

Natureza da ciência e tecnologia: modelo atual apresentado por estudantes do ensino médio

RICARDO PEREIRA SEPINI¹

MARIA DELOURDES MACIEL²

Resumo

Esta investigação envolve problemas relacionados ao ensinar com qualidade a natureza da ciência e tecnologia, ou seja, questões acerca de como a ciência e a tecnologia (C&T) validam seu conhecimento e como funcionam no mundo atual. Participaram desta etapa da investigação 25 estudantes do último ano do Ensino Médio de uma Escola Estadual do Estado de Minas Gerais. Como abordagem metodológica foi utilizado a Sequência de Ensino e Aprendizagem (SED) intitulada: “Os cientistas constroem explicações: o caso de onde surgem os seres vivos” e como instrumento de avaliação uma entrevista semi-estruturada. A investigação desenvolvida possibilitou compreender como a atividade apresentou uma verdadeira (re)construção de concepções dos estudantes sobre a Natureza da Ciência e Tecnologia.

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

Abstract

This research involves issues related to quality teaching the nature of science and technology, ie, questions about how science and technology (S&T) validate their knowledge and how they work in today's world. Participated in this stage of the investigation 25 students in their final year of high school in a state school in the state of Minas Gerais. As a methodological approach Sequence of Teaching and Apprenticeship (SEA) used was titled: "Scientists construct explanations: the case where living beings arise" as an evaluation tool and a semi-structured interview. The research carried out enabled us to understand how the activity presented a real (re) construction of students' conceptions about the Nature of Science and Technology.

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

Introdução

Há muito tempo a ciência e a tecnologia vem remodelando o modo de ser da sociedade. O advento de novas tecnologias no âmbito educacional proporcionou o surgimento de promissoras propostas de estudo, visando o rompimento do paradigma da educação

Trabalho apresentado no III Encontro de Produção Discente em Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, realizado em 23 de novembro de 2013 (modalidade comunicação oral) - 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)

¹ Universidade Cruzeiro do Sul - ricardopsepini@gmail.com

² Universidade Cruzeiro do Sul - maria.maciell@cruzeirodosul.edu.br

propedêutico no ensino de Ciências. Conforme Pereira (2008), a relevância das pesquisas em ensino de Ciências no Brasil e no mundo, parte quase que exclusivamente, de estudos teóricos e metodológicos realizados a partir da década de 1950. Tendo já transcorridas seis décadas, não encontramos na sociedade todo o avanço que a Ciência representou.

No Brasil, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB/nº 4.024) foi promulgada na década de 1960, mais precisamente em 1961, “*sendo que o cenário escolar era dominado pelo ensino tradicional*”. (BRASIL, 1999, p. 18). Santos (2006) lembra-nos que, ainda que esforços de renovação estivessem em processo, a ciência era apresentada como neutra. Essa década foi um período norteador devido o surgimento de várias tendências, mesmo sendo com ações quase sempre isoladas contribuíram para a constituição de grupos de pesquisa em ensino no Brasil e no mundo.

Maldaner (2000) e Santos (2006) colocam que com a crise econômica mundial e os problemas relacionados com o desenvolvimento tecnológico na década de 1970, surgiu no ensino de Ciências um movimento de base pedagógica voltado para a formação cidadã, que ficou conhecido como Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Duit (1993) acrescenta que no final desta década, procurou-se fazer interações das concepções espontâneas com os conceitos e teorias científicas apresentados na escola, assim, passou-se a dar ênfase ao conhecimento prévio dos estudantes sobre a Ciência.

Pesquisas sobre o ensino de Ciências Naturais, na década de 1980, revelaram que a experimentação sem uma atitude investigativa mais ampla não garante a aprendizagem dos conhecimentos científicos (BRASIL, 1999). Santos (2006) refere-se que nesta mesma década, os pesquisadores em educação em Ciências passaram a dar atenção ao processo de construção do conhecimento científico pelo aluno, aproximando-se do campo das Ciências Humanas e Sociais.

Krasilchick (2000) coloca que a década de 1990, conhecida até hoje como a era da globalização, teve como objetivo no ensino formar cidadão-trabalhador-estudante. Nesta década, ocorreram discussões sobre as relações entre educação e sociedade, que se associaram as tendências progressistas, que no Brasil se organizaram em correntes que influenciaram o ensino de Ciências Naturais, em paralelo à CTS (BRASIL, 1999).

Nardi *et al.* (2009) consideram que a pesquisa em ensino de ciências vem se consolidando nas últimas décadas no país, contando hoje com sólidos grupos de

pesquisa que constituem hoje o que se convencionou chamar de área de Ensino de Ciência ou Educação em Ciências. Dentro do âmbito da pesquisa no ensino de ciências, uma das suas preocupações é a necessidade de educar para a participação do cidadão e sua tomada de decisões na sociedade do conhecimento científico e tecnológico.

