

ANÁLISE DAS MUDANÇAS DE CONCEPÇÕES ATITUDINAIS IDENTIFICADOS NOS ESTUDANTES A PARTIR DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM ENFOQUE NA NATUREZA DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA¹

Ricardo Pereira Sepini

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

Ángel Vázquez Alonso

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

Maria Delourdes Maciel

Universidade Cruzeiro do Sul – São Paulo/Brasil
maria.maciel@cruzeirosul.edu.br

Resumo

Esta investigação envolveu problemas relacionados ao ensinar com qualidade a Natureza da Ciência e Tecnologia (NdC&T). O objetivo foi mostrar a possibilidade de ensinar e analisar questões e aspectos inovadores da compreensão da NdC&T, tendo como iniciativa uma intervenção didática realizada em sala de aula em um curso de formação de professores com auxílio de uma Sequência de Ensino-Aprendizagem (SEA). A abordagem metodológica foi uma intervenção-experimental, pois reuniu etapas de pré-teste – intervenção didática - pós-teste, com um grupo experimental e grupo controle. Foram participantes da pesquisa estudantes do último ano de graduação (licenciatura) em Ciências Biológicas de uma instituição privada da cidade de São Paulo. Entre os resultados verifica-se uma modesta melhora do pré-teste para o pós-teste com o grupo controle e o grupo experimental uma melhora expressiva, superando o grupo controle. Ademais com esse trabalho foi possível identificar as

¹ 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) Edital: nº 059/2010 - Processo: nº 23038.009770/2010-76 e também ao Projeto de Investigação EDU2010-16553 financiado com ajuda do Plano Nacional de I+D do Ministério de Ciência e Inovação (Espanha).



áreas onde foram produzidas melhoras. Como contribuição essa pesquisa inclui a própria SEA e os instrumentos de avaliação, sendo que pode-se 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: EANC&T; Ensino de Ciências; Sequência de Ensino e Aprendizagem; Natureza da Ciência e da Tecnologia.

Abstract

This investigation involved issues related to teaching quality with the Nature of Science and Technology (NS&T). The goal was to show the ability to teach and analyze issues and innovative ways of understanding the NS&T, with the initiative an educational intervention performed in the classroom on a training course for teachers with the help of a Sequence of Teaching and Learning (STL). The methodological approach was an intervention-experimental, as gathered stages of pre-test - didactic intervention - posttest, with an experimental group and a control group. Students in their final year of undergraduate (bachelor) in Biological Sciences from a private institution in the city of São Paulo were research subjects. Among the results there is a modest significant improvement from pre-test to post-test with control group, but the experimental group than the control group. In addition to this work it was possible to identify areas where improvements were made. As a contribution this research includes the STL own assessment instruments, and its functionality can be seen, making it transferable to teaching science. We conclude that through activity designed, conducted and evaluated in the classroom enabled students to achieve an improvement in attitudinal conceptions of NS&T.

Keywords: Science Teaching; Sequence of Teaching and Learning; Nature of Science and Technology.

Introdução

O Ensino das Ciências é um tema que tem ocupado organizações educacionais por todos os continentes, dada a importância reconhecida nas últimas décadas das aprendizagens em ciências e tecnologias, para o exercício de uma cidadania

informada e ativa sobre questões sociocientíficas (Martins, 2014). A presença e influência da Ciência e da Tecnologia na sociedade contemporânea é inquestionável, e bem perceptível, e se apresenta como um tema importante para não dizer crucial para a melhoria da educação, principalmente o Ensino de Ciências, por contribuir com a formação de educandos capazes de estabelecer criticamente a relação da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) (Silva, Fabro & Duarte, 2014). Em suma, hoje, mais do que nunca, a educação científica e tecnológica se transforma num aspecto decisivo e fundamental para o indivíduo e para a sociedade. Essa educação, através das instituições educacionais e apoiada num professor bem formado (que revele competência no domínio dos conteúdos científicos e visão política) cria as verdadeiras condições para a transformação socioeducacional (Vale, 2002).

Ainda que confirmado o grande potencial da tríade CTS na educação, a partir de inúmeros trabalhos realizados em nível nacional e internacional nas últimas décadas, principalmente quando se trata do tema formação de professores, o Ensino de Ciências ainda continua-se caracterizando pela valorização excessiva da aula expositiva, da transmissão-recepção e de exercícios de fixação, mais do que apropriação de conhecimento (Teixeira, 2007). Para que ocorram mudanças, necessitamos de intervenções didáticas que cada vez mais tragam discussões sociocientíficas na formação destes futuros professores, como por exemplo, História, Filosofia, Sociologia da Ciência, etc, para dentro das instituições de ensino, e que façam conexões com a realidade desses indivíduos, auxiliando também na sua formação como cidadão e cidadã.

Um enfoque na atualidade que visa proporcionar discussões sociocientíficas nos diversos níveis de ensino, a partir de temáticas da História da Ciência, é a Natureza da Ciência e da Tecnologia (NdC&T). A NdC&T é um componente essencial da alfabetização científica (AC), pois visa melhorar a compreensão geral de Ciência e Tecnologia (C&T) como forma de conhecimento, permitindo uma coincidência de relações (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. NdC&T é um conjunto de meta-conhecimentos sobre a C&T que surgem das reflexões interdisciplinares sobre o que é e como funcionam a C&T no mundo (Vázquez-Alonso et al., 2014).

A importância educacional da NdC&T surge da importância da C&T no mundo atual e se justifica por múltiplas razões: cognitivas, utilitárias, democráticas, culturais e



axiológicas. Millar (2006) descreve que a NdC&T é um conceito que define a competência científico-tecnológica que deve proporcionar uma educação de qualidade em C&T no século XXI para todos os cidadãos. Esta competência envolve conhecimentos, processos, pressupostos, valores e atitudes relacionadas com a C&T, além de ser um objetivo inovador no currículo escolar (Jenkins, 1996; Rudolph, 2000).

