CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE: COM A PALAVRA PROFESSORES DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA DA EDUCAÇÃO BÁSICA

Adrian Henriques

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Ambiente e Sociedade da Faculdade de Formação de Professores da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ/FFP. Bolsista da CAPES. E-mail: henriques.adr@gmail.com

Luís Fernando Marques Dorvillé

Docente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Ambiente e Sociedade da Faculdade de Formação de Professores da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ/FFP. E-mail: ldorville@gmail.com

RESUMO

O presente trabalho, de natureza qualitativa, buscou identificar e compreender as principais concepções apresentadas por professores de Ciências e Biologia sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade, e suas inter-relações. A partir da articulação entre o referencial do educador Paulo Freire e a Perspectiva CTS para o Ensino de Ciências apresentada por Santos (2007), Nacimento e Lisingen (2006), dentre outros, procuramos discutir as principais implicações destas concepções sobre o processo de Educação Científica e Tecnológica empreendido por estes profissionais em sala de aula. Foram entrevistados cinco professores atuantes em diferentes redes e modalidades de ensino da Educação básica e a partir de um roteiro semiestruturado de perguntas pedimos que estes docentes se posicionassem sobre temas polêmicos e atuais envolvendo aspectos científicos, tecnológicos e sociais, como por exemplo, Transgênicos, Pesquisas com Células-Tronco e Crise Hídrica. Pedimos ainda que analisassem a relevância do tratamento destes assuntos nas aulas de Ciências e Biologia. Os principais resultados mostram que, de maneira geral, os professores possuem pouco conhecimento sobre essas questões: definem Ciência -apenas- como teoria, Tecnologia como um tipo de Ciência aplicada, enfatizando sua dimensão puramente técnica e reservam pouco espaço para a atuação democrática sobre as interações CTS. Acreditamos que tais concepções se mostram potencialmente prejudiciais para a apresentação das inter-relações CTS no ensino de Ciências e Biologia, pois podem levar a um ensino descontextualizado e acrítico dos alunos da Educação Básica, prejudicando assim o potencial formativo da Educação Científica para uma atuação mais crítica e reflexiva nos diversos espaços da sociedade.

Palavras-chave: CTS, concepções docentes, ensino de ciências, ensino de biologia

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A Ciência e a Tecnologia - a partir do séc. XX - tornaram-se cada vez mais presentes no cotidiano das pessoas, sendo principalmente percebidas através de seus produtos e das consequências da sua utilização. Contudo, tamanha proximidade não implica necessariamente no entendimento por boa parte da população em geral a respeito das formas pelas quais tais conhecimentos são produzidos, bem como sobre os objetivos e interesses por trás dos

investimentos que lhes viabilizam a existência. De acordo com Mota (2003), tal entendimento poderia possibilitar às sociedades contemporâneas a capacidade de análise crítica de seus problemas na busca por soluções socialmente responsáveis. Ainda segundo este autor, o esclarecimento sobre questões e aspectos científico-tecnológicos pode ser mais facilmente alcançado através de uma educação científica e tecnológica problematizadora, crítica e historicamente determinada.

Desta forma, levando em consideração o potencial do processo de escolarização tanto para a formação de indivíduos democraticamente ativos (LISINGEN, 2007), quanto para a manutenção e reprodução de desigualdades sociais (BOURDIEU, 1992), procuramos apresentar reflexões a partir das seguintes questões norteadoras: "i) *Que concepções sobre interações CTS possuem alguns dos professores de Ciências e Biologia atuantes na Educação Básica?* (ii) *Quais as possíveis implicações destas sobre o processo de educação científica e tecnológica de seus alunos*?".

