

Mudanças de concepções atitudinais sobre a natureza da ciência e tecnologia em estudantes da escola básica após intervenção didática

Changes over nature concepts attitudinal nature of science and technology in primary school students after didactic intervention

Ricardo Pereira Sepini¹
Ángel Vázquez Alonso²
Maria Delourdes Maciel³

Resumo

Esta investigação envolveu problemas relacionados ao ensinar com qualidade temas da Natureza da Ciência e Tecnologia (NdC&T) relacionados com validação do seu conhecimento e como funciona no mundo atual. O objetivo foi mostrar a possibilidade de ensinar e avaliar questões e aspectos inovadores da compreensão da NdC&T a partir de uma intervenção didática realizada em sala de aula com auxílio de uma Sequência de Ensino-Aprendizagem (SEA). O desenho metodológico foi uma intervenção-experimental, pois reúne etapas de pré-teste - intervenção didática - pós-teste, com um grupo experimental e grupo controle. Foram sujeitos da pesquisa estudantes da Escola Básica de uma cidade localizada no Sul do Estado de Minas Gerais. Entre os resultados verifica-se uma melhora expressiva do pré-teste para o pós-teste com o grupo experimental, e uma modesta melhora com o grupo controle. Como contribuição essa pesquisa inclui a própria SEA e os instrumentos de avaliação, sendo que se pode constatar sua funcionalidade, tornando-se transferíveis para ensino de Ciências. Concluímos que através da atividade desenhada, realizada e avaliada em sala de aula, possibilitou aos estudantes alcançar uma melhora nas concepções atitudinais acerca da NdC&T.

Palavras-chave: Ensino de Ciências, Sequência de Ensino e Aprendizagem, Natureza da Ciência e da Tecnologia.

Abstract

This investigation involved quality teaching of issues the Nature of Science and Technology (NS&T) related to the validation of knowledge and how it works in today's world. The goal was to show the possibility to teach and assess issues and innovative ways of understanding the NS&T from a didactic intervention performed in the classroom with the help of a Teaching Learning Sequence (TLS). The study design was an experimental intervention, which gathers pretest - didactic intervention - posttest steps, with an experimental group and a control group. Research subjects were students of High-School in a city located in the southern state of Minas Gerais. Among the results there is a significant improvement from pretest to posttest in the experimental group, and a modest improvement in the control group. The contributions of this research also includes the TLS itself and the assessment instruments, and its functionality that makes them transferable to teaching science. We conclude that through the activity designed, conducted and evaluated in the classroom students achieved an improvement in attitudinal conceptions of NS&T.

Key-words: Science Teaching, Teaching and Learning Sequence, Nature of Science and Technology.

¹ Universidade Cruzeiro do Sul – São Paulo/Brasil | ricardopsepini@gmail.com

² Universidad de las Islas Baleares – Palma de Mallorca/Espanha | angel.vazquez@uib.es

³ Universidade Cruzeiro do Sul – São Paulo/Brasil | maria.maciel@cruzeirodosul.edu.br

Introdução

Segundo Teixeira (2007), apesar dos avanços na área da educação o ensino de Ciências continua se caracterizando pela valorização excessiva da aula expositiva, da transmissão-recepção e de exercícios de fixação, mais do que apropriação de conhecimento. Talvez a manutenção dessa postura se deva ao fato de os professores sentirem-se mais seguros seguindo as orientações dos livros do que inovando, o que demonstra sua dificuldade em aproximar teoria e prática nas situações reais de trabalho e dificulta o ensino e a aprendizagem dos futuros cidadãos com uma perspectiva de alfabetização científica. Essa insegurança está ligada diretamente à falta de materiais didáticos adequados e de fácil interpretação. Tais materiais, quando bem utilizados pelos professores em sala de aula, contribuem para levar o aluno a compreender melhor a realidade que o cerca e, ao mesmo tempo, aguçar sua curiosidade e interesse em aprimorar sua aprendizagem.

A aprendizagem como parte do processo mais amplo da educação não pode ser unidirecional no sentido do educador, deve transitar em ambos os sentidos, dialeticamente, de tal modo que o educador, além de ensinar, passa a aprender e o educando, além de aprender, passa a ensinar (FREIRE, 1976 *apud* BECKER, 2010). Souza (2003) descreve que a aprendizagem é um processo natural inerente à condição do ser vivo e à sua necessidade de sobrevivência; que é através da interação com o ambiente que os organismos processam respostas adequadas às respostas decodificadas. Nesse sentido, a interação com o enfoque Natureza da Ciência e da Tecnologia (NdC&T) é uma das formas de propiciar a aprendizagem funcional dos sujeitos.