Nas reformas educacionais empreendidas por muitos países (EUA, Espanha, Canadá, Brasil, etc) desde a última década do século XX, vêm incorporando temas relacionadas a C&T e NdC&T nos currículos escolares como parte da competência ou alfabetização científico-tecnológica. No Brasil, assim como em outros países iberoamericanos, os conteúdos comuns nos currículos das disciplinas de Ciências do Ensino Fundamental, Médio e nos cursos de formação de professores, devem contemplar as competências relacionadas ao conhecimento científico e a interação com o mundo físico, além da competência tecnológica e o tratamento da informação, ou seja, a Ciência deve estar relacionada com o mundo contemporâneo e, mais explicitamente, contemplar conteúdos de NdC&T, auxiliando assim, os cidadãos para uma alfabetização científica.

Existe hoje um consenso cada vez mais amplo sobre a importância do conceito de alfabetização científica no ensino e aprendizagem de ciências. Embora existam diferentes interpretações acerca dos conteúdos relacionados ao conceito de alfabetização científica, há um consenso de que um dos componentes essenciais da alfabetização científica deve ser a compreensão sobre a NdC&T. Um objetivo fundamental da educação científica deveria ser que os estudantes fossem capazes de produzir explicações que pudessem ser julgadas como científicas (Caamaño, 2012). Porém, essa imagem de educação não é real, pois a imagem de C&T transmitida (por omissão ou implicitamente) através da educação em C&T é, principalmente, a visão tendenciosa e mística tradicional (absoluta, racional, objetiva, nomeada, dogmática e livre de interferências externas, culturais, sociais, etc). Esta visão tem incluído uma série de preconceitos e mitos sobre a NdC&T, conforme Vázquez-Alonso (2010) descreve, sendo:

“Infalibilismo; verdade absoluta e incontrovertível; crença empirista: os dados falam por si mesmo (a evidência empírica permite sempre a verificação decisiva de hipóteses); o progresso apenas acumulativo da Ciência; crença e imaginação não atuam em C&T; realismo ingênuo: conceitos, teorias e leis refletem a natureza como ela é; as relações entre Ciência e Tecnologia: Tecnologia como

Ciência aplicada; rol de hipóteses, teorias e leis: a fabula de leis-como-teorias-maduras; qualidade dos cientistas: desinteresse, objetividade, isolamento; valores: comunismo, universalismo, desinteresse, ceticismo organizado; atitude científica tecnocrática: C&T podem resolver todos os problemas; neutralidade: Independência social da Ciência; existe um método científico geral e universal". (p. 56)

Em razão disso, devemos proporcionar ocasiões, principalmente na sua formação, para que os estudantes possam analisar e compreender os intercâmbios entre NdC&T e os mais diversos problemas globais que enfrentamos diariamente. Para que todos os cidadãos consigam enxergar este viés de troca recíproca entre ambos, estudos no campo de Ensino de Ciência com enfoque na NdC&T defendem que a alfabetização em C&T deve-se converter em um objetivo básico e prioritário de uma educação inclusiva e para todos, pois, este é um dos objetivos de muitos currículos de Ciências, que podem ser compreendidos de diversas maneiras, tais como o papel da C&T na tomada de decisões na comunidade, no trabalho, em casa, etc. (Acevedo-Díaz et al., 2005).

O Ensino da NdC&T aparece cada vez mais associado à alfabetização científica e tecnológica de todas as pessoas. As questões da NdC (e da tecnologia) constituem hoje um dos elementos centrais e inovadores da alfabetização científica e tecnológica para todas as pessoas e, portanto, configuram-se como um aspecto essencial do currículo de ciências que inspira a educação científica do presente (Vázquez-Alonso et al., 2008). Como em qualquer aprendizagem o ensino da NdC&T deve avançar das crenças mais simples para as mais complexas, de tal forma que as aparentemente mais simples, acessíveis e menos polêmicas, são necessárias para uma sequência adequada nas diferentes etapas da educação científica dos estudantes mais jovens, pois, além da coerência nas finalidades educacionais, a adaptação para o contexto também implica que os conteúdos da NdC (e das tecnologias) devem possuir uma série de características comuns, tais como viabilidade, utilidade, gradação, exclusividade, etc (Vázquez-Alonso et al., 2008).

Como consequência desta complexidade, o conhecimento sobre os conteúdos de NdC&T também é um tipo de conhecimento mais complexo que a simples aprendizagem de feitos, conceitos e teorias, pois, a denominação ideias sobre a ciência enfatiza o conteúdo de cognição, enquanto que outras denominações como opiniões ou crenças ressaltam sua característica de mudança, atitude, opinião e



dialética (Manassero-Mas, 2010).

Em nosso caso, neste trabalho, preferimos a denominação de atitudes. A atitude apresenta um componente cognitivo (conhecimentos básicos sobre cada tema), outro componente de avaliação afetiva (agrado-desagrado, acordo-desacordo com o tema) e um componente de conduta, como disposição a atuar o a tomar decisões sobre o tema, oferecendo também, uma ideia mais precisa e certa de que muitas vezes não são resultados de uma educação, sendo que se trata de disposições prévias, criadas implicitamente, na maioria das vezes, a partir de conhecimentos e experiências formais (Manassero-Mas, 2010).

Um bom conhecimento de NdC&T é absolutamente necessário, porém insuficiente para garantir um ensino adequado. Os conteúdos de NdC (e da tecnologia) da forma como são apresentados em aula, muitas vezes integrado em diferentes temas de ciências, poderia ser a explicação sobre como esse ensino e estes conteúdos influenciam as crenças dos professores sobre a NdC e seu ensino, pois um ensino de NdC mais eficaz requer que os professores se sintam cómodos com o discurso sobre a NdC, adquirindo, assim, possibilidades de discussões sociocientíficas e capacidade para ensinar e querer fazer (Acevedo-Díaz, 2010).

