

A CONCEPÇÃO SOBRE A NATUREZA DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO DE ESTUDANTES E PROFESSORES DO ENSINO MÉDIO DA REGIÃO DE SANTA MARIA: INFLUÊNCIA DE UM CURSO BASEADO NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

João Batista Teixeira Rocha, Nilda Vargas Barbosa, Maria Rosa Schetinger e
Maria Ester Pereira
Departamento de Química - CCNE
UFSM - Santa Maria, RS

RESUMO

O ensino de ciências tem sido extensivamente criticado, uma vez que não tem cumprido o seu papel como formador de indivíduos capazes de utilizar os conhecimentos científicos no cotidiano e na interpretação do mundo em que vivem. A péssima qualidade do ensino de ciências tem se refletido numa visão estereotipada sobre a ciência, por parte da população em geral, e também num entendimento pobre acerca da natureza do conhecimento científico. Portanto, torna-se importante o desenvolvimento de atitudes que venham a melhorar este quadro. No presente estudo, avaliamos a aplicação de um curso (40 horas) baseado na resolução de problemas e na experimentação sobre a concepção acerca da natureza do conhecimento científico (que pode ser classificado como centrado no aprendiz) em

professores e alunos do ensino médio da região de Santa Maria. A avaliação foi feita através de um teste que subdivide a compreensão do conhecimento científico em 6 sub-escalas: amoral, criativo, evolutivo, parcimonioso, experimental e unificado. Os resultados demonstraram que os cursos experimentais de 40 horas (contração muscular, digestão, respiração e fotossíntese), onde os sujeitos são levados a resolverem suas próprias questões, foram capazes de melhorar a concepção sobre a natureza do conhecimento científico de professores e alunos. As mudanças ocorrem principalmente dentro da sub-escala criativa, provavelmente refletindo o fato que os aprendizes deve ser criativos para resolverem os problemas que surgem durante os cursos. Os resultados sugerem que seria importante que professores em exercício (bem como aqueles prestes a entrar em exercício) realizassem atividades experimentais baseadas na resolução de problemas, uma vez que uma melhoria sobre a concepção acerca da natureza do conhecimento científico dos mesmos pode refletir numa melhoria do ensino de ciências ao nível do ensino médio.

SUMMARY

Nowadays, science education has been extensively criticized mainly due to the fact that teaching science procedures have not allowed the formation of individuals that use science knowledge to solve problems on their daily lives. The low quality of science education certainly is responsible for the stereotyped view that population has about science and scientist, and also for the inadequate conceptions about the nature of scientific knowledge.

Consequently, the development of methodologies that can enhance the quality of science education are needed. In the present report, the effect of a short course (40 hours) based on the resolution of problems (and that can be classified as apprentice centered) of high-school teachers and students from Santa Maria and surroundings were evaluated. The Nature

of Scientific Knowledge Scale (NSKS) was used and this scale is sub-divided in 6 conceptual subscale (amoral, creative, developmental, parsimonious, testable, and unified). The results showed that the experimental courses (muscle contraction, digestion, respiration, and photosynthesis), in which the apprentices are engaged in solving their own problems, improved the students and teachers understanding about the nature of scientific knowledge. The improvement on the test (NSKS) occurred predominantly within the creative subscale, presumably due to the fact that the apprentices had to be creative in order to solve the proposed or generated problems during the course. These results suggest that it would be useful to teachers inservice (as well as preservice teachers) to experience problem-based and experimental courses, because a better understanding of the nature of scientific knowledge by science teachers certainly will improve science education, at least with regard to the high-school students understanding.

INTRODUÇÃO

O papel do ensino de ciências pode ser considerado bastante amplo, mas poderíamos restringir este a dois objetivos gerais: a) auxiliar os sujeitos da aprendizagem a responder questões científicas presentes no seu cotidiano e entender melhor o mundo onde vivem e b) criar nestes comportamentos (estratégias mentais, atitudes frente a problemas) que se assemelhem àqueles utilizados pelos cientistas diariamente no laboratório (ASTOLFI & DEVELAY, 1990).