Tanto a Ciência quanto a Tecnologia pareciam distantes da realidade prática da maioria das camadas sociais. Nos últimos anos, o universo escolar vem tentando se adaptar a essa nova realidade, a esse modo diferenciado de ver o mundo e ao que as novas gerações apresentam. Na visão desta adaptação escolar surge uma nova linha de pesquisa, “*a Natureza da Ciência e Tecnologia (NdC&T), a implementação deste enfoque não é uma tarefa fácil, pois a velocidade dessas mudanças ultrapassa o ritmo possível e as estruturas sociais de base educacional*” (VÁZQUEZ-ALONSO *et al*, 2013, p. 79).

Resultado do processo fecundo do enfoque temático CTS, a NdC&T originou-se como uma nova temática de investigação nos diversos níveis de ensino. É uma linha de investigação de conteúdos de consensos sobre a NdC&T, a investigação didática para melhorar a aprendizagem dos estudantes e o ensino dos professores, “*a NdC&T está centrada sobre o desenvolvimento curricular e a sua efetividade em sala de aula*”. (VÁZQUEZ-ALONSO *et al*, 2012, p. 2). Para Acevedo (2009) devido à quantidade de fatores intervenientes cruzados, os temas acerca da NdC&T são complexos, pois impedem, limitam ou facilitam o ensino e a elucidação da eficácia dos mais diferentes métodos.

Sabe-se que ao longo dos últimos anos, pesquisas no ensino tem evidenciado a importância do trabalho para a compreensão da NdC&T, visando a alfabetização e o letramento científico dos estudantes no Ensino de Ciências. A NdC&T está amplamente 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 vice versa, e a influência da sociedade sobre as tecnologias e as explorações destes conhecimentos.

Objetivo

Neste trabalho almejamos compreender como os estudantes de uma Escola Estadual do último ano do Ensino Médio apresentam e compreendem o modelo atual da Natureza da Ciência e Tecnologia.

1. Breve Marco Teórico da NdC&T

No Brasil, tal como acontece em outros países iberoamericanos, os conteúdos comuns nos currículos das disciplinas de Ciências do Ensino Fundamental e Médio, devem contemplar as competências relacionadas ao conhecimento científico e a interação com o mundo físico, a competência tecnológica e o tratamento da informação (SEPINI *et al.*, 2012, p. 2).

No processo histórico do Ensino de Ciências podemos constatar que foram os filósofos, com seus pensamentos sempre a frentes do tempo em que viveram que contribuíram para o surgimento da ciência e essa contribuiu, com suas teorias, leis e modelos, para a construção da tecnologia. No mundo contemporâneo, a Ciência escolar deve estar relacionada, mais explicitamente, aos conteúdos de NdC&T.

Vázquez-Alonso *et al.* (2001) colocam que a natureza complexa, interdisciplinar, provisória e mutante dos temas sobre NdC&T, se traduz num estado de controvérsia e de ausência de consenso sobre os mesmos, de modo que NdC&T é um campo onde coexistem conjecturas razoáveis e claras discrepâncias.

Para que ocorra uma tomada de decisões curriculares e didáticas, esta falta de consenso acarreta um sério inconveniente, especialmente para a seleção de conteúdos de NdC&T mais apropriados para o ensino e a aprendizagem dos estudantes no diversos níveis. Vázquez-Alonso, Acevedo-Díaz e Manassero-Mas (2005) apontam que afortunadamente, estudos recentes sugerem certos acordos sobre questões específicas que poderiam servir de base para construir um currículo escolar de Ciências mais consensual e capaz de oferecer uma visão atual de C&T mais básica, simples e adequada, sem ter que enfrentar os problemas relacionados com a complexidade de temas controvertidos.

Como exemplos de conteúdos curriculares específicos e consensuais acerca da NdC&T, temos as propostas de Lederman (1999) e do Currículo Federal Norte Americano Science for All Americans (1993). Lederman (1999) propõe como idéias básicas que o

conhecimento científico é provisório e empírico, parcialmente subjetivo, em parte é produto da inferência humana, da imaginação e da criatividade e está envolvido social e culturalmente. O Science for All Americans (1993) detalha como princípios de NdC&T que o mundo é compreensível; as idéias científicas estão sujeitas a mudanças; o conhecimento científico é duradouro; a ciência não pode prover respostas completas a todas as perguntas; a ciência demanda evidência e é uma mescla de lógica e imaginação. É muito importante a distinção entre as observações e inferências e também a função das relações entre as teorias científicas e a leis, etc.