Questões sociocientíficas são consideravelmente diferentes do tipo de problema geralmente abordados nas aulas de ciências. Nas aulas tradicionais de ciências os problemas têm um âmbito bem delimitado e são acionados por conhecimentos disciplinar e objetivos, que se traduzem em uma única resposta de tipo certo ou errado. Os problemas sociocientíficos, ao contrário, são pouco delimitados, multidisciplinares, e carregados de valores (Carnio & Carvalho, 2014).

O estudo do impacto das questões sociocientíficas nas concepções dos cidadãos acerca da natureza da ciência e da tecnologia torna-se especialmente importante e relevante no que respeita aos professores de ciências, dadas as eventuais repercussões nas suas práticas de sala de aula e nas concepções dos seus alunos acerca do que é a ciência. Parte-se do princípio que os professores – através das ideias que veiculam, das estratégias que implementam e da forma como abordam estas controvérsias nas aulas – podem ter um impacto considerável nas concepções que os seus alunos constroem acerca da ciência (Reis, 2004).

Para que ocorram discussões sociocientíficas em sala de aula, Vale (2002) descreve que o educador científico deve ser juntamente aquele docente que estimule a curiosidade e o espírito perquiridor do estudante levando-o a observar a realidade

concreta no mundo deixando o estudante realizar tateios experimentais no processo de descoberta e construção de relações significativas entre os fenômenos. Para Pozo e Crespo (2009), o que é possível fazer é formar futuros cidadãos para que eles sejam mais flexíveis, eficientes e autônomos, dotando-se de capacidades de aprendizagem e não só de conhecimentos ou saberes específicos, que geralmente são menos duradouros.

Sobre intervenções didáticas que tragam a história da Ciência para a sala de aula, Bastos (2002) descreve que tópicos desta magnitude podem vir a ser um ótimo lugar para que os professores busquem inspirações para definir conteúdos essenciais, sequências de conteúdo, atividades de ensino (incluindo aulas práticas), exemplos, perguntas e problemas a serem estudados pelos estudantes. O autor enfatiza que a utilização da história da Ciência pode ser usada como fonte de inspiração para a definição de atividades de ensino. Como exemplo bem sucedido da utilização da história da Ciência através de Sequência de Ensino Aprendizagem (SEA), podemos citar Solomon et al. (1992), que em um de seus trabalhos, afirmaram que materiais que trazem para o ensino tópicos da história da ciência, apesar de apresentam lacunas, são uma valiosa contribuição para a compreensão que os estudantes têm da natureza da ciência.

Acevedo-Díaz et al. (2005), relatam 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). Bastos (2002), descreve que um dos caminhos que têm sido enfatizado para a melhoria do Ensino de Ciências é o uso da História da Ciência em basicamente duas circunstâncias: primeiro como conteúdo de ensino em si mesma, e segundo como fonte de inspiração para a definição de conteúdo e para a proposição de estratégias de ensino.

Nesse sentido, a Natureza da Ciência e da Tecnologia (NdC&T) trabalhada em instituições educacionais a partir de SEA vem a ser uma das formas de propiciar a aprendizagem dos sujeitos, além de ser uma das temáticas que podem vir a auxiliar na formação de futuros professores, pois acerca das duas circunstâncias descritas por Bastos anteriormente, este trabalho vai ao encontro com o autor, pois, apresenta o ensino da história da ciência em si mesma e, é uma fonte de inspiração na proposição da estratégia de ensino, além de trazer o conteúdo histórico da ciência para os dias atuais.



A utilização de SEA com enfoque na NdC&T, visa proporcionar uma manutenção de postura dos professores em sala de aula, deixando de lado o ensino enciclopédico, fazendo com que sintam-se mais seguros na sua regência em classe, ocasionado uma inovação e uma melhor aproximação entre a teoria e a prática nas situações reais de trabalho e propiciando um ensino e uma aprendizagem os futuros professores e cidadãos. Materiais que tragam o enfoque NdC&T, quando bem utilizados pelos professores em sala de aula, contribuem para levar o estudante a compreender melhor a realidade que o cerca e, ao mesmo tempo, aguçar sua curiosidade e interesse em aprimorar sua aprendizagem (Sepini, 2014).

Temos presenciado na atualidade 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 acerca da NdC&T. A manutenção deste descompasso, vêm afirmando que o ensino é fragmentado, não permitindo aos estudantes construir significado do conhecimento biológico, contribuindo 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 leitura e interpretação pelos estudantes para se debater questões acerca da NdC&T em sala de aula.

Assim, visando amenizar as lacunas existentes na formação de professores, foi objetivo deste estudo mostrar e analisar as possibilidades de ensinar com qualidade os aspectos inovadores para a compreensão da NdC&T em estudantes de graduação, 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 é uma intervenção-experimental, e ajusta a um desenho de pré-teste e pós-teste com um grupo controle e outro experimental. É uma intervenção didática com a utilização de uma SEA realizada com o grupo experimental, sendo essa realizada entre as duas avaliações (pré e pós-teste).

Participantes

Os participantes desta pesquisa são estudantes do último ano de Graduação (licenciatura) em Ciências Biológicas de uma instituição privada do estado de São

Paulo. Participaram 39 estudantes, sendo 8 homens e 31 mulheres. O grupo controle, formado por 29 estudantes, sendo 3 homens e 26 mulheres, faixa etária de 19 a 44 anos. Já o grupo experimental, formada por 10 estudantes, sendo 5 homens e 5 mulheres, faixa etária de 20 a 40 anos. O primeiro autor deste trabalho atuou como aplicador do questionário pré-teste, pós-teste e da SEA com o grupo experimental.

