”), 17 (“A pesquisa científica sem utilidade prática imediata é tão importante quanto a pesquisa focalizada na solução de problemas práticos”) e 44 (“A principal razão para a ciência receber verbas é intelectual: a ciência dá respostas à curiosidade humana”), bem como discordância em relação aos itens 8 (“As explicações científicas só podem ser dadas pelos cientistas”), 10 (“Se um ou dois cientistas têm evidências que parecem contradizer as concepções científicas atuais, esses cientistas provavelmente estão errados”), 18 (“As atividades do cientista não devem violar os valores básicos da sociedade”), 25 (“Em épocas de crise nacional, a máxima preocupação de um cientista deveria ser com a contribuição que ele pode dar para as necessidades do país, em vez de preocupar-se com interesses específicos de pesquisa”) e 26 (“Descobertas científicas não deveriam vir à público se podem criar inquietação social”), identificam interesse emancipatório.

Foram criados escores totais para cada dimensão, a partir da soma dos escores dados pelos respondentes em cada questão correspondente às respectivas dimensões. Assim, como a dimensão técnica tem 15 questões a ela associadas, o escore total pode variar de 15 a 45. Conforme a metodologia utilizada na pesquisa de Cury e Pinent (2000), foi usado um critério de corte no percentil 60 (60%), o que corresponde a 33,0 pontos. O respondente que tem escore igual ou superior a 33 nas questões relativas à dimensão técnica indica que concorda com 60% ou mais das afirmativas indicadoras dessa dimensão e, portanto, é indivíduo de tendência técnica.

Da mesma forma, como a dimensão pragmática tem 14 questões, o escore total pode variar de 14 a 42 e o corte é no percentil 30,8. O respondente que tem escore igual ou superior a 31 nas questões dessa dimensão é indivíduo de tendência pragmática. Finalmente, como a dimensão emancipatória tem nove questões, o escore total pode variar de nove a 27 e o corte é em 19,8. O participante que tem escore igual ou superior a 20 nas questões dessa dimensão é indivíduo de tendência emancipatória.

Assim, em cada dimensão, os respondentes foram dicotomizados em duas classes, a do “sim” (indica que os respondentes têm aquela tendência com escore igual ou superior ao corte) e a do “não” (indica que não têm aquela tendência com escore inferior ao corte).

Resultados e Discussão

Os 33 participantes da pesquisa têm entre 19 e 43 anos, com média de 25,7 anos e desvio padrão de 6,03 anos. Vinte (60,6%) são do sexo feminino, 12 (36,4%) do sexo masculino e um dos participantes (3,0%) não indicou sexo ou idade.

A análise das frequências totais nas respostas aos itens do instrumento de pesquisa mostrou que a tendência predominante é a pragmática, com 90,9% dos respondentes na categoria “sim”, seguida da técnica, com 69,7%, e da emancipatória, com 66,7%.

Há diferenças entre os respondentes segundo o sexo: os homens assumem, preferencialmente, a tendência pragmática (91,7%), seguida da emancipatória (75%) e da técnica (66,7%). Já as mulheres também assumem em primeiro lugar a tendência pragmática (90%), mas esta é seguida pela técnica (70%) e em terceiro lugar vem a emancipatória (65%).

Para identificar concordâncias ou discordâncias dos participantes em relação a afirmativas específicas do teste, construímos o quadro 1, a partir das frequências e percentagens de respostas obtidas com o software SPSS, em que a opção “3” indica concordância, “2” indica indecisão, “1” indica discordância e “em branco” indica a ausência de resposta para o item:

A análise das percentagens nos permite tecer algumas considerações específicas sobre as crenças a respeito da Matemática e das Ciências. A alta concordância em relação às afirmativas 29 (“O conhecimento matemático é importante para todos os estudantes”), 30 (“O conhecimento científico é importante para todos os estudantes”), 31 (“A matemática desenvolve boa habilidade de pensar”) e 32 (“A ciência desenvolve boa habilidade de pensar”), com mais de 96% em cada, mostra valorização da Matemática e das Ciências, o que está de acordo com o curso de origem dos respondentes, Matemática, Física e Química.