Justificamos a relevância de investigações deste tipo a partir da importância assumida pelas discussões relacionadas ao papel social da escola, dos professores de Ciências e Biologia e da educação científica e tecnológica na formação de cidadãos potencialmente mais capazes de mobilizar valores e construir conhecimentos que lhes auxiliem a construir uma atuação mais efetiva em uma sociedade profundamente desigual e assimétrica. Longe de endossar ideais românticos e salvacionistas sobre o processo educacional, acreditamos, contudo, que "*se a educação sozinha não pode transformar a sociedade, tampouco sem ela a sociedade muda* (FREIRE, 2000, p.67)". Como destaca Giroux (2003), segundo a perspectiva freireana, é central a demanda por tornar a ação pedagógica mais politizada, identificando a ligação entre educação e transformação social; fornecer as condições para que os alunos adquiram um conjunto de capacidades críticas a fim de ampliar suas possibilidades de atuação na sociedade e, por fim, recuperar o papel do professor como intelectual de oposição, capaz de fomentar as condições necessárias para encorajar os alunos a aprenderem a conduzir suas ações em vez de serem conduzidos. Porém, abordagens curriculares críticas vão além, como enfatizam Pinhão & Martins (2012), de modificações na estrutura do currículo em função de demandas sociais. A inclusão ou não de determinados conteúdos, muitas vezes de modo fragmentado, não seria suficiente, por si só, para que se estabelecesse no ambiente escolar um compromisso com a tão propalada formação crítica dos alunos para a cidadania. Entendemos assim, que embora alguns conceitos básicos da área de ciências sejam fundamentais para uma compreensão mais aprofundada da relação dos alunos com o mundo em que vivem, um projeto educacional crítico deve ser capaz de articular tais conhecimentos com aspectos da vida social desses

alunos. Para isso são fundamentais abordagens interdisciplinares e multidimendionais dos conteúdos ensinados – com profissionais capacitados a atuarem segundo essa perspectiva – as quais devem ser capazes de levar em conta os múltiplos fatores envolvidos nas questões abordadas, inclusive a partir do entendimento da sua relação com as relações de poder que se estabelecem em esferas mais amplas, além da escola.

Qualquer teoria viável de pedagogia radical não pode ser reduzida ao que ocorre no interior das escolas, mas deve ser entendida em termos de configurações mais amplas das forças políticas, econômicas e sociais que fazem parte da sociedade, devendo enfatizar as limitações institucionais e as formações sociais maiores que se opõem às formas de resistência empreendidas por educadores, professores, estudantes e outros. É crucial para os educadores reconhecer que a resistência é um fenômeno que opera em várias níveis e que não envolve apenas formas diversas e complexas entre estudantes e professores no interior das escolas. Como ressalta Giroux (2003) a resistência não é uma bala mágica que pode ser invocada sempre que se quer asseverar suas credenciais políticas. Na melhor das hipóteses, as teorias da resistência são úteis como ferramentas teóricas altamente matizadas para compreensão e intervenção no interior de estruturas de poder.

É nesta perspectiva de desvelamento e análise crítica das reais condições envolvidas nas inter-relações estabelecidas entre esferas sociais, tecnológicas e científicas, que embasamos nossas análises.

REFERENCIAL TEÓRICO

Entendemos que os significados atribuídos à "Educação científica" variam de acordo com o contexto histórico em que tal conceito é empregado. Alinhamo-nos à perspectiva educacional defendida pelo enfoque CTS para a educação científica e tecnológica que busca a capacitação de seus educandos para o desenvolvimento de valores e construção de conhecimentos que os auxiliem na tomada de decisões responsáveis sobre questões de natureza científico-tecnológica, assim como na atuação social efetiva (SANTOS & MORTIMER, 2002; SANTOS, 2007; 2008). De acordo com Von Lisingen (2007), nesta perspectiva a escola assume um importante papel social que precisa ser rediscutido, pois sobre a mesma recai a tarefa (por vezes árdua) de promover a inserção de pessoas e sociedades em contextos mais amplos, favorecendo assim a convivência intercultural e intersocial, sem, no entanto, se contrapor ao meio sociocultural em que está inserida. Sendo assim, cabe à educação formal, por meio de diferentes disciplinas escolares, fornecer ao alunado uma educação científica e tecnológica que os torne capazes de refletir a respeito destas interações e

suas respectivas implicações, preparando assim os estudantes para uma atuação social e política ativa (AULER, 2002; SANTOS & MORTIMER, 2002).

Autores e pesquisadores da área de Ensino de Ciências e da Educação Científica e Tecnológica, provenientes de diferentes áreas de formação científica, tais como Auler (2003), Auler & Delizoicov (2006), Nacimento & Lisingen (2006), Santos (2007; 2008; 2009; 2011), dentre outros, defendem aqui na América Latina uma visão crítica ao modelo de desenvolvimento vigente a partir de aproximações e diálogos com os ideais progressistas do educador Paulo Freire. Segundo Nacimento & Lisingen (2006), a aproximação entre o referencial Freiriano e a perspectiva CTS visa à formação de educandos potencialmente mais capazes de atuar de maneira consciente na sociedade em que estão inseridos, uma vez que ela se estabelece, em linhas gerais, a partir da *problematização* de temas que fazem parte da realidade dos alunos. Deste modo, agrega-se uma perspectiva interdisciplinar pautada na *dialogicidad*e entre educador e educando, uma vez que o processo deixa de ser desenvolvido sobre o aluno, tornando-o parte ativa do mesmo. De acordo com Auler & Delizoicov (2006) a incorporação de pressupostos freireanos é capaz de proporcionar à educação científica uma dimensão de leitura crítica da realidade, permitindo então uma compreensão ampliada e crítica das interações CTS.