O currículo de ciências varia consideravelmente entre os países e até mesmo dentro de um mesmo país. Em parte, isso reflete a dificuldade de se abranger durante o ensino fundamental e médio todos os conhecimentos estabelecidos e atualmente aceitos nas diferentes áreas das ciências. Além disso, em áreas como a biologia, física e química, a quantidade de novos conhecimentos gerados a cada ano é espantosa

(RODRIGUES & de MEIS, 1994), tornando o estabelecimento de um currículo mínimo comum uma tarefa quase impossível.

Portanto, não existe um consenso sobre os conteúdos específicos a serem abordados nos cursos de ciências contemporâneos (BACKER, 1991; LEDERMAN, 1992). Estas dificuldades enfrentadas no momento de definir o currículo de ciências certamente estão relacionadas com as severas críticas que o ensino de ciências tem recebido, uma vez que existe uma enorme deficiência ao nível mais elementar (ou seja, o domínio dos conteúdos nas diferentes áreas das ciências) por parte da grande maioria dos estudantes. Um dos fatores que certamente contribui para o baixo nível de conhecimento nas ciências está relacionado, pelo menos em parte, com a falta de habilidade dos professores em motivar os alunos com os assuntos abordados. Na grande maioria dos casos, os alunos são levados a decorar fatos isolados dentro de cada uma das disciplinas que compõem as ciências e raramente estabelecem uma relação entre os assuntos específicos e o conhecimento geral de uma dada disciplina e tampouco entre as diferentes disciplinas (BELTRAN e CISCATO, 1991; PESSOA et al., 1979). A princípio, isso pode ser considerado como fato da maioria das escolas brasileiras prepararem os alunos para ingressarem na universidade, ou melhor, as escolas têm os currículos voltados para atender o vestibular (BELTRAN e CISCATO, 1991).

Outro fato que chama a atenção é que o desinteresse pela ciência não ocorre só no Brasil (país com pequena tradição nas ciências), mas até mesmo nos EUA, país responsável pela produção de cerca de 40% do conhecimento científico anual do mundo (de MEIS et al., 1991). Assim, de modo similar ao que ocorre no Brasil, o ensino de ciências tem sido extremamente criticado nos EUA e isto parece estar relacionado com o fato dos alunos serem treinados a memorizar muitos fatos, mas não a utilizarem estes para resolver problemas (VOLPE, 1984; MODEL e MICHAEL, 1993). A péssima qualidade do ensino de ciências tem se refletido numa visão

estereotipada, por parte da população em geral, dos cientistas e da comunidade científica (de MEIS et al.,1993).Este entendimento errado ou inadequado da ciência pode afastar os jovens da ciência e a médio e longo prazo pode resultar numa pequena procura pelas áreas científicas no Brasil, fenômeno este já observado nos EUA (de MEIS et al.,1991).

É óbvio que o ensino baseado na memorização de fatos isolados fere os dois objetivos gerais do ensino de ciências apresentados anteriormente, ou seja, os alunos decoram fatos isolados, mas não usam estes para resolverem ou explicarem problemas que surgem em suas vidas e, tampouco são levados a apresentarem atitudes que se assemelhem a dos cientistas. A crise no ensino de ciências tem preocupado a comunidade científica brasileira, uma vez que a baixa qualidade do aprendizado está se refletindo na pós-graduação. Isto levou a CAPES a criar o programa PRÓ-CIÊNCIAS, que tem como objetivo melhorar o ensino de ciências no ensino médio (nível de ensino que não estaria na alçada desta fundação) para melhorá-lo na graduação e pós-graduação. Dentro deste programa elaboramos cursos para professores do ensino médio de Santa Maria e região, com o objetivo de melhorar o ensino de ciências através de cursos experimentais baseados na resolução de problemas (SMITH et al.,1995).

Visávamos com os cursos avizinhar-se do segundo objetivo do ensino de ciências apresentado previamente, isto é, criar nos aprendizes estratégias semelhantes àquelas utilizadas por cientista em seus laboratórios para resolver problemas. Para isto os alunos e professores eram colocados diante de problemas que eles próprios deveriam resolver através de experiências.

Embora a avaliação objetiva de um curso desta natureza seja tarefa difícil, existem ferramentas que podem auxiliar na avaliação da efetividade dos procedimentos sobre aspectos relacionados aos objetivos do ensino de ciências.