O fato de haver percentagens próximas de concordância em relação à afirmativa 3 (“Há algumas coisas que são aceitas pela ciência como verdades absolutas”), 72,7%, e de discordância em relação à afirmativa 34 (“Não há verdades científicas”), 75,8%, mostra a confiança na existência da verdade absoluta, pelo menos para algumas coisas. No entanto, quanto à afirmativa 40 (“A ciência nos dá o conhecimento verdadeiro sobre a natureza”), houve concordância de 66,7%, o que parece mostrar certa confiança na possibilidade de a ciência proporcionar esse conhecimento verdadeiro. Portanto, para esses respondentes, parece que existe a verdade, mas nem todos concordam que ela é capturada pela ciência.

| QUESTÕES | OPÇÕES | | | | | | | |
|----------|--------|-------|----|------|----|-------|-----------|-----|
| | 3 | | 2 | | 1 | | Em branco | |
| | N. | % | N. | % | N. | % | N. | % |
| 1 | 21 | 63,6 | 4 | 12,1 | 8 | 24,2 | 0 | 0,0 |
| 2 | 27 | 81,8 | 2 | 6,1 | 4 | 12,1 | 0 | 0,0 |
| 3 | 24 | 72,7 | 4 | 12,1 | 5 | 15,2 | 0 | 0,0 |
| 4 | 15 | 45,5 | 6 | 18,2 | 11 | 33,3 | 1 | 3,0 |
| 5 | 19 | 57,6 | 5 | 15,2 | 9 | 27,3 | 0 | 0,0 |
| 6 | 5 | 15,2 | 2 | 6,1 | 25 | 75,8 | 1 | 3,0 |
| 7 | 12 | 36,4 | 6 | 18,2 | 15 | 45,5 | 0 | 0,0 |
| 8 | 11 | 33,3 | 1 | 3,0 | 20 | 60,6 | 1 | 3,0 |
| 9 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 33 | 100,0 | 0 | 0,0 |
| 10 | 0 | 0,0 | 1 | 3,0 | 32 | 97,0 | 0 | 0,0 |
| 11 | 27 | 81,8 | 2 | 6,1 | 3 | 9,1 | 1 | 3,0 |
| 12 | 20 | 60,6 | 7 | 21,2 | 5 | 15,2 | 1 | 3,0 |
| 13 | 23 | 69,7 | 1 | 3,0 | 8 | 24,2 | 1 | 3,0 |
| 14 | 18 | 54,5 | 5 | 15,2 | 10 | 30,3 | 0 | 0,0 |
| 15 | 19 | 57,6 | 4 | 12,1 | 10 | 30,3 | 0 | 0,0 |
| 16 | 2 | 6,1 | 3 | 9,1 | 28 | 84,8 | 0 | 0,0 |
| 17 | 17 | 51,5 | 6 | 18,2 | 10 | 30,3 | 0 | 0,0 |
| 18 | 26 | 78,8 | 1 | 3,0 | 6 | 18,2 | 0 | 0,0 |
| 19 | 17 | 51,5 | 1 | 3,0 | 15 | 45,5 | 0 | 0,0 |
| 20 | 3 | 9,1 | 2 | 6,1 | 28 | 84,8 | 0 | 0,0 |
| 21 | 15 | 45,5 | 7 | 21,2 | 11 | 33,3 | 0 | 0,0 |
| 22 | 0 | 0,0 | 2 | 6,1 | 31 | 93,9 | 0 | 0,0 |
| 23 | 5 | 15,2 | 1 | 3,0 | 27 | 81,8 | 0 | 0,0 |
| 24 | 21 | 63,6 | 4 | 12,1 | 8 | 24,2 | 0 | 0,0 |
| 25 | 10 | 30,3 | 2 | 6,1 | 21 | 63,6 | 0 | 0,0 |
| 26 | 2 | 6,1 | 2 | 6,1 | 29 | 87,9 | 0 | 0,0 |
| 27 | 30 | 90,9 | 1 | 3,0 | 2 | 6,1 | 0 | 0,0 |
| 28 | 16 | 48,5 | 7 | 21,2 | 10 | 30,3 | 0 | 0,0 |
| 29 | 32 | 97,0 | 1 | 3,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| 30 | 32 | 97,0 | 1 | 3,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| 31 | 33 | 100,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| 32 | 33 | 100,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| 33 | 18 | 54,5 | 7 | 21,2 | 8 | 24,2 | 0 | 0,0 |
| 34 | 5 | 15,2 | 3 | 9,1 | 25 | 75,8 | 0 | 0,0 |
| 35 | 27 | 81,8 | 4 | 12,1 | 2 | 6,1 | 0 | 0,0 |
| 36 | 14 | 42,4 | 9 | 27,3 | 10 | 30,3 | 0 | 0,0 |
| 37 | 17 | 51,5 | 0 | 0,0 | 16 | 48,5 | 0 | 0,0 |
| 38 | 21 | 63,6 | 2 | 6,1 | 10 | 30,3 | 0 | 0,0 |
| 39 | 12 | 36,4 | 7 | 21,2 | 14 | 42,4 | 0 | 0,0 |
| 40 | 22 | 66,7 | 5 | 15,2 | 6 | 18,2 | 0 | 0,0 |
| 41 | 23 | 69,7 | 2 | 6,1 | 8 | 24,2 | 0 | 0,0 |
| 42 | 1 | 3,0 | 0 | 0,0 | 32 | 97,0 | 0 | 0,0 |
| 43 | 12 | 36,4 | 6 | 18,2 | 15 | 45,5 | 0 | 0,0 |
| 44 | 21 | 63,6 | 4 | 12,1 | 8 | 24,2 | 0 | 0,0 |