A NdC&T surge da importância educacional da C&T no mundo atual, e se justifica por múltiplas razões, sendo elas: cognitivas, compreensão, utilitárias, democráticas, culturais e axiológicas. Jenkins (1996) e Rudoph (2000) colocam que este conceito define a competência científico-tecnológica que deve proporcionar uma educação de qualidade em C&T no século XXI para um cidadão, competência está que envolve conhecimentos, processos, pressupostos, valores e atitudes relacionadas com a C&T, além de ser um objetivo inovador no currículo escolar.

A NdC&T deve ser compreendida como um conjunto de meta-conhecimentos sobre C&T, produzidos por especialistas nas mais diversas áreas, os quais são derivados de reflexões interdisciplinares a respeito do que é C&T e como Ciência e Tecnologia estão relacionadas entre si (ACEVEDO-DÍAZ; VÁZQUEZ-ALONSO; MANASSERO-MAS; ACEVEDO, 2007), na qual, é justificada por múltiplas razões, conforme nos apresentam Bybbe (1990) e Deboer (2000), já que a NdC&T é considerada um componente básico do Letramento Científico e Tecnológico (LC&T) para todas as pessoas, conforme previsto nos mais diversos documentos oficiais. Os autores completam que a NdC&T é um componente fundamental de inovação do currículo escolar nos dias atuais, sendo que é um conceito que define a competência científica e tecnológica que deverá proporcionar uma educação de qualidade em C&T para os cidadãos do século XXI.

Sabemos que esse enfoque é complexo devido à grande variedade de problemas que abrange. É nosso entendimento que C&T são interdependentes, fugindo da separação e da dependência individual de cada uma dessas áreas para se chegar a um resultado, abrangendo, assim, o caminho da Tecnociência (SEPINI; MACIEL, 2013).

2. Metodologia

O procedimento metodológico desta etapa da tese, apresentado neste trabalho, consistiu-se de uma entrevista semi-estruturada, a partir de um questionário composto de sete questões dissertativas (Anexo A). O objetivo desta entrevista foi solicitar aos estudantes uma avaliação da SEA trabalhada com os mesmos, e averiguar suas concepções referente a NdC&T. Em algumas questões é foi solicitado ao entrevistado justificar sua resposta. Porém, para este trabalho optamos por apresentar somente os resultados da questão sete respondida pelos estudantes do Ensino Médio. A questão sete está estruturada com a seguinte indagação aos estudantes: “*Descrever brevemente, com suas palavras, figuras ou mapas, seu modelo atual sobre a ciência e tecnologia*”.

Esta etapa da investigação foi realizada com um grupo de 25 estudantes do último ano do Ensino Médio de uma Escola Estadual localizada no Sul do Estado de Minas Gerais. As entrevistas foram coletadas após a realização da SEA que teve a duração de aproximadamente 4 horas (7:30 hs às 11:30 hs).

Para a intervenção utilizou-se a SEA (Anexo B) proposta pelos pesquisadores Vázquez-Alonso e Manassero-Mas (2011): “Os cientistas constroem explicações: o caso de onde surgem os seres vivos”, a qual traz a história da descoberta pelo biogenista Francesco Redi (1626-1691) sobre a Biogênese.

Neste trabalho foi solicitado aos estudantes que não se identificassem durante a entrevista. Acreditamos melhor manter o anonimato para que os mesmos se sentissem mais tranquilos para responder. Neste trabalho os alunos são identificados por números (1, 2, 3...). Essa identificação numérica foi realizada logo após a entrega do material pelos estudantes.

Dentre os 25 estudantes participantes 9 não responderam, 5 estudantes (10, 11, 12, 14 e 15) colocaram que não sabiam responder a questão, e 4 (20, 21, 22 e 23) estudantes entregaram em branco a questão sete em análise. Assim, analisamos as demais 16 entrevistas (questão 7) respondidas pelos estudantes.

3. Resultados e Discussão

A seguir apresentamos breve relato das respostas expostas pelos participantes. O estudante 1 descreveu que:

- *A tecnologia ajuda na evolução da ciência e a ciência faz com que a tecnologia se*

evolua para acompanhá-la,

já o Estudante 6 descreveu que:

- A ciência e a tecnologia devem andar juntas, pois a tecnologia ajuda a expandir a ciência e a ciência faz com que a tecnologia sempre esteja em melhora para atender suas necessidades.

Conforme apresentam Vogt e Polino (2003) a Ciência e a Tecnologia têm importância evidente e indiscutível no mundo moderno, no qual adquirem caráter relevante em todos os aspectos da vida, influenciando, certamente, os processos de transformações políticas das sociedades contemporâneas. Para Chrispino (2008) a ciência e a tecnologia estão de tais formas interligadas à sociedade, que esta última não sabe mais como viver sem as duas.