Um dos aspectos que está intimamente ligado ao segundo objetivo geral do ensino de ciências (criar nos alunos atitudes e estratégias similares as usadas pelos cientistas na resolução de problemas originais) reside na correta concepção acerca da natureza do conhecimento científico. Assim, parece sensato esperar que indivíduos que usem as estratégias e atitudes de cientistas para resolverem problemas tenham uma melhor concepção sobre a natureza do conhecimento científico do que aqueles que desconhecem tais estratégias e atitudes. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência dos cursos oferecidos para os professores e alunos de ensino médio sobre a concepção acerca da natureza do conhecimento científico, utilizando uma escala de avaliação que previamente já se mostrou adequada para este fim (RODRIGUES et al., 1994).

MATERIAL E MÉTODOS

A avaliação das “concepções sobre a natureza do conhecimento científico” (“Nature of Scientific Knowledge Scale”) foi feita através da aplicação de um questionário de 48 questões, traduzidas do inglês (Tabela 1), antes (pré-teste) e após (pós-teste) à aplicação do curso baseado na resolução de problemas, conforme RUBBA e ANDERSEN (1978). A adequação do questionário traduzido foi avaliada previamente por RODRIGUES et al. (1994). A escala de RUBBA e ANDERSEN (1978) é dividida em 6 sub-escalas: 1) AMORAL (o conhecimento científico não é bom nem ruim), 2) CRIATIVO (a atividade científica assemelha-se a dos artistas e o cientista deve ter boa imaginação para fazer ciência), 3) EVOLUCIONAL (a ciência é construída em etapas), 4) PARCIMONIOSO (o conhecimento científico procura explicar os fenômenos de maneira o mais simples possível), 5) TESTÁVEL (as hipóteses e predições científicas devem ser testadas experimentalmente e por mais de um cientista) , 6) UNIFICADO (o conhecimento científico da biologia, química e física contribuem para um fim

único que é o do entendimento da natureza). Cada sub-escala é composta de 4 afirmações negativas e 4 afirmações positivas, sendo estas quantificadas por uma escala que atribui 5 pontos para as afirmações corretas e 1 ponto para a opção oposta, ou seja, quando a afirmação correta é positiva, atribui-se 5 pontos para as respostas na opção (A) e 1 ponto na opção (E). Assim, dentro de cada sub-escala, cada sujeito pode obter um máximo de 40 e um mínimo de 5 pontos (ver a tabela 1). Para todo o teste, o máximo de pontos que pode ser atingido por um sujeito é de 240 e o mínimo 48.

BREVE DESCRIÇÃO DO CURSO

Os 26 professores que realizaram o curso eram provenientes da região de Santa Maria (17 da cidade de Santa Maria, 4 de Faxinal do Soturno, 1 de São João do Polesine, 1 da Mata, 1 de Silveira Martins, 1 de Formigueiro e 1 de São Pedro do Sul). Destes professores, 5 eram de química e 21 de biologia e todos possuíam graduação nas respectivas áreas (salvo 2 professores que possuíam licenciatura curta em ciências). O curso de atualização foi dividido em 3 etapas: 1ª) Curso sobre contração muscular baseado na resolução de problemas (duração 40 horas); 2ª) aplicação nas escolas de origem de uma metodologia baseada na resolução de problemas (convém ressaltar que apenas 6 professores realizaram atividades práticas, e os demais tentaram problematizar os assuntos teóricos que eram abordados). A aplicação desta metodologia em sala de aula variou de 18 a 48 horas (somando aqui a aplicação em mais de uma turma pelo mesmo professor); 3ª) Curso de férias para alunos do ensino médio sobre digestão ou fotossíntese (70 horas). Os cursos da 1ª e 2ª etapas foram baseados nos cursos de férias desenvolvidos pelo grupo coordenado pelo professor de Meis, do Departamento de Bioquímica Médica da UFRJ (RODRIGUES et al., 1994).