Acreditamos que a problematização das concepções de professores de Ciências sobre as inter-relações CTS materializadas a partir de exemplos reais se faz muito necessária, pois entendemos que para que os docentes possam mediar de maneira mais satisfatória o processo ensino-aprendizagem a fim de possibilitar maior consciência de seus alunos sobre assuntos relacionados a essa temática, é fundamental que estes possuam uma compreensão crítica sobre a mesma (AULER & DELIZOICOV, 2006; FIRME & AMARAL, 2008).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Apresentaremos aqui um recorte de uma pesquisa de monografia de pós-graduação em Educação Básica – modalidade Ensino de Biologia[1], cuja problemática principal centrava-se na identificação e análise de concepções apresentadas por professores de Ciências e Biologia sobre interações CTS, função da educação científica e posicionamentos sobre questões polêmicas envolvendo aspectos científicos, tecnológicos e sociais (HENRIQUES, 2015).

[1] O curso de pós-graduação lato *sensu* oferecido pela Faculdade de Formação de Professores da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ/FFP) se localiza no campus São Gonçalo, cidade metropolitana do Estado do Rio de Janeiro. Maiores informações podem ser encontradas no endereço eletrônico: http://www.ffp.uerj.br/index.php/pos-graduacao/especializacao

Nesta comunicação apresentaremos os resultados obtidos relacionados aos posicionamentos anteriormente mencionados.

Naquela oportunidade, foram entrevistados cinco professores que serão aqui chamados pela ordem em que foram entrevistados – **P1** a **P5** (QUADRO 1). Todos os entrevistados foram alunos do curso de licenciatura plena em Ciências Biológicas da Faculdade de Formação de Professores da UERJ, uma instituição situada no município periférico de São Gonçalo (região metropolitana do Rio de Janeiro).

A coleta de dados se deu por meio de entrevistas semiestruturadas por entendermos que estas possibilitam uma maior interação entre as partes envolvidas e a percepção de informações como linguagem corporal, entonação da voz, entre outras, do que aquelas estratégias metodológicas mais fechadas e de menor contato interpessoal (LUDKE & ANDRÉ, 1986). As entrevistas foram realizadas em um tempo médio de 24 a 45 minutos, e os dados obtidos foram analisados de acordo com o referencial metodológico de Análise de Conteúdo, proposto por Bardin (1977) apud Franco (2012), e que, de acordo com Moraes (1999), favorece o entendimento de textos e mensagens em um nível mais profundo que uma leitura comum. Foram utilizadas as etapas de *(i) Pré-análise* - escolha e organização do material a ser utilizado na investigação, *(ii) Exploração do material* – decodificação e escolha de categorias, *(iii) Tratamento dos resultados* – interpretação de acordo com o referencial teórico e realização de inferências.

Quadro 1: Perfil dos professores entrevistados

	Professora 1	**Professora 2**	**Professor 3**	**Professora 4**	**Professora 5**
Idade	25 anos	25 anos	39 anos	24 anos	27 anos
Formação	Licenciatura em Ciências Biológicas - Mestrado em Biotecnologia	Licenciatura em Ciências Biológicas - Especialização em Ensino de Biologia	Licenciatura em Ciências Biológicas - Licenciatura em Física - Mestrado em andamento em Ensino de Ciências	Licenciatura em Ciências Biológicas - Especialização em Ensino de Biologia	Licenciatura em Ciências Biológicas - Especialização em Ensino de Biologia
Tempo de Atuação / Disciplina	8 meses - Rede Estadual - Ensino Médio - Biologia (Regular)	3,5 anos - Rede Estadual e Municipal - Ensino Fundamental e Médio - Ciências e Biologia (Regular e EJA)	14 anos - Rede Estadual - Ensino Médio - Ciências e Biologia (Normal, Regular e EJA)	2 anos - Rede Particular - Educação Infantil Ensino Fundamental - Ciências (Regular)	7 anos - Rede Municipal - Ciências (Regular)

No que se refere especificamente ao recorte aqui apresentado, pedimos aos que os professores entrevistados realizassem leituras de textos que abordavam de maneira diferenciada, isto é, um defendendo e o outro criticando, ou ainda veiculando preocupações e possíveis implicações relacionadas aos assuntos investigados (QUADRO 2). Buscamos compreender como os docentes materializavam suas concepções quando confrontados com situações reais e polêmicas. Após a leitura dessas manchetes era pedido que os professores se posicionassem, fizessem comentários e expusessem suas opiniões.