A NdC&T inclui a natureza do conhecimento e toda uma variedade de relações mutuas entre a sociedade e o sistema de Ciência e Tecnologia (C&T), o qual inclui os impactos de C&T sobre o meio ambiente e as relações da C&T com o sistema educativo, ou seja, a educação científica e tecnológica que a sociedade projeta para seus cidadãos nas escolas. Assim, fica claro que a NdC&T é um componente essencial da alfabetização científica (AC), pois visa melhorar a compreensão geral de C&T como forma de conhecimento, permitindo uma coincidência de relações Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e favorecendo a informação geral do cidadão como consumidor de C&T e a tomada de decisões sobre questões sociais de C&T no seu cotidiano.

A literatura referente à NdC&T apresenta diversas visões sobre o que se deve considerar como enfoque nesta temática, destacando distintos aspectos implicados nela mesma. A NdC&T é um embrião fecundo, originário dos estudos CTS, e que vem ganhando cada vez mais força no contexto educacional. Sabemos que a C&T tem uma presença ubíqua, notória e significativa nas mais diversas áreas da sociedade. Em consequência, é uma necessidade categórica na educação atual para que os cidadãos e cidadãs alcancem uma compreensão básica sobre C&T, a qual deverá ser útil para a tomada de decisões e a participação dos mesmos nas mais diversas situações, nas trajetórias futuras, pessoais, acadêmicas e/ou profissionais, relacionadas com C&T (VÁZQUEZ-ALONSO; MANASSEROMAS, 2012). Hicks e Holden (1995), assinalam para que estudantes cheguem a ser cidadãos e cidadãs responsáveis, é preciso que sejam proporcionadas ocasiões para que eles venham a ver e analisar os problemas globais que caracterizam essa situação de emergência planetária, e ao mesmo tempo, considerar possíveis soluções para eles.

Para que alcancemos os mais diversos objetivos de melhoria do Ensino de Ciências, este não pode centrar-se no mero conhecimento científico e tecnológico; deve apresentar

um enfoque mais holístico e com autêntica relevância social, incluindo os valores éticos e democráticos que se põem em jogo quando C&T intervêm na sociedade (HOLBROOK, 2000 *apud* VÁZQUEZ-ALONSO; MANASSERO-MAS, 2012). O autor completa dizendo que este enfoque holístico, a relevância social, os valores éticos e democráticos, nos apresentam a idéia de uma ciência para todos, onde se pretende um ensino de ciências escolar que não exclua nada, afrontando e buscando um equilíbrio entre inclusão e relevância para todos os estudantes.

A integração de C&T hoje vem crescendo; o progresso da ciência é baseada na tecnologia e a tecnologia cada vez mais se baseia em ciência; também a ciência e a tecnologia se misturam na vida diária, devido a sua incorporação às atividades industriais, sociais, educacionais, etc. Devido a isso, se faz difícil hoje classificar um trabalho como puramente científico ou puramente tecnológico e os especialistas falam sobre a tecnociência (ECHEVERRÍA, 2010). Sendo essencial para uma adequada alfabetização científica e tecnológica de todas as pessoas uma orientação que busque superar a suposta e empobrecedora confrontação, amplamente aceita, entre cultura humanística e tecnocientífica, e contribuir para uma melhor C&T como atividades abertas e criativas, socialmente contextualizadas.

Conforme Acevedo-Díaz *et al.* (2005), têm-se relatado resultados positivos quando se usam atividades baseadas em pesquisas científicas, na história e na filosofia da ciência contextualizadas e com um enfoque CTS, sendo capazes de relacionar o mundo real e cotidiano dos alunos (p. ex. atividade realizada nesta pesquisa). Como sabemos, a ciência evolui e com ela evoluem os mais diversos setores da sociedade, independente de seu compasso, pondo em causa as suas verdades de ontem. É do Ensino de Ciências, apoiado na NdC&T, procurar respostas para os seus problemas, mas queremos, sobretudo, salientar que é também da NdC&T procurar problemas para as respostas que já se tem.

A aprendizagem sobre a NdC&T tem permitido aos estudantes compreender o funcionamento da ciência e da comunidade científica; conhecer como se constrói e se valida o conhecimento científico; ser consciente dos valores implicados nas atividades científicas e entender as relações que existem entre CTS (CAAMAÑO, 2012). O Ensino da NdC&T aparece cada vez mais associado à alfabetização científica e tecnológica de todas as pessoas.