Na 3ª etapa os professores treinavam, durante uma semana, junto com os monitores do curso de atualização as prováveis experiências a serem desenvolvidas, e principalmente como evitar de dar as respostas aos alunos. Assim, durante o treinamento enfatizava-se a necessidade de questionar os alunos e não de responder as questões por eles formuladas. Na segunda semana, os professores em conjunto com os monitores trabalhavam junto com alunos da região de Santa Maria. Foram realizados 2 cursos em Santa Maria (1 de digestão e 1 de fotossíntese) com a participação de 37 alunos e 1 na Mata (digestão) e outro em Faxinal do Soturno (fotossíntese) com a participação de 11 e 16 alunos respectivamente. O curso de férias pode ser definido como centrado no aluno (aprendiz) e também no laboratório. Deve ser ressaltado que o curso praticamente não teve exposição teórica, salvo uma explanação sobre o histórico da contração muscular ou digestão, conforme o curso que começa na Grécia antiga e termina em Descartes. Nesta exposição de cerca de 40 a 50 minutos, coloca-se as idéias sobre a contração na época de Galeno a Descartes bem como as variações sobre os mecanismos propostos sobre a contração muscular que ocorrem durante este período. Isto significa, em resumo, dizer que se acreditava no fato de que a contração era mediada pelo *spiritus animalis*, sendo que esse era liberado do cérebro pelo *spiritus vitalis* formado pelo aquecimento do ar nos pulmões e coração. Após a exposição teórica (oral), entrega-se aos professores (e alunos) um pequeno texto, onde se relata (em forma de diálogos) episódios da época. Posteriormente pergunta-se: "O que você gostaria de saber sobre contração (respiração, fotossíntese, digestão)? A partir daí, o aprendiz deve formular suas questões e tentar respondê-las experimentalmente com a mínima interferência dos monitores.

Com efeito, todos os cursos começavam efetivamente com a pergunta: "O que você gostaria de saber sobre..."? os monitores ajudavam os professores do ensino médio (e alunos do ensino médio a elaborarem de

modo claro as suas questões e também a torná-las exequíveis nas condições do laboratório. Por exemplo, em contração muscular a questão inicial mais comum foi "O que faz o músculo contrair"? A grande maioria dos alunos (professores do ensino médio) respondiam: "os nervos estimulam os músculos". Este é um conceito bem definido (pelo menos teoricamente) para os professores, mas ao serem questionados: "Como você pode mostrar efetivamente que são os nervos que estimulam os músculos"? Eles ficavam indecisos e somente após um tempo considerável, começam a propor, de modo hesitante, experiências para tentar investigar a participação dos nervos na contração. Alguns fizeram lesão mecânica no ciático e confirmam "...viu como é o nervo que faz o músculo contrair...". Mas logo ficavam sem resposta, quando se faz o músculo contrair após um estímulo elétrico direto no tecido muscular. Então sucedeu-se uma quantidade variável de experiências que estão relacionadas com a definição dos compostos que forneceriam energia para o músculo (os mais sugeridos são glicose e ATP). Surgiram questões relativas aos fornecedores diretos e indiretos de energia para a contração muscular. Em alguns casos ocorreram resultados não esperados como, por exemplo, a glicose estimulando a contração muscular nos ensaios de um grupo de professores do ensino médio (dado este não confirmado posteriormente por nenhum outro grupo) e nem pelo próprio grupo que repetiu a experiência 3 vezes.

Estudou-se o efeito destes compostos (glicose e ATP) sobre a contração, bem como em alguns casos a produção de lactato e/ou CO_2 . Observou-se o músculo, triturado no liquidificador, sofrer contração no tubo de ensaio. Investigou-se também o efeito de cátions monovalentes (em geral, Na^+ e K^+) e divalentes (em geral Ca^{++} e Mg^{++}) e outros, tanto em músculos intactos como triturados. Verificou-se a composição dos músculos (determinou-se proteína total, lipídeos, etc...). Em cada dia houve várias discussões entre os monitores e os grupos de 3 ou 4 aprendizes e no final de

cada dia (ou no começo do seguinte) uma discussão com o grande grupo. Nesta discussão existia uma apresentação breve das experiências desenvolvidas por cada grupo e uma explanação clara dos objetivos que se buscavam com aquelas experiências. Na tarde do 5º dia houve uma apresentação geral dos resultados obtidos durante a semana, mas feita pelo grande grupo como um todo. Após o término da apresentação do curso de férias (alunos do ensino médio) ou equivalente a 3ª etapa para os professores, os alunos e os professores responderam a um questionário, apresentado na tabela 1, pela segunda ou terceira vez respectivamente. Os professores responderam pela segunda vez ao questionário logo após o término da segunda etapa. Em termos de análise estatística, utilizamos apenas dados obtidos no final da segunda etapa; deste modo fez-se a comparação após os mesmos terem recebido procedimentos pedagógicos similares e a mesma carga horária (cerca de 40 horas de curso).