Instrumentos

Os instrumentos empregados nesta pesquisa foram a SEA sobre a origem da vida, como 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). A 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 aplicado para medir a eficácia da SEA para melhorar a compreensão dos estudantes sobre NdC&T são qualitativos e quantitativos. Neste estudo apresentamos somente os resultados quantitativos obtidos mediante a aplicação do questionário de papel e lápis formado por sete questões (Tabela 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).

Durante os últimos 30 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 (Bennássar et al., 2010, Vázquez-Alonso, Manassero-Mas & Acevedo-Díaz, 2006, Vázquez-Alonso & Manassero-Mas, 2014). As sete questões do COCTS selecionadas para a 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.

Tabela 1 – Questões do COCTS aplicados 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.

Na tabela 2, apresentamos uma das questões utilizadas na pesquisa e a sua classificação, a direita (feita por especialistas) das respostas em categorias (Adequadas, Plausíveis e Ingênuas), sendo que, as classificações não foram apresentadas aos estudantes na aplicação do questionário.

Tabela 2 – Questão 10113 do questionário COCTS e respectivas categorias.

<i>O processo da ciência é melhor descrito como...:</i>		
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

O estudante valora as frases de 1 a 9, sendo que, de 1 a 4 (desacordo), 5 (indeciso), 6 a 9 (acordo). 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 ingênuo), 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 ingênuo (Manassero-Mas, 2010).



Procedimento

O processo de implementação da intervenção-experimental é composto de três etapas. A primeira vem a ser 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 acontece após 45 dias do dia zero, realização da intervenção didática com a aplicação da SEA, ao grupo experimental, resultando em 1 encontro de 3 horas e 30 minutos. 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 intervenção de ambas as etapas e os professores não trabalharam em sala de aula com questões relacionadas a temática. O tempo de aplicação entre o pré-teste e pós-teste foi longo, acreditamos que essa distância foi de extrema importância para analisarmos as mudanças de atitudes significativas na aprendizagem.

Acreditamos que para se conseguir uma maior efetividade do tratamento dos dados, devesse comparar os resultados que obtiveram os estudantes antes e após a intervenção didática com a SEA. Conforme descreve Bennassar et al. (2010), que a eficácia do tratamento se valoriza comparando os resultados da avaliação inicial, final (comparando as pontuações que obtiveram os estudantes antes e depois da aplicação da SEA) e o grupo controle, mediante instrumentos e procedimentos de avaliação padronizado. O critério para delimitar as diferenças mais significativas entre os índices e grupos se embasa no processo estatístico conhecido por tamanho do efeito das diferenças, que quantifica a magnitude da diferença entre duas pontuações em unidades de desvio padrão (Vázquez-Alonso et al., 2014). 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

O objetivo desta investigação é analisar as mudanças de concepções atitudinais na compreensão da NdC&T dos estudantes de graduação. A análise dos resultados centrar-se nos índices das classificações das frases (adequada, plausível e ingênua) e nos índices médios ponderados para cada uma das sete questões, que representam a

avaliação mais global sobre cada um dos quatro temas avaliados.

Grupo Experimental: resultado das questões e das categorias das frases

A imagem 1 apresentamos os índices atitudinais das sete questões do grupo experimental (os estudantes que receberam a intervenção didática sobre a NdC&T - De onde surgem os serem vivos), antes e depois da intervenção didática com a SEA.

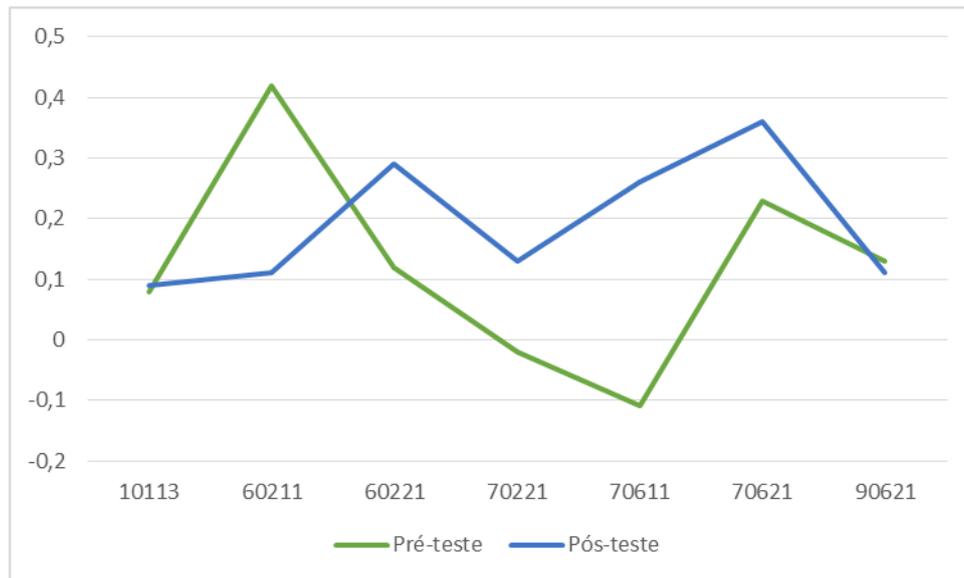


Imagem 1 – Índices atitudinal médio das questões obtidas pelo grupo experimental no pré-teste e pós-teste.

Os resultados apresentados pelos estudantes no pré-teste (linha verde) antes da aplicação da SEA mostra dois temas com índice atitudinal negativo, que representam ideias prévias desinformadas sobre a temática (70221 e 70611 Construção social do conhecimento científico) e outras duas questões com índices atitudinal médio claramente positivo (60211 - Característica dos cientistas e 70621 - Construção social do conhecimento científico). As demais questões apresentam índices atitudinal médio positivo. Nesta primeira análise global fica evidente que os estudantes apresentam dois temas como ponto forte, um tema mais negativo e as demais com índices atitudinal intermediário.