Para Lewontin (2001) ciência:

É uma instituição social a respeito da qual existe uma grande dose de equívocos, mesmo entre aqueles que delas fazem parte, ou seja, um conjunto de método, um conjunto de pessoas, um grande corpo de conhecimento que chamamos de científico, e que está de alguma forma separada das forças que regem nossas vidas do dia a dia que governam a estrutura de nossa sociedade (LEWONTIN, 2001, p. 7).

Referente à tecnologia Salomon (1988), afirma que ela deve ser apresentada como aplicação das diferentes formas de conhecimento para atender às necessidades sociais.

A estudante 2 colocou que:

- A ciência e a tecnologia do século XXI esta cada vez mais aprofundada em explicar cada acontecimento.

Santos (1995) coloca que a natureza da revolução científica que atravessamos é estruturalmente diferente da que ocorreu nos demais séculos.

Já a estudante 3 colocou que: *A cada dia no surpreendemos mais e mais com a ciência.*

Salomon (1988) coloca que a ciência apresenta um caráter provisório e em algumas conotações apresenta teorias científicas incertas. Essa surpresa apresentada pela estudante 3 sobre a ciência e justificada por Machado (1982), quando coloca que a ciência não é um objeto natural, objeto dado, é uma produção cultural, um objeto construído produzido. Sendo que esse objeto vai passando por várias transformações e aprimoramento para vir a auxiliar no dia a dia da sociedade. Todo conhecimento

científico é autoconhecimento.

O estudante 5 apresenta seu modelo referente a Natureza da Ciência com a seguinte colocação - *Velocidade de informação*. Por um lado Santos (1995) diz que as potencialidades da tradução tecnológica dos conhecimentos acumulados fazem-nos crer no limiar de uma sociedade de comunicação e interactiva libertada das carências e inseguranças que ainda hoje compõem os dias de muitos de nós. Pois, conforme o autor, o mundo é comunicação e por isso a lógica existencial da ciência é promover a situação comunicativa.

O estudante 7 respondeu a questão em debate com o seguinte desenho apresentado na figura 1.

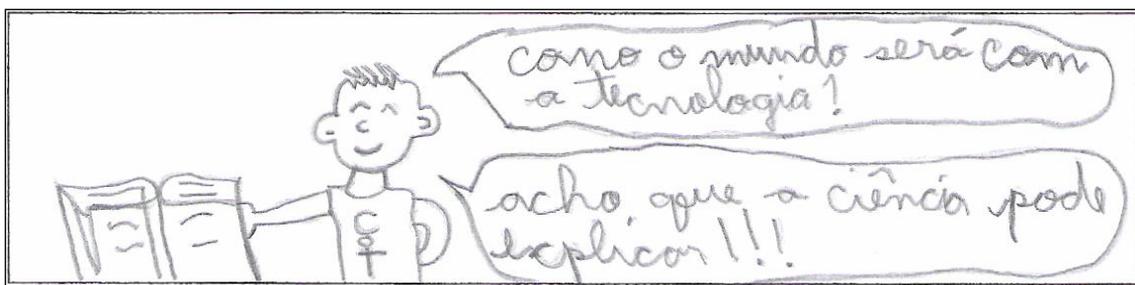


Figura 1: Modelo atual da natureza da ciência e da tecnologia pelo estudante 7.

Conforme apresenta Machado (1982) para alguns, a ciência é o lugar próprio da verdade, por outro lado, relacionar intrinsecamente ciência e verdade não significa dizer que todo discurso científico seja necessariamente verdadeiro. Para Santos (1993) a verdade é que o discurso do cidadão comum é um discurso anormal no seu todo, no qual, só será compreensível se, perante ele, adotarmos uma atitude hermenêutica. O autor completa, que essa atitude, ou essa mudança de concepção, só frutificará se abranger não só o discurso científico propriamente dito, como também o discurso epistemológico que sobre ele e dentro dele tem sido feito.

O estudante 8 respondeu que:

- Com a ciência e tecnologia aprendermos a descobrir todo o nosso mundo, tudo o que acontece e o que aconteceu, até hoje em dia.

O estudante 9 - *O mundo sem a ciência e tecnologia não é nada, pois já estamos tão acostumados, que se perdemos a ciência e tecnologia não conseguiremos viver.* Já a estudante 16 - *A ciência e a tecnologia nos dias atuais são praticamente a base da vida. O homem sem conhecimentos científicos e tecnológicos é considerado burro.*

Para Chrispino (2008) os cidadãos, nos dias de hoje, se sentem bastante familiarizados com os aparatos tecnológicos (recursos produzidos pela tecnologia). O autor completa que desde as tecnologias de transporte até os aparelhos celulares modernos, os homens vêm se deixando “escravizar” pelas tecnologias, pois estas tornam suas vidas confortáveis, ou tornam suas tarefas cotidianas menos penosas. Sendo que na vida cotidiana do cidadão está repleta de distintos recursos que passam a ser considerados indispensáveis, deixando de ser suporte.