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram analisados utilizando o programa SPSS (Statitics Package for Social Sciences). Utilizou-se uma MANOVA onde se considerou-se as respostas antes (pré-teste) e depois (pós-teste) e as sub-escalas como variáveis dependentes do sujeito e o fator professor ou aluno como variável independente. Isto gerou uma análise similar aquela de uma ANOVA de 3 vias, onde teríamos 2 classes (professor ou aluno) x 6 (sub-escalas) x 2 medidas repetidas (pré-teste), onde as duas variáveis foram consideradas como dependentes dos sujeitos.

TABELA 1- Questionário usado para avaliar a concepção acerca do conhecimento científico de alunos e professores da região de Santa Maria.

O conjunto de afirmações abaixo (questões de 1 a 48) expressa conceitos acerca da natureza científica do conhecimento científico. Expresse sua opinião por uma das alternativas que se segue:

- (A) Concordo fortemente (B) Concordo (C) Neutro (nem concordo, nem discordo, ou não tenho opinião formada)**
(D) Discordo (E) Discordo fortemente

- () 1- Leis, teorias e conceitos científicos não expressam criatividade.
- () 2- O conhecimento científico é apresentado de forma tão simples quanto possível.
- () 3- As leis, teorias e conceitos da biologia, química e física estão relacionadas entre si.
- () 4- As aplicações do conhecimento científico podem ser consideradas boas ou ruins, mas o conhecimento científico em si não pode ser considerado bom ou ruim.
- () 5- É incorreto julgar uma determinada parcela do conhecimento científico como boa ou ruim,
- () 6- Se duas teorias científicas explicam adequadamente as observações de um cientista, a teoria mais simples é escolhida.
- () 7- Certas parcelas do conhecimento científico são boas e outras são ruins.
- () 8- Mesmo que as aplicações de uma teoria científica sejam consideradas boas, não devemos julgar a teoria em si mesma.
- () 9- O conhecimento científico não precisa fazer face a comprovações experimentais.
- () 10- As leis, teorias e conceitos da biologia, química e física não são interligadas.

- ()11- A consistência (reprodutibilidade) entre comprovações experimentais não é um requisito para comprovação de um conhecimento científico.
- ()12- Um determinado conhecimento científico será aceito se evidências para sua validade puderem ser obtidas por mais de um pesquisador.
- ()13- As evidências acerca do conhecimento científico não precisam ser abertas ao exame público.
- ()14- As leis, teorias e conceitos científicos não são apresentados de forma tão simples quanto possível.
- ()15- Existe um empenho, na ciência, por se construir o maior número possível de leis, teorias e conceitos.
- ()16- Aceitamos o conhecimento científico mesmo que ele possa conter erros.
- ()17- O conhecimento científico expressa a criatividade do cientista.
- ()18- O conhecimento científico é passível de julgamento moral.
- ()19- As leis, teorias e conceitos da biologia, química e física estão interrelacionadas.
- ()20- Leis, teorias e conceitos científicos expressam criatividade,
- ()21- Tem sentido atribuir julgamentos morais tanto à aplicação do conhecimento científico como ao próprio conhecimento científico.
- ()22- As evidências que suportam o conhecimento científico devem ser reproduzíveis.
- ()23- O conhecimento científico não é produto da imaginação humana.
- ()24- As relações entre leis, teorias e conceitos em ciência não contribuem para a capacidade da ciência de explicar e prever.
- ()25- A verdade contida no conhecimento científico está além de qualquer dúvida.
- ()26- As leis, teorias e conceitos científicos da atualidade podem vir a ser modificadas em face a novas evidências.
- ()27- Não aceitamos um certo conhecimento científico a não ser que ele não contenha erro.