Os resultados do pós-teste dos estudantes (linha Azul), depois da aplicação da SEA, apresenta um perfil diferente. Os dois temas com índices atitudinal negativo (70221 e 70611 Construção social do conhecimento científico), mostram índice



atitudinal positivo. As duas questões com índices atitudinal positivo (60211 - Característica dos cientistas e 70621 - Construção social do conhecimento científico), sofreram alteração, ficando a questão 60211 com índice atitudinal abaixo do pré-teste, porém positivo e a questão 70621 apresenta índice atitudinal mais positivo do apresentado no pré-teste. Nas demais questões, a 10113 apresenta índice atitudinal positivo, porém muito próximo do mostrado no pré-teste, a questão 60221 apresenta melhora do índice atitudinal e a questão 90621 apresenta um índice atitudinal abaixo do apresentado no pré-teste. Acerca do resultado final, os estudantes apresentaram quatro temas com índices atitudinal forte e os demais quatro temas com índices atitudinais, considerados por nós como neutro, ou seja, sofreram alterações muito próximo do índice apresentado no pré-teste.

Na imagem 2 apresentamos o índice atitudinal por categoria para as setes questões. As setes questões estão estruturadas por 39 (trinta e nove) frases, sendo 9 (nove) frases adequadas, 16 (dezesesseis) frases plausíveis e 14 (quatorze) frases ingênuas.

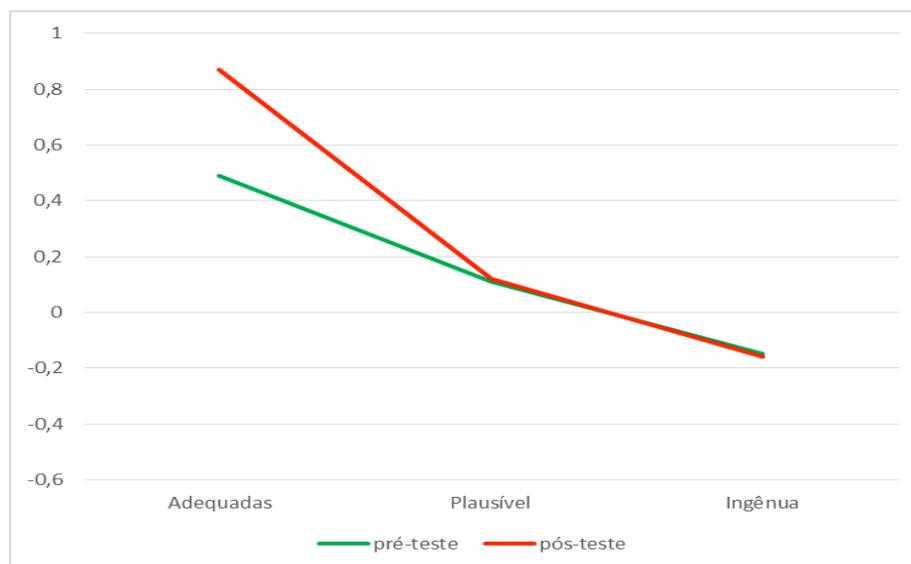


Imagem 2 – Índices atitudinal médio das categorias das frases das questões respondidas pelo grupo experimental no pré-teste e pós-teste.

Os resultados apresentados no pré-teste (linha verde) pelos estudantes acerca das categorias das frases, antes da intervenção didática, mostra que os estudantes obtiveram índices atitudinais com aproximação para +1 para as frases adequadas e para as plausíveis, mesmo essa tendo índice atitudinal próximo a zero, já para as

frases ingênuas o índice atitudinal mostrou-se negativo.

Nos resultados do pós-teste (linha vermelha), após a aplicação da SEA, os estudantes apresentaram uma melhora significativa, conforme constatado nos índices atitudinais para as frases adequadas. Nas frases plausível apresentaram melhora, porém com o índice atitudinal muito próximo do constatado no pré-teste, já para as frases ingênuas apresentaram uma piora do pré-teste para o pós-teste, ou seja, permanecendo com o índice atitudinal negativo.

Grupo Controle: resultados das questões e das categorias das frases

A imagem 3 apresentamos os índice atitudinais das sete questões do grupo controle (os estudantes que não receberam a intervenção didática com a SEA).

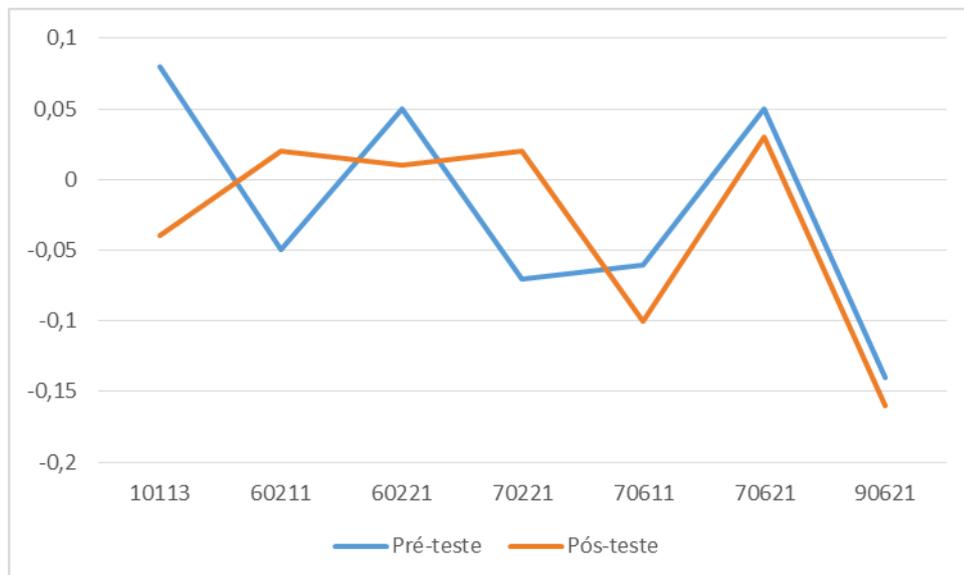


Imagem 3 – Índices atitudinal médio das questões obtidas pelo grupo controle no pré-teste e pós-teste.