Na atualidade temos presenciado o descompasso do ensino de Ciências por estar focado numa educação enciclopédia, memorizando fatos e não buscando estimular nos estudantes o pensamento científico, dificultando assim, a formação de conceitos adequados acerca da NdC&T. Pois, esse ensino é fragmentado, não permitindo aos estudantes construir significado do conhecimento biológico, isso contribui para a existência de uma área de conhecimento onde os conceitos são poucos compreendidos e inteligíveis (EL-HANI, 2002). Além da educação enciclopédia, outro problema enfrentado pelos professores é a falta de material pedagógico adequado que traga condições de pensamento: leitura e interpretação pelos estudantes para se debater questões acerca da NdC&T em sala de aula.

Assim, visando amenizar as lacunas existentes no ensino de Ciências, foi objetivo deste estudo mostrar a possibilidade de ensinar com qualidade os aspectos inovadores para a compreensão da NdC&T em estudantes da escola básica, a partir de uma intervenção didática realizada em sala de aula com auxílio de uma Sequência de Ensino-Aprendizagem (SEA).

Metodologia de Investigação

A investigação se ajusta a um desenho de pré-teste e pós-teste com o grupo controle e experimental. E uma intervenção didática com a utilização da SEA realizada com o grupo experimental. Os sujeitos desta pesquisa são estudantes do último ano de Ensino Médio de uma Escola Estadual localizada no Sul do estado de Minas Gerais. Na escola há quatro salas do último ano do Ensino Médio, para a escolha das salas participantes desta pesquisa foi realizado um sorteio aleatório entre as salas, ficando a sala A como grupo controle e a sala C como grupo experimental. Participaram 58 estudantes, sendo 16 homens e 42 mulheres. O grupo controle, sala A, formada por 33 estudantes, sendo 12 homens e 21 mulheres, faixa etária de 16 a 19 anos. Já o grupo experimental, sala C, formada por 25 estudantes, sendo 4 homens e 21 mulheres, faixa etária de 16 a 18 anos. O primeiro autor deste trabalho atuou como aplicador do questionário pré-teste, pós-teste e da SEA com o grupo experimental.

Os instrumentos empregados nesta pesquisa foram a SEA sobre a origem da vida, como recurso para a intervenção didática, e os instrumentos de avaliação. O instrumento de intervenção didática foi uma SEA intitulada "Os cientistas constroem explicações: o caso de onde surgem os seres vivos", proposta pelos pesquisadores Vázquez-Alonso e Manassero-Mas (2011), a qual traz a história da descoberta pelo biogenista Francesco Redi (1626-1691) sobre a Biogênese (Anexo A). Esta SEA está centrada nas implicações relacionadas com a sociologia interna da ciência para a construção social do conhecimento científico, levando em consideração a influência dos fatores pessoais e profissionais dos cientistas (concorrência, raciocínio, criatividade, etc.) com o conhecimento que produzem, e as divergências entre eles (disputas) como fonte de melhoria do conhecimento científico e a influência da sociedade sobre as tecnologias e as explorações destes conhecimentos.

O instrumento de avaliação foi aplicado para medir a eficácia da SEA para melhorar a compreensão dos estudantes sobre NdC&T nos aspectos qualitativos e quantitativos. Devido à limitação de espaço, neste artigo apresentamos somente os resultados quantitativos obtidos mediante a aplicação do questionário de papel e lápis formado por sete questões (Quadro 1) que foi utilizado no pré-teste e no pós-teste, sendo essas questões extraídas do Questionário de opiniões sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade (COCTS). O COCTS é um banco que contém cem questões desenvolvidas empiricamente de opiniões múltiplas abrangendo uma grande quantidade de temas sobre a NdC&T (MANASSERO-MAS, 2010; VÁZQUEZ-ALONSO; MANASSERO-MAS; BENNÀSSAR-ROIG, 2014).

Durante os últimos anos, o COCTS vem sendo aplicado para melhorar psicometricamente, criando um novo modelo de respostas múltiplas, mais informativo e profundo, junto com uma métrica de índices estandarizados que permitem o uso de uma estatística inferencial com os dados (VÁZQUEZ-ALONSO, MANASSERO-MAS, 2014; VÁZQUEZ-ALONSO et al. 2014). As sete questões do COCTS selecionadas para verificação da eficácia da SEA são aquelas que apresentam uma relação com o papel da origem da vida e com ciência, tecnologia e com a sociedade e avaliam os conteúdos e objetivos da SEA. Todas as questões não são exatamente iguais e as razões expostas nas frases de cada questão apresentam valores distintos.