- ()28- Uma teoria científica é similar a um trabalho de arte na medida em que ambos expressam criatividade.
- ()29- Existe um empenho da ciência em manter limitado o número de leis, teorias e conceitos.
- ()30- As várias áreas das ciências (biologia, química, física etc...) contribuem para um único e organizado corpo de conhecimento.
- ()31- As crenças científicas não se modificam com o tempo.
- ()32- O conhecimento científico é produto da imaginação humana.
- ()33- A evidência para se aceitar um determinado conhecimento científico não tem que ser susceptível a repetição.
- ()34- O conhecimento científico não expressa a criatividade do cientista.
- ()35- Biologia, química e física são tipos semelhantes de conhecimentos.
- ()36- Se as aplicações de um certo conhecimento científico, de um modo geral, são consideradas ruins, então este conhecimento é também considerado ruim.
- ()37- O conhecimento científico está sujeito a revisão e mudança.
- ()38- Leis, teorias e conceitos científicos são confrontados com observações confiáveis.
- ()39- Se duas teorias científicas explicam uma observação científica igualmente bem, a teoria mais complexa é a escolhida.
- ()40- O conhecimento científico é específico ao invés de abrangente.
- ()41- As teorias científicas são descobertas e não criadas pelo ser humano.
- ()42- As crenças científicas que eram aceitas no passado e que tenham sido descartadas devem ser julgadas dentro do seu contexto histórico.
- ()43- O conhecimento científico não se modifica.
- ()44- A biologia, a química e a física constituem diferentes tipos de conhecimento.
- ()45- A consistência entre resultados experimentais é um requisito para a aceitação do conhecimento científico.
- ()46- O conhecimento científico é abrangente ao invés de específico.

- ()47- As leis, teorias e conceitos de biologia, química e física são entrelaçadas.
- ()48- Um certo conhecimento científico não deve ser julgado bom ou ruim.
-

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A comparação estatística entre os números obtidos pelos professores e alunos no pré (antes da realização do curso) e no pós-teste (após a realização do curso) revelou que houve efeito significativo da classe (professor ou aluno), sendo os valores obtidos pelos professores significativamente maiores do que os dos alunos, tanto antes como depois do curso ($p < 0,01$). O efeito do curso também foi significativo ($p < 0,01$) e independente da classe (professor ou aluno). Como pode ser observado na Tabela 2, o valor obtido (tanto para professores como para alunos) foi maior após o curso. Todavia, o efeito do curso variou conforme a sub-escala. Isto foi demonstrado pela interação significativa entre as sub-escalas e as medidas repetidas (pré e pós-teste, $p < 0,05$). Como pode ser observado a melhoria dos valores para os professores foi nas sub-escalas amoral e criativo, e para os alunos foi na sub-escala criativo. Em estudo prévio com professores e alunos do Rio de Janeiro, observaram-se resultados similares a estes e, tanto professores com alunos apresentaram uma melhoria na sub-escala criativo (RODRIGUES et al.,1994). Provavelmente isto está relacionado ao fato de que os professores e alunos usam a criatividade para resolver os problemas que surgem ao longo dos cursos.

Um aspecto que chamou a atenção foi o fato que os números obtidos no total do questionário pelos alunos de Santa Maria e região (160.4 ± 1.7 antes e 165.4 ± 1.9 depois do curso) foi menor que o obtido pelos alunos do Rio de Janeiro (172.1 ± 1.2 antes e 176.1 ± 1.3 depois do curso). Os

valores obtidos pelos professores de Santa Maria também foram menores do que aqueles apresentados pelos professores do Rio de Janeiro (174.5 ± 2.2 antes e 180.7 ± 2.4 depois dos cursos). Estes resultados podem indicar que alunos e professores de regiões distantes de grandes metrópoles (regiões mais rurais) tenham uma concepção menos adequada sobre a natureza do conhecimento científico, quando comparado a sujeitos de grandes cidades.