Os resultados apresentados pelos estudantes no pré-teste (linha azul) mostra quatro temas com índice atitudinal negativo (60211 – Característica dos cientistas, 70221 e 70611 - Construção social do conhecimento científico e 90621 - Natureza do conhecimento científico), as demais três questões com índices atitudinal médio positivo (10113 - Ciência e Tecnologia, 60221 - Característica dos cientistas e 70621 - Construção social do conhecimento científico). Nesta análise global do pré-teste, fica evidente que os estudantes apresentam três temas com ponto positivos e quatro



temas negativo.

Os resultados do pós-teste dos estudantes (linha laranja), apresenta um perfil diferente. Os quatro temas com índices atitudinal negativo no pré-teste, dois temas apresentaram melhora, (60211 - Característica dos cientistas e 70221 - Construção social do conhecimento científico) ficando com índice atitudinal positivos, porém próximo de zero. Os demais dois temas (70611 - Construção social do conhecimento científico e 90621 - Natureza do conhecimento científico), mativeram-se negativo, porém com índices atitudinais abaixo do pré-teste. Os três temas que apresentaram-se positivo no pré-teste, no pós-teste o tema característica dos cientistas na questão 60221 apresentou melhora no índice atitudinal, o tema construção social do conhecimento científico na questão 70621, manteve-se positivo, porém com o índice atitudinal abaixo do pré-teste e o tema ciência e tecnologia da questão 10113, apresentou índice atitudinal negativo no pós-teste.

Na imagem 4 apresentamos o índice atitudinal por categoria para as setes questões.

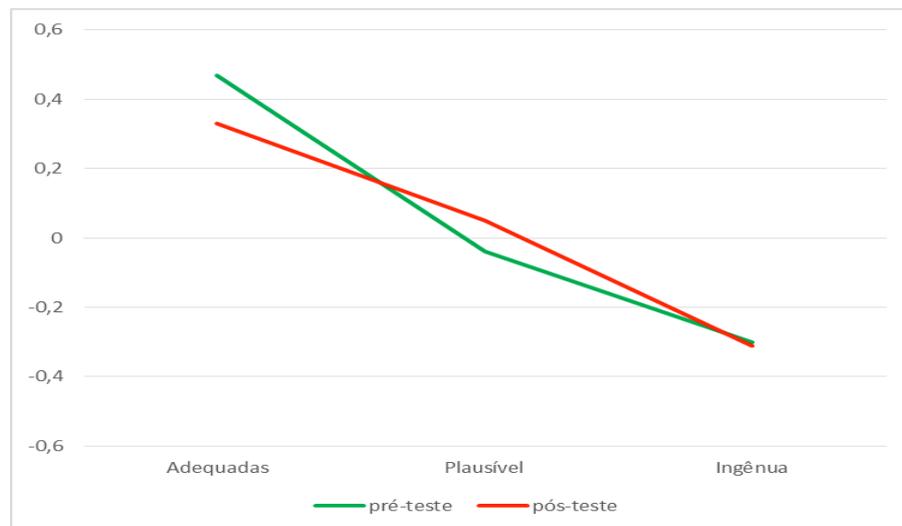


Imagem 4 – Índices atitudinal médio das categorias das frases das questões respondidas pelo grupo controle no pré-teste e pós-teste.

Os resultados apresentados no pré-teste (linha verde) pelos estudantes acerca das categorias das frases mostra que os estudantes obtiveram índices atitudinais positivo para as frases adequadas e índices atitudinais negativos para as frases plausíveis e para as frases ingênuas.

Nos resultados do pós-teste (linha vermelha), para as frases adequadas o índice atitudinal manteve-se positivo, porém com índice abaixo do apresentado no pré-teste. Nas frases plausíveis o índice atitudinal apresentou um melhora modesta, porém mantendo-se próximo de zero, nas frases ingênuas o índice atitudinal manteve-se negativos e apresentou um piora no pós-teste em comparação com o pré-teste.

Análise da Melhora: comparação entre o grupo experimental e grupo controle – questões e categorias das frases

A análise da comparação da melhora entre o grupo experimental e o grupo controle, é outro critério para valorizar o impacto da SEA para uma melhor compreensão de todo o processo e do enfoque NdC&T.

A imagem 5 mostra que mesmo os grupos não sendo homogêneos, no pré-teste, os grupos (controle - linha azul e experimental - linha cinza) apresentaram índices atitudinais similar sem grandes diferenças para cinco questões (10113, 60221, 70221, 70611 e 70621) e em duas questões (60211 e 90621) o grupo experimental apresentou índice atitudinal melhor em relação ao grupo controle no pré-teste, ou seja, mesmo sendo estudantes que estavam cursando o mesmo período da graduação, porém em campus distintos, o grupo experimental apresentou melhores índices atitudinais para os temas em questão. No pós-teste, o grupo experimental (linha amarela) apresentou índices atitudinais melhores em todas as questões, em comparação com o grupo controle (linha laranja).