Quadro 1 – Questões do COCTS aplicadas para avaliar o impacto da SEA, como pré e pós-teste.

Questões	Temas	Sub-tema	Enunciado da questão
10113	Ciência e Tecnologia	Ciência	O processo da ciência é mais bem descrito como...:
60211	Característica dos cientistas	Motivações	O melhor cientista é sempre aquele que possui a mente aberta, imparcial e é objetivo em seu trabalho. Essas características pessoais são necessárias para fazer uma ciência melhor.
60221	Característica dos cientistas	Valores e normas	Certas características pessoais podem ser importantes na ciência (por exemplo, ter a mente aberta, lógica, objetiva, imparcial). Os cientistas têm essas características, não somente em seu trabalho, mas também em sua vida familiar.
70221	Construção social do conhecimento científico	Decisões científicas	Quando se propõe uma nova teoria científica, os cientistas devem decidir se a aceitam, ou não. Sua decisão é baseada objetivamente sobre os fatos que defendem a teoria, não sendo influenciados por sentimentos subjetivos ou motivações.
70611	Construção social do conhecimento científico	Influência dos indivíduos	Com o mesmo conhecimento básico, dois cientistas podem desenvolver a mesma teoria independentemente um do outro.
70621	Construção social do conhecimento científico	Influência dos indivíduos	Alguns cientistas brilhantes, como Einstein, tem uma maneira única e pessoal de ver as coisas. Estes pontos de vista criativos determinam como outros cientistas interpretam as coisas no mesmo campo.
90621	Natureza do conhecimento científico	Aproximação para as investigações	Os melhores cientistas são aqueles que seguem os passos do método científico.

Fonte: VÁZQUEZ–ALONSO et al., 2014.

No quadro 2, apresentamos uma das questões utilizadas na pesquisa e a sua classificação (feita por especialistas) das respostas em categorias (Adequadas, Plausíveis e Ingênuas), sendo que as classificações não foram apresentadas aos estudantes na aplicação do questionário.

Quadro 2 - Questão do questionário COCTS e respectiva categoria

10.113- O processo da ciência é melhor descrito como...:

- A. Tudo o que fazemos para entender o mundo ao nosso redor. Plausível
- B. O método científico. Ingênuo
- C. Descobrir a ordem que existe na natureza. Plausível
- D. O uso da tecnologia para desvendar os segredos da natureza. Ingênuo
- E. A aplicação de métodos qualitativos e quantitativos para entender o universo. Plausível
- F. Observar e propor explicações sobre relacionamento no universo, e verificar a validade das explicações. Adequada

Fonte: SEPINI, MACIEL, 2014.

A métrica desenvolvida para o COCTS oferece medidas de índices atitudinais no intervalo de [-1, +1], muito usado nas investigações sociais sobre atitudes, com uma parte positiva e outra negativa, que refletem intuitivamente em ambos os aspectos, positivos e negativos, das atitudes (VÁZQUEZ-ALONSO; MANASSERO-MAS; ACEVEDO-DÍAZ, 2006). As respostas das atitudes em escala de índices atitudinais requerem uma transformação de pontuação direta emitida pelos respondentes, quantificadas como grau de acordo em uma escala de Likert de 9 pontos (1 a 9). Esta transformação aplica dois critérios universais (a distância da pontuação direta e a pontuação ideal de cada frase, que depende da categoria das frases) e um critério local, a categoria de cada frase (MANASSERO-MAS, 2010).

O estudante valora as frases de 1 a 9, sendo de 1 a 4 (desacordo), 5 (indeciso), 6 a 9 (acordo). A métrica transforma os valores diretos em um índice padronizado e normalizado no intervalo [-1, +1]. Este índice é calculado a partir da valorização direta, e tendo em conta

a escala de cada frase em uma das três categorias (adequado, plausíveis ou ingênua), anteriormente realizado por um painel de jurados especialistas, ou seja, quanto positivo ou próximo do valor máximo (+1), a crença é considerada mais apropriada, e quanto mais negativo e próximo do valor negativa (-1) esta crença é considerada ingênua (MANASSERO-MAS, 2010), conforme apresentado na tabela 1.