O estudante 13 através da figura 2 apresentou seu modelo atual para a natureza da ciência e tecnologia e a estudante 17 colocou que:

- A ciência e a tecnologia hoje é fundamental para o desenvolvimento, o ser humano sem conhecimentos não se desenvolve os conhecimento.

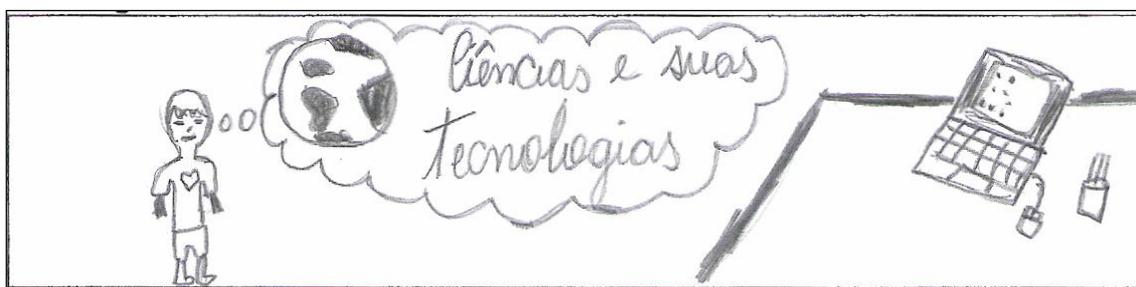


Figura 2: Modelo atual da natureza da ciência e da tecnologia pelo estudante 13.

A ciência e tecnologia estão interligadas, pois a ciência necessita da tecnologia, assim como a tecnologia necessita da ciência, e sendo que ambas necessitam da sociedade. Collins e Pinch (2010) consideram que tanto a ciência quanto a tecnologia são atividades que pressupõem habilidades, e não se pode garantir que uma atividade sempre será executada com precisão. A tecnologia não é mais avalista da ciência do que a ciência é avalista da tecnologia.

Já o estudante 18 respondeu que:

- A tecnologia aumentou através da ciência, que com suas descobertas fez com que o mundo mudasse de forma radical. O avanço tecnológico é bom para algumas atividades, já para outras prejudicou. As pessoas esfriaram-se e a liberdade de muitos está acabando aos poucos, pois infelizmente as pessoas se preocupam mais com os aparelhos tecnológicos, do que com o próximo e mal sabem que entretidas em tais aparelhos, estão perdendo tempo em coisas improdutivas e se preocupando e investigando a vida dos outros, que também deixam suas vidas expostas, principalmente na internet.

A estudante 19 representou através de um desenho representado na figura 3. Santos (1995) afirma que a ciência moderna produz conhecimentos e desconhecimentos, na

qual se faz do cientista um ignorante especializado e faz do cidadão comum um ignorante generalizado. Ainda de acordo com esse autor, nenhuma forma de conhecimento é em si mesma, racional, onde só a configuração de todas elas é racional. Para Demo (2000) fazer ciência é, na essência, questionar com rigor. Esta acepção precisa de atitude sistemática cotidiana, não de resultados esporádicos, estereotipados ou especiais. O autor completa que a ciência e a tecnologia são pretensões de conhecimento dentro de um processo infundável de busca e pesquisa. Não existe produto propriamente final.

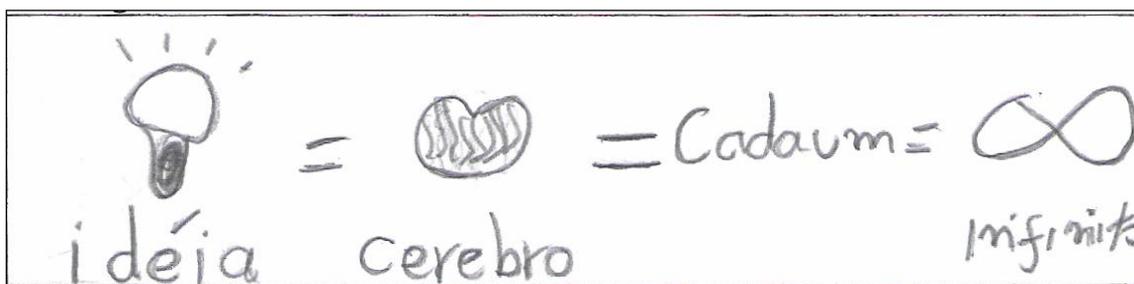


Figura 3: Modelo atual da natureza da ciência e da tecnologia pelo estudante 19.