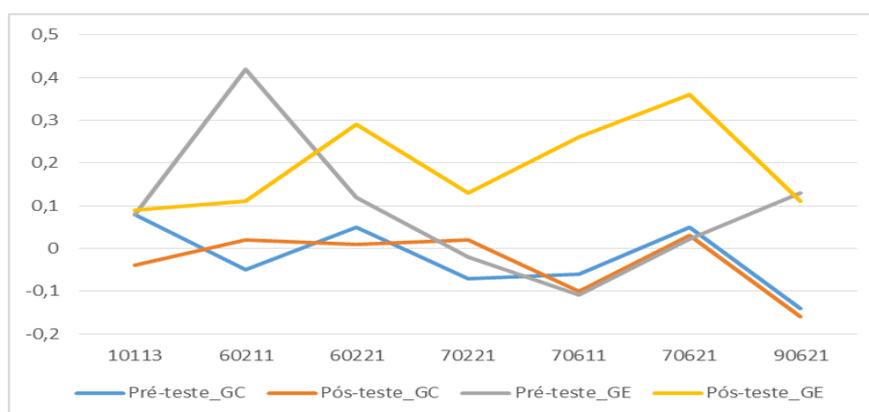


Imagem 5 – Índices atitudinal médio das questões obtidas pelo grupo experimental (GE) e grupo controle (GC) no pré-teste e pós-teste.



Referente as categorias das frases (imagem 6), no pré-teste os grupos controle (linha azul) e experimental (linha cinza) apresentaram índices atitudinais bem próximos para as frases adequadas, nas frases plausíveis e ingênuas o grupo experimental apresentou índices atitudinais melhores do que o grupo controle. No pós-teste o grupo experimental (linha amarela), após a intervenção didática com a SEA, apresentou índices atitudinais melhores do que o grupo controle (linha laranja), obtendo melhor índice nas três categorias.

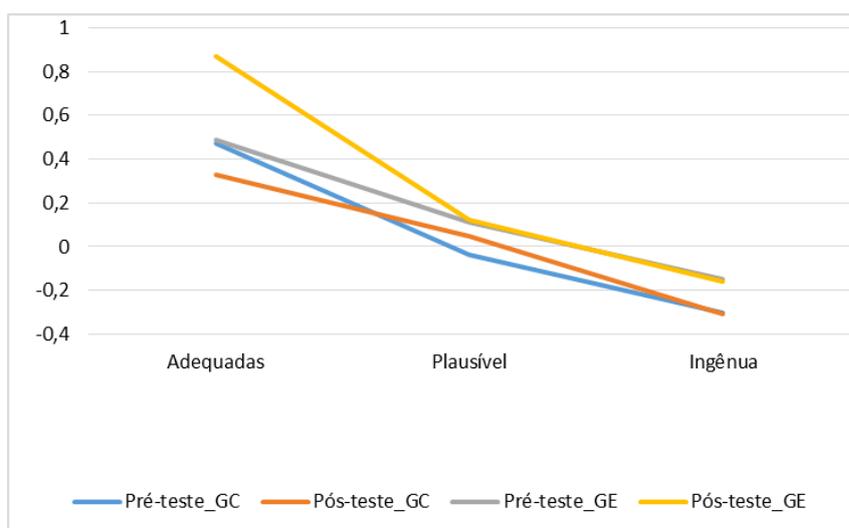


Imagem 6 – Índices atitudinal médio das categorias das frases das questões obtidas pelo grupo controle (GC) e grupo experimental (GE) no pré-teste e pós-teste.

Conclusão

Conforme descrito anteriormente, este estudo investigou a possibilidade de amenizar as lacunas existentes na formação de professores, a partir do uso de uma SEA visando melhorar a compreensão da NdC&T, sobre um aspecto histórico científico com os dias atuais, no qual, considera a influência de fatores pessoais de cientistas (concorrência, raciocínio, criatividade, etc.) com o conhecimento que produzem, possibilitando avaliar a forma como o conhecimento científico é gerado a partir dos trabalhos dos cientistas e avaliar a importância das divergências entre os cientistas (disputas) como fonte de melhoria do conhecimento científico.

A melhora da compreensão da NdC&T foi avaliada comparando os índices atitudinais médios das sete questões de avaliação aplicada ao grupo experimental, antes e depois da intervenção didática com a SEA e com o grupo controle. A melhora

do grupo experimental no pós-teste é clara, permitindo identificar os pontos forte de mudanças e os pontos fracos. Os pontos fortes de mudanças correspondem aos temas: Ciência e Tecnologia (10113), Característica dos cientistas (60221), e Construção social do conhecimento científico (70221, 70611 e 70621), os pontos fracos considerados foram os temas: Característica dos cientistas (60211) e Natureza do conhecimento científico (90621).

Em primeiro lugar, acreditamos também que a melhora do grupo experimental para o grupo controle está ligada a SEA utilizada como intervenção didática, pois, as intervenções utilizadas atualmente pelos professores, não proporcionam aos estudantes motivação, e com isso, não ocasionado discussões e debates sobre o conteúdo a ser ensinado, ficando sempre a cargo do professor apresentar todo o conteúdo corretamente para que os estudantes venham somente a repetir o que foi ensinado.

Em segundo, é que o diferencial proporcionado pela atividade é que os estudantes têm um papel ativo e reflexivo, conforme esperado na atualidade, e cabe ao professor ser sempre motivador e guia, visando sempre envolver os estudantes no 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.

Obviamente, precisamos cada vez mais de pesquisas adicionais que visem ensinar e que busquem apresentar a eficácia desta linha de investigação e alternativas para trabalhar conteúdo da NdC&T, e que busquem fazer o gancho do processo científico histórico debatendo com os processos da atualidade que são vivenciados pelos estudantes.

Acerca dos objetivos desta pesquisa, podemos afirmar que foi alcançado, pois mostramos a possibilidade de se ensinar e analisar 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 e na formação, de professores, 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.