Quadro 1 - Distribuição das respostas ao teste

As afirmativas 11 (“As mulheres são tão boas em matemática e ciências quanto os homens”), 20 (“As bolsas de pesquisa em matemática e ciências são melhor

aproveitadas por alunos do sexo masculino do que do sexo feminino”) e 22 (“Provavelmente há tão poucas mulheres cientistas porque as mulheres não têm habilidade natural para as ciências”) referem-se a questões de gênero. A alta concordância em relação à afirmativa 11 (81,8%) e a alta discordância em relação às afirmativas 20 (84,8%) e 22 (93,9%), mostram que os participantes aceitam a igualdade entre os sexos em relação ao trabalho e à pesquisa em Matemática e Ciências.

Em relação à Matemática, 100% dos participantes discordaram da afirmativa 9 (“Resolver problemas é tudo o que se faz em matemática”) e 81,8% concordaram com a afirmativa 35 (“As inovações matemáticas resultam de pesquisa científica e das aplicações práticas”). Assim, parece que esses alunos se dão conta de que há teoria e prática no trabalho de um matemático. Em relação à afirmativa 2 (“Geralmente há uma maneira que é a melhor para resolver um problema matemático”), a maioria (81,2%) concordou, mas em relação à afirmativa 5 (“Frequentemente, há muitas soluções corretas para um problema matemático”), houve fraca concordância (57,6%). Portanto, parece que reconhecem haver outras atividades matemáticas além da resolução de problemas, mas, para resolvê-los, há uma solução que se destaca.

Há alta concordância (90,9%) em relação à afirmativa 27 (“Matemática e ciência requerem criatividade”) e fraca concordância (57,6%) em relação à afirmativa 15 (“Deve-se ter boa memória para ter sucesso em matemática”). Além disso, 97% dos respondentes discordaram da afirmativa 42 (“Só as pessoas com habilidade mental não usual têm o que é preciso para ser um matemático de sucesso”). Os participantes ficaram indecisos sobre a afirmativa 28, de que “a matemática está mudando”, sendo muito próximas as percentagens de concordância, discordância e indiferença (48,5%, 21,2% e 30,3%, respectivamente). Aparentemente, os participantes ainda não assumiram mudanças em conteúdo e em metodologia de ensino que estão sendo, aos poucos, introduzidas nas escolas.

Sobre a afirmativa 38 (“ $2+2$ é sempre igual a 4”), é interessante comentar a concordância dos respondentes, 63,6%, quando seria esperado um resultado maior, se levarmos em conta apenas o senso comum. No entanto, sendo alunos de cursos de Matemática, Física e Química, eles podem ter lembrado a observação tantas vezes repetida em salas de aula de cursos de ciências exatas: só podemos garantir que $2+2$ é igual a 4 se estivermos trabalhando na base 10. O alerta é válido se estivermos, efetivamente, abordando tópicos relacionados a sistemas de numeração. Em Química, existem certos fenômenos que também levantam a dúvida sobre a veracidade da afirmativa. Tomemos como exemplo a adição de 1 litro de álcool puro a 1 litro de água. O senso comum nos diz que o volume final, após a adição, deveria ser igual a 2 litros, o que não se observa. Esse fenômeno é devido ao conceito de volume molar parcial, ensinado em disciplinas de físico-química.