Tabela 1 - Correspondência entre a pontuação das respostas e o índice atitudinal normalizado

Pontuação Direta das Respostas									
Grau de acordo	Nulo	Quase nulo	Baixo	Parcial Baixo	Parcial	Parcial alto	Alto	Quase total	Total
Escala direta	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Índice Atitudinal Normalizado									
Categorias									
Adequada	-1	-0,75	-0,5	-0,25	0	+0,25	+0,5	+0,75	+1
Plausível	-1	-0,25	0,25	+0,5	1	+0,5	0,25	-0,25	-1
Ingênua	+1	+0,75	+0,5	+0,25	0	-0,25	-0,5	-0,75	-1

Fonte: VÁZQUEZ-ALONSO et al., 2014

O processo de implementação da intervenção-experimental aconteceu em três etapas. A primeira foi uma avaliação inicial pré-teste, aplicando o instrumento de avaliação formado pelas sete questões do COCTS ao grupo controle e experimental, ficando essa data intitulada de dia zero. A segunda etapa aconteceu após 45 dias do dia zero, realização da intervenção didática com a aplicação da SEA, ao grupo experimental. A terceira etapa ocorreu após 45 dias da aplicação da intervenção didática, somando 90 dias após a aplicação do pré-teste aos grupos, sendo que nesta etapa pós-teste, foram aplicadas novamente as sete questões do COCTS ao grupo experimental e controle. Os alunos não foram avisados da experiência e os professores não trabalharam em sala de aula com questões relacionadas com a intervenção didática. O tempo de aplicação entre o pré-teste e pós-teste foi longo, acreditamos que essa distância foi de extrema importância para medir efeitos significativos na aprendizagem.

A fim de se obter uma maior efetividade do tratamento dos dados, foram comparados os resultados obtidos pelos estudantes antes e após a intervenção didática com a SEA. Deste modo, os dados gerados pelas respostas dos estudantes foram analisados através do cálculo do Índice Atitudinal Médio (IAM) em cada uma das questões do COCTS tanto no pré-teste quanto no pós-teste.

Resultados

Nesta investigação, visamos mostrar a possibilidade de ensinar com qualidade aspectos inovadores para a compreensão da NdC&T em estudantes da escola básica, a partir de uma intervenção didática realizada em sala de aula com auxílio de uma SEA, na qual, foram medidos através dos instrumentos de avaliação. As análises dos resultados centram-se nos índices de cada uma das sete questões.

Acreditamos que é de extrema importância relatar, ao mesmo tempo em que é difícil de ser analisado, porém significativo, à curiosidade, disposição e o enorme interesse demonstrado pelos estudantes tanto do grupo controle quanto do grupo experimental durante todo o processo realizado na pesquisa. Na figura 1, estão representados os valores do IAM obtidos com o grupo experimental (grupo que sofreu a intervenção didática) no pré-teste e pós-teste cada uma das sete questões do questionário COCTS.

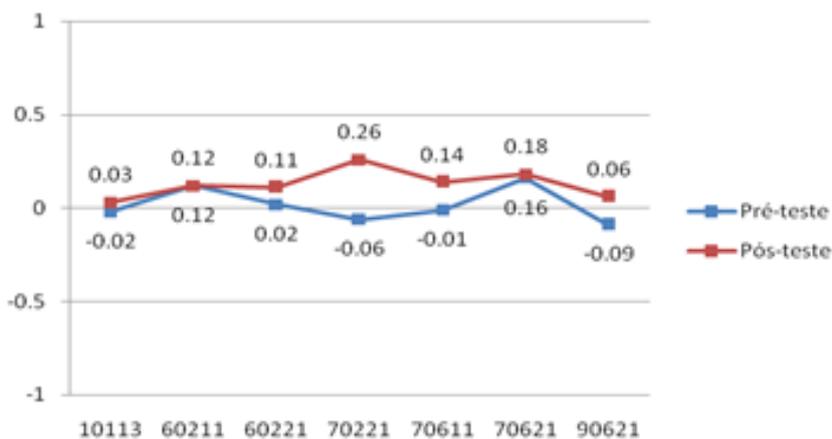


Figura 1 – Resultado do IAM das questões do COCTS aplicado ao grupo experimental, pré-teste e pós-teste.

Os resultados das concepções prévias dos estudantes (representadas na figura 1 pela linha pré-teste) antes da aplicação da SEA mostram pontuações próximas ao ponto zero; quatro questões 10113, 70221, 70611 e 90621 com pontuações negativas, duas questões a 60211 e 70621 com pontuações claramente positivas e uma questão a 60221 positiva, porém bem abaixo das demais. O perfil global inicial dos estudantes, detectados no pré-teste acerca da NdC&T, mostra que esses apresentam concepções atitudinais modesta para a temática.