Por isso podemos acompanhar alguns sucessos e fracassos da ciência e da tecnologia ao longo de sua história e na atualidade. Collins e Pinch (2010) colocam que algumas vezes temos presenciado situações em que, quando a ciência parece não ter certeza, a tecnologia é citada em sua defesa e, quando a tecnologia parece não ter certeza, a ciência é convocada para salvá-la.

A estudante 4 descreveu:

A tecnologia gera ciência, várias tecnologias são descobertas através da ciência.

O estudante 24

A ciência e a tecnologia é uma evolução humana para o próprio homem, diariamente várias doenças tem cura graças a ciência e principalmente a tecnologia que permite curas que antes eram consideradas impossíveis.

E a estudante 25 que:

A ciência e sua tecnologia é muito importante, evoluem a cada dia, buscando sempre novas soluções para doenças, remédios, etc.

Sobre essas novas descobertas Chrétien (1994) e Santos (1995), afirmam que a ciência não é imóvel, ou seja, que ela não descobre, ela cria e, muitas vezes, recria. Na

atualidade, ela está interligada com a tecnologia. A ciência e a tecnologia juntas foram criando, cada vez mais rápido essas infinidades de ‘coisas’ com as quais hoje nos deparamos na sociedade. Manassero-Mas e Vázquez-Alonso (1998) apresentam que a ciência os fabrica com o auxílio da tecnologia, pois a tecnologia é, principalmente, ideias e técnicas para conceber e fazer coisas; para organizar os trabalhadores, as pessoas de negócios e os consumidores; para o progresso da sociedade.

Considerações Finais

Diante do que foi pesquisado, percebemos que pouco foi apresentado pelos estudantes referente ao ensino de natureza da ciência e tecnologia. Percebemos que não há um tratamento deste enfoque na escola onde as atividades foram realizadas. É essencial, que se pense no ensino da NdC&T visando realizar um trabalho, no qual, tenha como base pedagógica voltada para a formação cidadã. Para isso, torna-se necessário que haja o desenvolvimento de pesquisas que estejam intimamente voltadas para o conceito de NdC&T. Pois, na sociedade atual, com base na tecnociência, é de suma importância para os estudantes e indispensável para todos os cidadãos, que estes estejam munidos de conhecimentos para compreender como ocorrem, hoje, as relações sobre a NdC&T. Sabemos que essa tarefa não é fácil, pois a velocidade das mudanças ocorridas na ciência e na tecnologia ultrapassa o ritmo possível e as estruturas sociais da base educacional. Antes de qualquer coisa, ensinar NdC&T aos estudantes requer uma adequada formação inicial e continuada do professor. Essa formação deve visar à melhoria da compreensão dos conteúdos de NdC&T para toda a sociedade. Acreditamos que as dificuldades apresentadas pelos estudantes podem estar enraizada na aplicação de currículos lineares e de práticas em sala de aula meramente memorísticas, no qual, transforma o ensino de ciências, não em descobertas, mas sim, na transmissão de conhecimentos, de acordo com o ensino tradicional, fazendo do aluno sujeito passivo de aprendizagem e não como conceitua o ensino no modelo construtivista.

Referências

- AAAS, AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE (1993): *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.
- ACEVEDO, J. A. (2009). Enfoques Explícitos versus implícitos en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia. In: *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, v. 6, n. 3, pp. 355-386.