Os participantes mostram-se divididos em relação às afirmativas que envolvem a relação da Matemática e das Ciências com a sociedade. Quanto à 4 (“Os

cientistas deveriam ser livres para explorar o universo e todos os aspectos da vida humana”), houve apenas 45,5% de concordância, com 33,3% de discordância; em relação à afirmativa 14 (“Não é apropriado que as pessoas mexam com a ordem e as intenções da natureza”), houve uma maior concordância, 54,5%. Houve concordância de 78,8% em relação à afirmativa 18 (“As atividades do cientista não devem violar os valores básicos da sociedade”) e discordância de 87,9% em relação à 26 (“Descobertas científicas não deveriam vir à público se podem causar inquietação social”). Os participantes estão divididos quanto às razões para a ciência receber verbas, contidas nas afirmativas 43 e 44: a afirmativa 43 (“A principal razão para a ciência receber verbas é econômica: a ciência promove a prosperidade”) obteve apenas 36,4% de concordância enquanto que a 44 (“A principal razão para a ciência receber verbas é intelectual: a ciência dá respostas à curiosidade humana”) obteve 63,6% de concordância. Os resultados indicam destacada tendência em acreditar que a ciência deve buscar respostas à curiosidade humana e não ser pautada por questões de cunho econômico.

Sobre o papel das Ciências para o futuro da humanidade, os participantes não parecem estar muito seguros, pois houve 63,6% de concordância em relação à afirmativa 1 (“É provável que muitas das informações científicas que temos nos dias atuais sejam, no futuro, apresentadas como inadequadas ou incorretas”) e apenas 60,6% de concordância em relação à afirmativa 12 (“As invenções e descobertas científicas têm feito mais bem do que mal à humanidade”). Menor ainda foi a concordância (51,5%) em relação à afirmativa 17 (“A pesquisa científica sem utilidade prática imediata é tão importante quanto a pesquisa focalizada na solução de problemas práticos”). Esses resultados talvez tenham sido provocados pelo fato de que o questionário foi aplicado aos alunos poucos dias após o acidente nuclear de Fukushima, no Japão, ocorrido em março de 2011. Esta hipótese, de que o impacto das notícias tenha contribuído para a insegurança em relação ao papel das Ciências, só seria possível de se confirmar se tivéssemos entrevistado os participantes, o que não foi planejado no *design* da pesquisa.

CONCLUSÕES

Com esta investigação, buscamos respostas às questões: quais são as crenças dos alunos em relação às Ciências e à Matemática? Quais dados da pesquisa podem ser aproveitados para aprofundar, em sala de aula, discussões sobre temas atuais que envolvem conhecimentos críticos de Ciências e Matemática? Acreditamos que as respostas podem sinalizar alternativas pedagógicas visando a adequações de práticas educacionais a partir das concepções dos alunos.

Os alunos desta pesquisa foram classificados segundo suas crenças, identificadas pela concordância ou discordância em relação a afirmações específicas. Os dados mostraram que os participantes da pesquisa têm visões predominantemente pragmáticas e técnicas, com uma pequena diferença entre os sexos. Ainda há uma valorização muito grande da verdade científica, mas os

respondentes parecem divididos quanto às relações da Matemática e das Ciências com a sociedade.

Ao sintetizarmos as respostas dos alunos investigados, notamos que as visões emancipatórias, segundo Habermas, parecem não estar ocorrendo entre eles. Para que esses futuros professores tenham competência para discutir criticamente o conhecimento, tomar posições em aula sobre direitos e deveres de cidadãos e levar seus alunos a entender como as Ciências e a Matemática fazem parte do seu mundo, é necessário introduzir mudanças nas práticas de sala de aula, que visem reflexões críticas sobre ensino e aprendizagem.