Os resultados das ideias finais dos estudantes (representadas na figura 1 pela linha pós-teste) depois da aplicação da SEA, mostram um perfil diferente e mais positivo. As quatro questões com pontuações iniciais negativas converteram-se em positivas. Das duas questões positivas no pré-teste, somente a questão 70621 apresentou mudança no pós-teste, e a questão 60211 se manteve positiva sem troca de valores. A questão 60221 também apresentou uma mudança de valor considerável no pós-teste. Após a aplicação da SEA, comparando o pré-teste com o pós-teste, percebe-se que ocorreram mudanças consideráveis no perfil global final dos estudantes do grupo experimental.

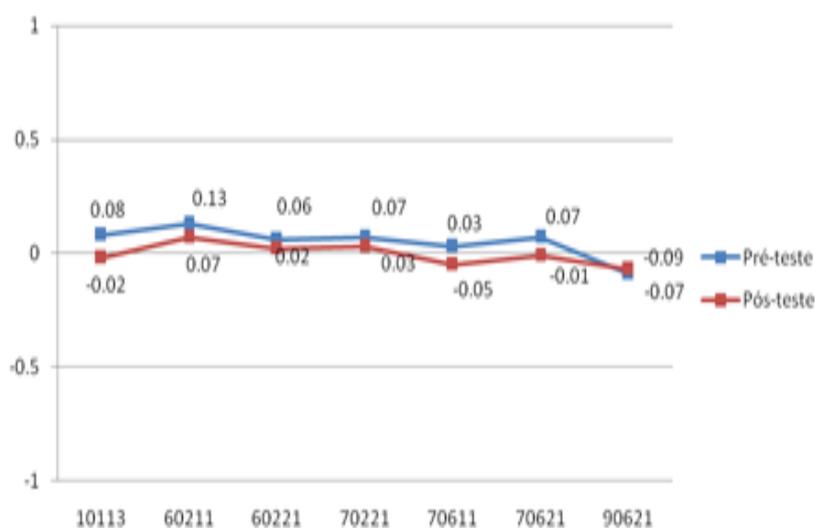


Figura 2 – Resultado do IAM das questões do COCTS aplicado ao grupo controle, pré-teste e pós-teste.

Na figura 2, estão representados os valores do IAM obtidos com o grupo controle (grupo esse que não sofreu a intervenção didática) no pré-teste e pós-teste cada uma das sete questões do questionário COCTS.

Os resultados do IAM dos estudantes do grupo controle (representadas na figura 2 pela linha pré-teste) mostra a questão 90621 com pontuação negativa e as demais seis questões 10113, 60211, 60221, 70221, 70611 e 70621 com pontuações positivas. Ainda que próximo de zero, os estudantes do grupo controle, conforme constatado pelo IAM, apresentaram concepções atitudinais positivas para o enfoque NdC&T em seis questões.

O resultado final dos estudantes do grupo controle depois da aplicação do pós-teste mostra um perfil diferente, porém uma tendência negativa. Das seis questões que estavam positivas no pré-teste, somente três questões (60211, 60221 e 70221) permaneceram positivas, porém com índices abaixo do constatado no pré-teste. As questões 10113, 70611 e 70621 converteram-se em negativas no pós-teste. A questão 90621 apresentou uma pequena melhora, porém permanecendo ainda negativa na aplicação do pós-teste.

Conclusão

Como se pode verificar nos valores do IAM apresentados anteriormente na figura 1 e 2 obtidos no pré-teste e no pós-teste com o grupo controle e experimental, fica evidente que os estudantes do grupo experimental apresentaram mudanças de concepções atitudinais sobre a NdC&T após a realização da intervenção didática com a SEA, apresentando dados mais positivos no pós-teste. Os estudantes do grupo controle, que não foram submetidos à aplicação da intervenção didática com a SEA, não apresentaram melhora nos IAM pelo contrário, apresentam concepções atitudinais deficitárias acerca da NdC&T.