Os resultados mostraram também efeitos significativos das sub-escalas ($p < 0,01$). Como pode ser observado na Tabela 2, os pontos obtidos pelos professores e alunos no item parcimonioso foi menor do que nas demais sub-escalas. Estes valores foram significativamente menores ($p < 0,01$) do que os obtidos nas sub-escalas evolutivo, experimental e unificado tanto para professores como para alunos. Estes resultados sugerem que tanto professores como alunos acham a ciência complicada e que as explicações científicas não procuram simplificar, mas sim complicar a ciência. Outro aspecto que chama atenção é o fato dos professores e alunos terem obtido, antes dos cursos experimentais, uma pontuação baixa na sub-escala criativo, sendo que após a realização dos cursos os valores obtidos nesta sub-escala aumentaram (Tabela 2). Um resultado que também chama atenção é o fato dos valores alcançados por cerca de 30% dos professores ser menor que uma boa parte dos alunos. A princípio, seria de se esperar que estes valores fossem absolutamente maiores do que aqueles dos alunos (isto é, que não houvesse nenhuma sobreposição de valores de professores e alunos), uma vez que a grande maioria dos professores (cerca de 90%) eram graduados em licenciaturas plenas e apenas 10% em licenciaturas curtas. Portanto, estes professores deveriam apresentar uma melhor concepção acerca da natureza do conhecimento científico que os alunos do segundo grau. Este resultado é similar àqueles obtidos por diversos pesquisadores que observaram que a concepção acerca do conhecimento científico de professores em exercício ou em estágios finais da graduação era apenas um pouco superior ou igual a dos alunos do segundo grau (RODRIGUES et

al.,1994). O presente resultado é preocupante e pode estar indicando que os cursos de graduação em ciências não são capazes de formar indivíduos (professores) com um entendimento adequado a respeito da natureza do conhecimento científico, fato este já constatado acerca de 3 décadas atrás (MILLER 1963, SCHIMIDT 1967). Assim, a crítica que vem sendo feita ao ensino de segundo grau deve ser estendida ao terceiro grau (e talvez atribuída a somente este nível mais elevado de ensino), pois é este último que prepara os agentes que irão formar os alunos de segundo grau.

Os resultados deste estudo sugerem que os cursos experimentais de curta duração, baseados na resolução de problemas são capazes de melhorar a concepção sobre o conhecimento científico de professores e alunos de nível médio. Estes resultados, são em parte, semelhantes àqueles previamente publicados por CAREY et al., (1989). Estes autores utilizaram uma metodologia que envolvia um curso de 3 semanas sobre o feitiço de pão. Resumindo, na primeira semana houve exposição teórica sobre o tema (onde se enfatizaram os processos envolvidos na construção de uma teoria) e nas demais os alunos realizaram experiências e foram levados a pensarem criticamente sobre o que estavam fazendo e a razão de estarem fazendo uma dada experiência. Os resultados demonstraram que o curso melhorou a concepção acerca da natureza do conhecimento científico, avaliada através de entrevistas (CAREY et al., 1989).

Durante a realização dos cursos experimentais relativos a este artigo, os aprendizes foram constantemente questionados sobre o que eles queriam com uma dada experiência e o que os levou a realizá-las. Portanto, do mesmo modo que o trabalho de CAREY et al., (1989), os aprendizes dos cursos baseados na resolução de problemas eram levados a pensar de forma crítica sobre os seus atos.

Uma melhor concepção sobre o conhecimento científico por parte dos professores pode significar uma melhora no ensino de ciências, uma vez que os professores são os mediadores do currículo e, certamente, aqueles professores com boa concepção a respeito do conhecimento científico estarão mais aptos a ensinar isto aos alunos. Esta afirmação recebe suporte do estudo de YAGER (1966), que mostrou que a concepção acerca da natureza do conhecimento científico é afetada pela variável professor (para revisão ver LEDERMAN, 1992). Em conclusão os resultados do presente trabalho sugerem que os professores de ciência possuem deficiências consideráveis no que diz respeito ao entendimento da natureza do conhecimento científico e que seria necessário ampliar e reformular o programa PRÓ-CIÊNCIAS, uma vez que a ênfase do programa nacional é no sentido de se prestigiar mais os métodos de ensino do que simplesmente o conteúdo.

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi realizado dentro do programa FAPERGS/PRÓ-CIÊNCIAS/ CAPES (Editais 05/96 e 11/96). Os autores agradecem a participação da bolsista de Iniciação Científica Marisa Beque na análise dos questionários dos professores e alunos.