Entendemos que essas mudanças devem estar ancoradas em pressupostos da Educação Matemática crítica. Por exemplo, atividades que exigem do estudante um posicionamento em relação às práticas culturais, sociais e políticas vigentes na sociedade em que vivem ou que permitem discussões sobre suas necessidades educacionais, podem despertar o espírito crítico do estudante e levá-lo a melhor compreender o papel da Matemática e das Ciências na vida cotidiana.

Acreditamos, também, que tais atividades devem ser propostas desde os anos iniciais de escolaridade até os cursos superiores de formação de professores.

Skovsmose (2001), ao exemplificar possibilidades de fazer uma Educação Matemática crítica, relatou projeto desenvolvido com alunos com cerca de 15 anos de idade, para os quais foi proposta a tarefa de distribuir um auxílio governamental para famílias com crianças. Os estudantes, distribuídos em grupos, discutiram as necessidades das famílias, criaram critérios para a distribuição (conforme o número de filhos, os salários dos pais, o local onde moravam, etc.) e elaboraram algoritmos para modelar as situações.

Esse tipo de trabalho, proposto a alunos de cursos de formação de professores, envolvendo situações reais e usando a modelagem matemática como metodologia, por exemplo, pode modificar a visão objetivista, apontada por Pecharromás e Pozo, (2006).

Consideramos, também, que as afirmativas propostas no instrumento aplicado aos participantes desta pesquisa podem servir como pano de fundo para discussões em salas de aula dos cursos de formação de professores das áreas de Matemática e Ciências, para que possamos avançar em direção a uma visão crítica do conhecimento, tão necessária em um mundo de mudanças científicas e tecnológicas aceleradas.

BIBLIOGRAFIA

Bejarano, Nelson R. R. e Carvalho, Ana Maria P. de. (2003). Tornado-se professor de ciências: crenças e conflitos. *Ciência e Educação*. 9 (1), 1-15.

Brasil. (2006). Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. *Orientações Curriculares para o Ensino Médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Brasília.

Camacho, Matias, Socas, Martin M. e Hernández, Josefa. (1998). An analysis of future mathematics teachers' conceptions and attitudes toward mathematics. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. 29 (3), 317-324.

Cury, Helena N. e Pinent, Carlos Eduardo da C. (2000). Análise de atitudes de calouros de engenharia em relação às ciências e à matemática. *Revista de Ensino de Engenharia*. 19 (1), 47-54.

Fleener, M. Jayne. (1996). Scientific world building on the edge of chaos: high school student's beliefs about mathematics and science. *School Science and Mathematics*. 96 (6), 312-320.

Habermas, Jürgen. (1994). *Ciencia y tecnica como "ideología"*. Madrid: Tecnos.

Hoz, Ron e Weizman, Geula. (2008). A revised theorization of the relationship between teachers' conceptions of mathematic and its teaching. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. 39 (7), 905-924.

Medeiros, Arilene Maria S. e Marques, Maria Auxiliadora de R. B. (2003). Habermas e a teoria do conhecimento. *Educação Temática Digital*. 5 (1), 1-24.

Nunes, Albino O. e Dantas, Josivânia M. (2009). Atitudes e crenças dos graduandos em Química sobre as relações ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA). Em: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis. Disponível em: <http://www.fae.ufmg.br/abrapec/viempec/7enpec/pdfs/855.pdf>. Consultado em 19 de agosto de 2011.

Pajares, M. Frank. (1992). Teachers' beliefs and educational research: cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research*. 62 (3), 307-332.

Pecharromán, Isidro e Pozo, Juan I. (2006). Como sé que es verdad? Epistemologías intuitivas de los estudiantes sobre el conocimiento científico. *Investigações em Ensino de Ciências*. 7 (2), 153-187.

Pestana, Maria Helena e Gageiro, João N. (2003). *Análise de dados para ciências sociais: a complementaridade do SPSS*. Lisboa: Sílabo.

Rokeach, Milton. (1986). *Beliefs, attitudes and values: a theory of organization and change*. 8. ed. San Francisco: Jasssey-Bass.

Skovsmose, Ole. (2001). *Educação Matemática Crítica: a questão da democracia*. Campinas: Papirus.

Skovsmose, Ole. (2007). *Educação crítica: incerteza, matemática, responsabilidade*. São Paulo: Cortez.