A melhora do grupo experimental para o grupo controle está nitidamente ligada aos processos e meios utilizados atualmente em sala de aula pelos professores, não ocasionando discussões e debates sobre o conteúdo a ser ensinado, ficando sempre preso ao modelo enciclopédico. Precisamos cada vez mais de pesquisas que busquem alternativas de se trabalhar conteúdos de Ciências e que visem fazer o gancho do processo científico histórico, debatendo com os processos da atualidade que são vivenciados pelos estudantes, pois o diferencial destas atividades é que os estudantes têm um papel ativo e reflexivo e o professor adota um papel de motivador e guia, envolvendo os estudantes sempre em um processo de inquérito, o que irá naturalmente melhorar a sua compreensão acerca da NdC&T, ajudando-os a superar alguns equívocos sobre os conceitos apresentados na atualidade.

Retornando ao objetivo desta pesquisa, podemos afirmar que foi alcançado, pois mostramos a possibilidade de ensinar e avaliar questões e aspectos inovadores da compreensão da NdC&T a partir de uma intervenção didática em sala de aula com auxílio da SEA. Ficou evidente nos IAM que uma atividade didática com a utilização desta SEA vem a ser instrumento promissor no Ensino de Ciências, pois é um instrumento de auxílio à alfabetização e letramento científico, sendo que é um conjunto ordenado de atividades, estruturadas e articuladas para a consecução de um objetivo em relação a um conteúdo proposto, que quando didaticamente realizado apresenta resultado concreto de aprendizagem. Concluímos que esta atividade possibilitou aos estudantes alcançar uma mudança nas concepções atitudinais acerca da NdC&T.

Agradecimento

O desenvolvimento deste trabalho foi possível graças ao auxílio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), através do Programa de Suporte à Pós-Graduação de Instituições de Ensino Particulares – PROSUP - (Brasil), e também ao Projeto de Investigação EDU2010-16553 financiado com ajuda do Plano Nacional de I+D do Ministério de Ciência e Inovação (Espanha).

Referências

- ACEVEDO-DÍAZ, J. A.; VÁZQUEZ-ALONSO, A.; PAIXÃO, M. P.; ACEVEDO, P. MANASSERO-MAS, M. A. Mitos da didática das ciências acerca dos motivos para incluir a natureza da ciência no ensino das ciências. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 1, p. 1-15, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v11n1/01.pdf>>. Acesso em: 22 abril 2012.
- BECKER, F. **O caminho da aprendizagem em Jean Piaget e Paulo Freire: da ação à operação**. 3. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010.
- CAAMAÑO, A. La elaboración y evaluación de modelos científicos escolares es una forma excelente de aprender sobre la naturaleza de la ciencia. In: PEDRINACI, E.; CAMAÑO, A.; CAÑAL, P.; PRO, A. **11 ideias clave El desarrollo de la competencia científica**. Barcelona: GRAÓ, 2012, p. 105-126.
- ECHEVERRÍA, J. De la filosofía de la ciencia a la filosofía de la tecnociencia. **Daímon Revista Internacional de Filosofía**, v. 50, p. 31-41, 2010.
- EL-HANI, C. N. Uma ciência da organização viva: organicismo, emergentismo e ensino de biologia. In: SILVA FILHO, Waldomiro et al. (Orgs.). **Epistemologia e ensino de ciências**. Salvador, BA: Arcádia, 2002. p. 199-242.
- HICKS, D.; HOLDEN, C. **Visions of the Future: Why we need to teach for tomorrow**, Stoke-on-Trent, Trentham Books, 1995.
- MANASSERO-MAS, M. A. El proyecto Iberoamericano de evaluación de actitudes relacionadas con la ciencia, la tecnología y la sociedad (PIEARCTS): um estudio de investigación cooperativa. Em: MACIEL, D. M.; AMARAL, C. L. C.; GUAZZELLI, I. R. B. (Eds.), **Ciência, Tecnologia & Sociedade: pesquisa e ensino**. São Paulo: Terracota, 2010, p. 13-42.
- SEPINI, R. P.; MACIEL, M. D. Mudanças conceituais apresentadas por estudantes de graduação após intervenção didática com enfoque na natureza da ciência e tecnologia. **Revista Uni-Pluri/versidad**, v. 14, n. 2, p. 750-756.
- SOUZA, Ó. C. Aprender e ensinar: significados e mediações. In: TEODORO, A.; VASCONCELOS, M. L. **Ensinar e aprender no ensino superior: por uma epistemologia da curiosidade na formação universitária**. 2. ed. São Paulo: Makenzie, 2003.
- TEIXEIRA, S. R. **Competências profissionais do professor de ciências construídas no processo de formação e nas situações de trabalho**. 2007. 169f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2007.
- VÁZQUEZ-ALONSO, A.; MANASSERO-MAS, M. A.; ACEVEDO-DÍAZ, J. A. An Analysis of Complex Multiple-Choice Science-Technology-Society Items: Methodological Development and Preliminary Results. **Science Education**, v. 90, n. 4, p. 681-706, 2006. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sce.20134/pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2013.