Referências Bibliográficas

- Acevedo-Díaz, J. A. (2010). Formación del profesorado de ciencias y enseñanza de la naturaleza de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(3), 653-660.
- Acevedo-Díaz, J. A., Vázquez-Alonso, A., Paixão, M. P., Acevedo, P., & Manassero-Mas, M. A. (2005). Mitos da didática das ciências acerca dos motivos para incluir a natureza da ciência no ensino das ciências. *Ciência & Educação*, 11(1), p. 1-15.
- Bastos, F. (2002). Construtivismo e o ensino de ciências. In R. Nardi (Ed.), *Questões atuais no ensino de ciências* (pp. 9-26). São Paulo: Escrituras.
- Bennássar, A., Vázquez-Alonso, A., Manassero-Mas M.A., & García-Carmona, A. (2010). Introducción: Educación científica y naturaliza de la ciência. In A. Bennássar, A. Vázquez-Alonso, A. M. Manassero-Mas, & A. García-Carmona. (Eds.), *Ciencia, tecnología y sociedad en Iberoamérica: Una evaluación de la comprensión de la naturaleza de ciencia y tecnología*. Madrid: OEI.
- Caamaño, A. (2012). La elaboración y evaluación de modelos científicos escolares es una forma excelente de aprender sobre la naturaleza de la ciência. In E. Pedrinaci, A. Caamaño, P. Cañal, & A. Pro (Eds.), *11 ideias clave El desarrollo de la competência científica* (pp. 105-126). Barcelona: GRAÓ.
- Carnio, P. M., & Carvalho, W. L.P. (2014). O tratamento de questões sociocientíficas na formação de professores de ciencia: possibilidades e desafios nas vozes dos licenciandos. *Uni-Pluri/versidad*, 14(2), 63-71.
- El-hani, C. N. (2002) Uma ciência da organização viva: organicismo, emergentismo e ensino de biologia. In W. S. FILHO (Ed.), *Epistemologia e ensino de ciências* (pp. 199-242). Salvador: Arcádia.
- Manassero-Mas, M. A. (2010). El proyecto Iberoamericano de evaluación de actitudes relacionadas con la ciência, la tecnologia e la sociedade (PIEARCTS): un estudio de investigación cooperativa. In M. D. Maciel, C. L. C. Amaral, & I. R. B. Guazzelli (Eds.), *Ciência, tecnologia & sociedade: Pesquisa e ensino* (pp. 13-42). São Paulo: Terracota.
- Martins, I. P. (2014). Políticas públicas e formação de professores em educação CTS. *Uni-Pluri/versidad*, 14(2), 50-62.
- Millar, R. (2006). Twenty first century science: insights from the design and implementation of a scientific literacy approach in school science. *International Journal of Science Education*, 28(13), 1499-1521.

- Pozo, J. I., & Crespo, M. Á. G. (2009). *A aprendizagem e o ensino de ciências do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. Rio Grande do Sul: Artmed.
- Reis, P. (2004). Uma iniciativa de desenvolvimento profissional para a discussão de controvérsias sociocientíficas em sala de aula. *Interacciones*, 4(1), p. 64-107.
- Silva, P., Fabro, A. P., & Duarte, A. C. S. (2014). Percepção de um grupo de professores de Biologia da Argentina sobre o movimento CTS. *Uni-Pluri/versidad*, 14(2), 81-91.
- Rudolph, J. L. (2000). Reconsidering the “nature of science” as a curriculum component. *Journal of Curriculum Studies*, 32(3), 403-419.
- Vale, J. M. F. (2002). Educação científica e sociedade. In R. Nardi (Ed.), *Questões atuais no ensino de ciências* (pp. 1-8). São Paulo: Escrituras.
- Sepini, R. P. (2014). *Mudanças nas concepções de atitudes relacionadas com ciência tecnologia e sociedade (CTS), idetificadas a partir de uma atividade de ensino com emprego de sequência didática (SD) com enfoque na natureza da ciência e da tecnologia (NdC&T)*. São Paulo: Programa de Pós-Graduação. [Tese de doutorado, apresentado na Universidade Cruzeiro do Sul]
- Solomon, J., Duveen, J., Scot, L., & McCarthy, S. (1992). Teaching about the nature of science through history: action research in the classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 409-421.
- Teixeira, S. R. (2007). *Competências profissionais do professor de ciências construídas no processo de formação e nas situações de trabalho*. São Paulo: Programa de Pós-Graduação. [Dissertação de Mestrado, apresentado na Universidade Cruzeiro do Sul]
- Vázquez-Alonso, Á. (2010). Importância da alfabetização científica e do conhecimento acerca da natureza da ciência e da tecnologia para a formação de um cidadão. In M. D. Maciel, C. L. C. Amaral, & I. R. B. Guazzelli (Eds.), *Ciência, tecnologia & sociedade: Pesquisa e ensino* (pp. 43-70). São Paulo: Terracota.
- Vázquez-Alonso, A., Manassero-Mas, M. A. (2011). *Enseñanza y aprendizaje sobre la naturaleza de la ciencia y tecnología (eancyt): una investigación experimental y longitudinal*.
- Vázquez-Alonso, A., Manassero-Mas, M. A. (2014). Una secuencia de enseñanza-aprendizaje sobre un tema socio-científico: análisis y evaluación de su aplicación en el aula. *Revista Didáctica de la Química*, 25(1), p. 190-202.
- Vázquez-Alonso, A., Manassero-Mas, M. A., & Acevedo-Díaz, J. A. (2006). An Analysis of Complex Multiple-Choice Science-Technology-Society Items:



Methodological Development and Preliminary Results. *Science Education*, 90(4), 681-706.

Vázquez-Alonso, A., Manassero-Mas, M. A., & Bennàsar-Roig, A. (2014). *Secuencias de Enseñanza - Aprendizaje sobre la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología*. Palma de Mallorca: Autor.

Vázquez-Alonso, A., Castillejos, S. A., García-Ruiz, M., Garritz, A., Manassero-Mas, M. A., Martín, M., Quetglas, B., & Rueda, C. (2008). Proyecto de Investigación Iberoamericano en Evaluación de Actitudes Relacionadas con la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (PIEARCTS). In *Memoria del I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS+I* (pp.1-12). México: Cidade do México.