TABELA 2 – Concepção acerca da natureza do conhecimento científico de professores e alunos do ensino de Santa Maria e região.

Sub-escalas	Alunos		Professores	
	Antes	Depois	Antes	Depois
Amoral	25,0±0,5	25,1±0,5	24,6±0,8	26,3±0,8*
Criativo	25,8±0,8	27,3±0,7*	26,4±0,8	29,7±0,6*
Evolutivo	27,6±0,5	28,4±0,5	29,6±0,5	30,3±0,7
Parcimonioso	23,6±0,5	24,0±0,6	25,7±0,7	25,4±0,5
Experimental	28,6±0,4	30,2±0,6	31,0±0,5	31,6±0,5
Unificado	29,7±0,7	30,7±0,6	31,0±0,6	31,6±0,9
Total	160,4±1,5	165,7±1,9*	168,2±2,1	175,3±1,9*

Os dados foram analisados por uma MANOVA (2 categorias: professor ou aluno x 6 sub-escalas x 2 medidas) e os resultados revelaram um efeito significativo da categoria e uma interação significativa entre sub-escalas e medidas. * Indica uma diferença significativa em relação ao pré-teste. Os valores expressos representam média ± desvio padrão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Astolfi, J.P. e Develay, M. (1990). A didática das ciências. Papirus Editora, Campinas, SP. Brasil.
- Backer, D.R. (1991). A summary of research in science education – 1989. *Science Education*, 75, 255- 401.
- Beltran, N. O. e Ciscato, C. A. M. (1991). Química. Coleção Magistério 2^o Grau –Série Formação Geral. Cortez Editora.
- Carey, S., Evans, R., Honda, M. Jay, E. & Unger, C. (1989). An experiment is when you try it and see if works: A study of grade 7 students' understanding of the construction of scientific knowledge. *International Journal of Science Education*, 11, 514-529.
- de Meis, L., Machado, R. C. P., Lessa, F. & Rumjanek, V. M. B. D. (1991). Science and industry in developed and developing countries. *Ciência e Cultura*, 43, 278-283.
- de Meis, L., Machado, R. C. P., Lustosa, P., Soares, V. R., Caldeira, M. T. & Fonseca, L. (1993). The stereotyped image of the scientist among students of different countries: Evoking the alchemist? *Biochemical Education*, 21, 75-81.
- Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (4), 331-359.
- Miller, P. E. (1963). A comparison of the abilities of secondary teachers and students of biology to understand science. *Iowa Academy of Science*, 70, 510-513.
- Model, H. I. e Michael, J. A. (1993). Promoting active learning in the life science class-room: Defining the issues. *Annals of New York Academy of Science*, 701, 1-7.

- Pessoa, O. F., Gevertz, R. & Silva, A.G.(1979). A degradação do conhecimento. Como ensinar ciências. São Paulo. Nacional. Cap. 3:49-66.
- Rodrigues, P. S. e de Meis, L. (1994). The challenge of science education in developed and developing countries. 20th Century Science beyond the Metropolis. ORSTOM Conference, Paris, September 19-23.
- Rodrigues, P. S., Souza, D. O. , Rocha, J. B. T. , Fonseca, L. G. , de Meis, L. (1994). Students' and teachers' conception of the nature of science. XXIII Reunião Anual da SBBq, pg 104.
- Rubba, P. A . e Andersen, H. O. (1978). Development of an instrument to asses secondary students understanding of the nature of scientific knowledge. Science Education, 62,449-458.
- Smith, C. A., Powell, S. C. & Wood, E. J. (1995). Problem-based learning and problem-solving skills. Biochemical Education, 23. 149-152.
- Schimidt, C. A. (1967). Test on understanding science: A comparison among school groups. Journal of Research in Science Teaching, 5, 365-366.
- Volpe, E. P. (1984). The shame of science education. In: Science as a Way of Knowing I –Evolutionary Biology. American Zoologist, 24 (2), 433-442.
- Yager, R.G.(1966). Teacher effects upon the outcomes of science instruction. Journal of Research in Science Teaching, 4, 236-242.