VÁZQUEZ-ALONSO, A.; MANASSERO-MAS, M. A. **Enseñanza y aprendizaje sobre la naturaleza de la ciencia y tecnología (eancyt): una investigación experimental y longitudinal**. 2011. Disponível em: <<https://eancyt.libreduca.com/?lang=en>>. Acesso em: 28 jan. 2012.

VÁZQUEZ-ALONSO, A.; MANASSERO-MAS, M. A. La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte1): una revisión de las aportaciones de la investigación didáctica. **Revista Eureka sobre Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, n. 1, p. 2-31, 2012. Disponível em: <http://reuredc.uca.es/index.php/tavira/article/viewFile/137/pdf_82>. Acesso em: 19 dez. 2013.

VÁZQUEZ-ALONSO, A.; MANASSERO-MAS, M. A. Una secuencia de enseñanza-aprendizaje sobre un tema socio-científico: análisis y evaluación de su aplicación en el aula. **Revista Didáctica de la Química**, v. 25, n.1, p. 190-202, 2014. Disponível em: <<http://www.educacionquimica.info/include/downloadfile.php?pdf=pdf1497.pdf&download=1>>. Acesso em: 17 set. 2014.

VÁZQUEZ-ALONSO, Á.; MANASSERO-MAS, M. A.; BENNÀSSAR-ROIG, A. (Comp.) **Secuencias de Enseñanza - Aprendizaje sobre la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología**. Palma de Mallorca, Autor, 2014.

Anexo A

Título: Os Cientistas constroem explicações: o caso de "onde surgem os seres vivos"		
Justificação/Descrição Geral: Os cientistas usam todas as suas capacidades mentais e as ferramentas disponíveis para obter dados sobre os temas que estudam analisar e propor explicações apropriadas, tornando-as válidas após o conhecimento científico, devendo ser comunicada a outros cientistas, que examinam e criticam severamente, e às vezes teimosamente em revistas ou em conferências científicas. O resultado desse complexo processo de depuração é validar e melhorar nosso conhecimento da natureza.		
Relação com o Currículo: Biologia, no currículo brasileiro PCN+ Ensino Médio – “Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias”, Conteúdo Básico Comum (CBC - MG) para o 1º e 3º ano do Ensino Médio contemplam o tema.		
Competência(s) Básica(s): Competência científica, a competência linguística, competência social e cívica.		
Objetivos: Considerar a influência de fatores pessoais de cientistas (concorrência, raciocínio, criatividade, etc.) Com o conhecimento que produzem. Avaliar a forma como o conhecimento científico é gerado a partir dos trabalhos dos cientistas. Avaliar a importância das divergências entre os cientistas (disputas) como fonte de melhoria do conhecimento científico.		
ATIVIDADES (Aluno / Professor)	Metodologia/ Organização	Materiais/ Recursos
Enganchar / Introdução-motivação: Apresentação da SD.	Expositiva	Livre
Extrair / Conhecimentos prévios: Citar alguns exemplos sobre o tema que seja familiar e motivador para os estudantes (sondar os conhecimentos / ideias prévias)	Expositiva	Livre
Desenvolvimento da Atividade		
Explicar / Conteúdos:		
Leitura do texto / Explicar, esclarecer e monitorar. Tabela completa de dados e explicações / Ajudar e monitorar.	Classe Comum	Texto leitura Atividade 1*
Explicar / Procedimentos:		
Cada aluno escolhe uma das três posições; escreve argumento a favor de sua posição e contra as outras / o professor monitora, controla e supervisiona.	Debates Fixação Comum	Atividade 2* Atividade 3* Atividade 4*
Explicar / Atitudes:		
Participação dos estudantes nos debates referentes às atividades realizadas.	Classe	
Explorar / Consolidação:		
Auxiliar no suporte dos resultados das discussões, argumentos e exemplos das atividades.	Classe	
Elaborar Perguntas:		
Examinar		
Instrumentos / Questões do COCTS		
10113 60211 60221 70221 70611 70621 90621	Pré-teste / Pós-teste	COCTS
Estender / Atividades de reforço + Atividade de recuperação:		
Estender / Atividades de ampliação: Descrever sobre um caso científico que os indivíduos conheçam.	Individual	