- ACEVEDO, J. A.; VÁZQUEZ, A.; MANASSERO, M. A.; ACEVEDO, P. (2007). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: fundamentos de una investigación empírica. In: *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, v. 4, n. 1, pp. 42-225.
- BRASIL. (1999). *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias*. Brasília: SEMT.
- BYBEE, R. W. (1990). Teaching history and the nature of science in science courses: a rationale. In: *Science Education*, v. 75, n. 1, pp. 143-156.
- CHAÉTIEN, C. (1994). *A ciência em ação: mitos e limites*. Campinas - São Paulo: Papirus.
- CHRISPINO, A. (2008). O enfoque cts – ciência, tecnologia e sociedade e seus impactos no ensino. In: *Revista Tecnologia & Cultura*, v. 10, n. 13, pp. 7-17.
- COLLINS, H.; PINCH, T. (2010). *O golem à solta: o que você deveria saber sobre tecnologia*. Belo Horizonte: Fabrefactum.
- DEBOER, G. (2000). Scientific Literacy: Another Look at Its Historical and Contemporary Meanings and Its Relationship to Science Education Reform. In: *Journal of Research in Science Teaching*, v. 37, n. 6, pp. 582-601.
- DEMO, P. (2000). *Pesquisa e construção de conhecimento: metodologia científica no caminho de Habermas*. Rio de Janeiro, Tempo Brasileiro.
- DUIT, R. (1993). *Research on students' conceptions: developments and trends*. Ithaca: Nova York.
- JENKINS, E. W. (1996). The nature of science as a curriculum component. In: *Journal of Curriculum Studies*, v. 28, n. 2, pp. 137-150.
- KRASILCHICK, M. (2000). Reformas e realidades o caso do ensino das ciências. In: *São Paulo em Perspectiva*, v. 14, n. 01, p. 85-93.
- LEDERMAN, N. G. (1999). Teachers' understanding of the nature of science: factors that facilitate or impede the relationship. In: *Journal of Research in Science Teaching*, v. 36, n. 8, pp. 916-929.
- LEWONTIN, R. C. (2001). *Biologia como ideologia: a doutrina do DNA*. Ribeirão Preto, São Paulo, FUNPEC.
- MACHADO, R. (1982). *Ciência e saber: a trajetória da arqueologia de foucault*. Glória, Rio de Janeiro : Graal.
- MALDANER, O. A. (2000). *A formação inicial e continuada de professores de química: professores/pesquisadores*. Ijuí: Unijuí.
- NARDI, R; et al. (2009). A pesquisa em ensino de ciências e o ensino de sala de aula: memórias de professores que atuaram nas últimas décadas. In: *VII ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências*. Santa Catarina. Anais eletrônicos. Disponível em: <<http://www.foco.fae.ufmg.br/viiienpec/index.php/enpec/viiienpec/paper/viewFile/1151/702>>. Acesso em: 30 mar. 2011.
- PEREIRA, D. D. (2008). *Prática pedagógica de professores de ciências naturais em Manaus – Brasil: uso de instrumentos didáticos no ensino*. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências na Amazônia) Universidade do Estado do

Amazonas.

RUDOLPH, J. L. (2000). Reconsidering the nature of science as a curriculum component". In: *Journal of Curriculum Studies*, v. 32, n. 3, pp. 403-419.

SANTOS, B. S. (1995). *Um discurso sobre as ciências*. Porto: Afrontamento.

SANTOS, P. R. (2006). O ensino de ciências e a idéia de cidadania. In: *Mirandum*, v. 10, n. 17, pp. 25-34.

SEPINI, R. P.; BISPO-FILHO, D. O.; FARINHA, R. P.; VÁZQUEZ, A. A.; MACIEL, M. D. (2012). Estruturação de uma Unidade Didática para a Alfabetização e Letramento Científicos no Ensino e Aprendizagem da Natureza da Ciência e da Tecnologia (EANCYT). In: *VII Seminário Ibérico/III Seminário Ibero-americano CTS no Ensino das Ciências*, 1-7. Madri. Disponível em: <http://www.oei.es/seminarioctsm/PDF_automatico/I35textocompleto.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2013.

SEPINI, R. P.; MACIEL, M. D. (2013). Concepções apresentadas por estudantes de graduação referente ao modelo atual da natureza da ciência e tecnologia. In: *IX Congresso Internacional em Investigação em Didática das Ciências*, Girona, p. 2758-2763, CD-ROM.

SOLOMON, J. (1988). Science technology and society courses: tools for thinking about social issues. In: *Internacional Journal of Science Education*, v. 10, n. 4, pp. 379-387.

VÁZQUEZ, A.; ACEVEDO, J. A.; MANASSERO, M. A. (2005). Más Allá de una enseñanza de las ciencias para científicos: hacia una educación científica humanística. In: *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 4, n. 2, p. 1-31.

VÁZQUEZ, A.; ACEVEDO, J. A.; MANASSERO, M. A.; ACEVEDO, P. (2001). Cuatro paradigmas básicos sobre la naturaleza de la ciencia. In: *Argumentos de Razón Técnica*, v. 4, pp. 135-176.

VÁZQUEZ, A.; APONTE, A.; MONTESANO DE TALAVERA, M.; MANASSERO-MAS, M. A. (2012). La comprensión de la naturaleza de la ciencia y tecnología (CTS) a través de secuencias de enseñanza: Una nueva metodología para determinar la mejora. In: *VII Seminário Ibérico/III Seminário Ibero-americano CTS no Ensino das Ciências*, 7(1), pp. 1-12. Madri. Disponível em: <http://www.oei.es/seminarioctsm/PDF_automatico/F57textocompleto.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2013.

VÁZQUEZ, A.; MANASSERO-MAS, M. A. (2011). Os cientistas constroem explicações: o caso de onde surgem os seres vivos. (Projeto) Enseñanza y aprendizaje sobre la naturaleza de la ciencia y tecnología (EANCYT): una investigación experimental y longitudinal. Disponível em: <<https://www.eancyt.mawidabp.com/>>. Acesso em: 10 mar. 2011.