Thompson, Alba G. (1992). Teachers' beliefs and conceptions: a synthesis of the research. Em: Grouws, Douglas A. (ed.). *Handbook of research on mathematics teaching and learning*. (pp. 127-146). New York: Macmillan.

ANEXO

Afirmativas constantes do instrumento de pesquisa utilizado

1. É provável que muitas das informações científicas que temos nos dias atuais sejam, no futuro, apresentadas como inadequadas ou incorretas.
2. Geralmente há uma maneira que é a melhor para resolver um problema matemático.
3. Há algumas coisas que são aceitas pela ciência como verdades absolutas.
4. Os cientistas deveriam ser livres para explorar o universo e todos os aspectos da vida humana.
5. Frequentemente, há muitas soluções corretas para um problema matemático.
6. Os avanços tecnológicos no futuro provavelmente não serão tão grandes quanto têm sido nos últimos 30 anos.
7. Qualquer coisa que precisamos saber pode ser encontrada através da ciência.
8. As explicações científicas só podem ser dadas pelos cientistas.
9. Resolver problemas é tudo o que se faz em matemática.
10. Se um ou dois cientistas têm evidências que parecem contradizer as concepções científicas atuais, esses cientistas provavelmente estão errados.
11. As mulheres são tão boas em matemática e ciências quanto os homens.
12. As invenções e descobertas científicas têm feito mais bem do que mal à humanidade.
13. Uma função importante do cientista nos dias de hoje é questionar as coisas em que acreditamos.
14. Não é apropriado que as pessoas mexam com a ordem e as intenções da natureza.
15. Deve-se ter boa memória para ter sucesso em matemática.
16. Quando as descobertas ou teorias científicas conflitam com as crenças religiosas, é melhor aceitar as crenças religiosas.
17. A pesquisa científica sem utilidade prática imediata é tão importante quanto a pesquisa focalizada na solução de problemas práticos.
18. As atividades do cientista não devem violar os valores básicos da sociedade.
19. Para julgar as descobertas de um cientista, sua reputação é tão importante quanto às técnicas usadas na pesquisa.
20. As bolsas de pesquisa em matemática e ciências são melhor aproveitadas por alunos do sexo masculino do que do sexo feminino.
21. É correto basear uma decisão importante nas evidências que se têm, mesmo que seja uma decisão oposta àquela baseada no bom senso.
22. Provavelmente há tão poucas mulheres cientistas porque as mulheres não têm habilidade natural para as ciências.

23. Quando uma coisa é bem explicada, não há razão para buscar outra explicação.
24. O valor da ciência e da matemática reside na sua utilidade para resolver problemas práticos.
25. Em épocas de crise nacional, a máxima preocupação de um cientista deveria ser com a contribuição que ele pode dar para as necessidades do país, em vez de preocupar-se com interesses específicos de pesquisa.
26. Descobertas científicas não deveriam vir à público se podem criar inquietação social.
27. Matemática e ciência requerem criatividade.
28. A matemática está mudando.
29. O conhecimento matemático é importante para todos os estudantes.
30. O conhecimento científico é importante para todos os estudantes.
31. A matemática desenvolve boa habilidade de pensar.
32. A ciência desenvolve boa habilidade de pensar.
33. Há algumas verdades matemáticas que nunca serão demonstradas como falsas.
34. Não há verdades científicas.
35. As inovações matemáticas resultam de pesquisa científica e das aplicações práticas.
36. As demonstrações matemáticas requerem uma seqüência finita de passos lógicos.
37. Os computadores podem fazer coisas que os seres humanos não podem.
38. $2+2$ é sempre igual a 4.
39. As verdades sobre a realidade são reveladas pela ciência e pela matemática de forma bastante lenta.
40. A ciência nos dá o conhecimento verdadeiro sobre a natureza.
41. A solução da maioria dos problemas humanos vem (ou virá) através da ciência e da tecnologia.
42. Só as pessoas com habilidade mental não usual (gênios) têm o que é preciso para ser um matemático de sucesso.
43. A principal razão para a ciência receber verbas é econômica: a ciência promove a prosperidade.
44. A principal razão para a ciência receber verbas é intelectual: a ciência dá respostas à curiosidade humana.