VÁZQUEZ, A.; MANASSERO-MAS, M. A.; PORRO, S.; RAPP, C. V.; CHRISPINO, A.; MACIEL, M. D.; SEPINI, R. P. (2013). Investigaciones cooperativas ideroamericanas sobre ciencia-tecnología-sociedad: dos proyectos ejemplares sobre evaluación y enseñanza de temas concretos. In: *Revista Iberoamericana de Educación*, Madri, n. 61, p. 77-95.

VOGT, C.; POLINO, C. (2003). *Percepções pública da ciência*. São Paulo: UNICAMP.

Anexo A
Entrevista

Questionário de Estudantes (opinião dos estudantes sobre a unidade didática)

Foi interessante a unidade didática para você?: ()Muito, ()Bastante,
()Pouco, () Muito Pouco (*marcar uma*)

<i>Descreva as razões que justifiquem ter sido para você mais ou menos interessante.</i>
--

Quais aspectos considera MAIS relevantes e, porque razão é MUITO relevante cada um deles?

<i>Aspectos mais interessantes...</i>	<i>Razão pela qual é mais relevante...</i>

Que aspectos considera MENOS relevante e, porque razão cada um foi POUCO relevante?

<i>Aspectos MENOS relevantes...</i>	<i>Razão pela qual é menos relevante</i>

O que você aprendeu com a unidade didática?

Que dificuldade você encontrou para realizar a unidade didática?

Que idéias ou opinião sobre a ciência e tecnologia você deixou de ter ou mudou depois de realizar a unidade didática?

<i>Antes pensava que....</i>	<i>Agora pensa que...</i>

Descreva brevemente com suas palavras, figuras ou mapas seu modelo atual sobre a ciência e tecnologia.

A large empty rectangular box with a thin black border, intended for the student to draw or write their model of science and technology.

Anexo B

Sequência de Ensino e Aprendizagem

TÍTULO: Os Cientistas constroem explicações: o caso de "onde surgiram os seres vivos"		Nº SESSÕES	5
JUSTIFICACÃO / DESCRIÇÃO GERAL (resumo)		NIVEL/ETAPA	
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.		CURSO	
RELAÇÃO COM O CURRÍCULO		ÁREA	Ciências
Parâmetros Curriculares Nacionais		BLOQUE	Seres Vivos
COMPETENCIA(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.			
REQUISITOS			
Insira a UD no conteúdo do currículo que é mais parecido com a questão da UD.			
Tempo	ATIVIDADES (Aluno / Professor)	Metodologia/ organização	Materiais/ Recursos
15'	Introdução-motivação: Apresentação da UD (Objetivos...)	Expositiva	Livre
15'	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		
30'	EXPLICAR Conteúdos: Leitura do texto / Explicar, esclarece e monitorar Tabela completa de dados e explicações / Ajudar e monitorar	Classe Individual Conjunto Comum Debates	Texto leitura Atividade 1*
45'	EXPLICAR Procedimentos: Cada aluno escolhe uma das três posições; escreve argumento a favor de sua posição e contra as outras / o professor monitora e supervisiona; elabora uma tabela final contendo os argumentos a favor e contra.	Individual Fixação Comum	Guias Atividade 2*
45'	Cada aluno escolhe uma das três posições, é agrupado por escolha, cada grupo escreve argumentos a favor a posição escolhida e contra o outro; debate / induz, controla e monitora	Painel e debate entre os 3 grupos	Atividade 3*

45'	<p>Constituição de três grupos iguais de distribuição aleatória de argumentos e papéis por grupo de preparação para o debate, debate / induz, controla e monitora</p> <p>EXPLICAR Atitudes: Participação em grupos e discussões / anota, conduz e supervisiona</p>	Painel e debate entre os 3 grupos	Atividade 4*
30'	<p>EXPLORAR Consolidação: Resumir e avaliar, por escrito, os resultados das discussões e argumentos 1, 2 e 3 / Suporte, conduz e supervisiona</p>	Cada um de os 3 grupos	
	Avaliar		
	<p>Instrumentos (selecionar questões do COCTS para avaliar) 10113 60211 60221 70221 70611 70621 90621</p> <p>Critérios/indicadores Processos da ciência, os cientistas Influência os indivíduos, a construção de explicações científicas, disputas e decisões científicas, o método científico. (As frases adequadas das oferece uma referência, onde o professor deve transmitir, as ideias das frases ingênuas e deve corrigir sobre a temática)</p>	Pré-test /pós-test	COCTS
30'	<p>EXTENDER Atividades de reforço / EXTENDER Atividades de recuperação / EXTENDER Atividades de ampliação Escrever sobre um caso científico que eles sabem onde elas podem ser aplicadas as ideias da UD expostos</p>	Individual	
AVALIAÇÃO / ENSINO reflexão sobre a prática (barreiras, facilitadores, eventos, etc.).			

Colocar um * onde haverá documento(s) adicional para o desenvolvimento do tema.