Quadro 2: Textos relacionados a temas polêmicos apresentados aos professores entrevistados

Transgênicos	Células-Tronco	Modelo Energético
Texto I Livre Escolha[1]	Texto I Câmara aprova pesquisa com células-tronco[2]	Texto I Vantagens e desvantagens das hidrelétricas causam polêmicas[3]
Texto II Um Problema de Redistribuição[4]	Texto II Cientistas obtêm células-tronco de embrião humano clonado[5]	-

As respostas foram transcritas e analisadas gerando assim reflexões sobre as possíveis implicações para a prática docente destes profissionais, bem como para a formação de seus alunos, a seção seguinte discute os resultados obtidos.

DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Sobre a "questão" dos Transgênicos

Quando convidados a opinar sobre cada um dos textos e, desta forma posicionarem-se, suas respostas apresentaram elementos que nos permitiram identificar três tipos de posicionamentos (***Favoráveis***, ***Potencialmente Favoráveis***, e ***Contrários***). Como a leitura do Quadro 3 nos permite perceber, as professoras **P1**, **P2** e **P4**, se posicionam de maneira favorável sobre os Transgênicos devido a motivos como "eficácia da técnica", apresentando tendências um tipo de percepção acrítica sobre as implicações relacionadas à produção, implementação e potencias consequências dos chamados Transgênicos sobre as pessoas a o meio ambiente como um todo. Já o professor **P3** demonstra uma posição contrária aos Organismos Geneticamente Modificados (OGMs) e destaca em sua resposta aspectos para além da eficácia científica, demonstrando assim uma forte tendência a reflexões mais críticas sobre o assunto. A docente **P5**, por sua vez, apresenta um posicionamento intermediário entre ambas às posturas apresentadas anteriormente, uma vez que ao mesmo tempo em destaca o potencial positivo da técnica, faz uma crítica ao sistema que a produz.

Quadro 3: Posicionamentos, e abordagens didáticas, apresentados pelos professores entrevistados em relação aos Transgênicos

	P1	P2	P3	P4	P5
Posicionamento	**Favorável** "Sou completamente a favor da técnica... Todo mundo já consumiu"	**Favorável** "...nunca parei pra pensar nisso... Até onde sei é uma técnica válida." "...Essa coisa da distribuição é uma questão social, não compete à Ciência"	**Contrário** "Não tem um mínimo de pesquisa que prove que essa coisa é estável" "... vejo como uma ação tremendamente mercadológica que terminará com outras formas de produção..."	**Favorável** "Até onde sei, concordo com esse texto que fala das vantagens, a gente tem muita fome no mundo e se há uma forma, uma técnica que pode gear mais produção de alimento, por que deixar de lado?"	**Potencialmente Favorável** **-** **Tende a criticidade** "... Acho que pode ser bastante válido, e no futuro pode ser fundamental... Mas eu acredito que tem que ter um repensar sério de como distribuir os alimentos...."
Abordagem em Sala de Aula	**"Contextualização" de conteúdos Biológicos** "Interessante... para trabalhar biotecnologia... tornar o conteúdo mais próximo dos alunos"	**"Contextualização" de conteúdos Biológicos** "... acho que é uma forma de dar uma forma ao conteúdo de Biologia que é meio abstrato"	**Ferramenta para desenvolvimento de pensamento crítico sobre o assunto** "...procuro levar outras abordagens, filmes reportagem, debater mesmo..."	**"Contextualização" de conteúdos Biológicos** "pode ser uma maneira de exemplificar os conteúdos..."	**Ferramenta para desenvolvimento de pensamento crítico sobre o assunto** "...tem que levar os dois lados, matérias, reportagens que abordam esse viés socioeconômico, botar pra pensar"

Acreditamos que tal questão vai além do conhecimento científico e tecnológico que permite sua existência, pois de acordo com Harvey (2010), para se falar de Transgênicos e OGMs é preciso ter em mente todo um processo histórico da relação sociedade-natureza e como esta permanece em constante evolução. Dessa forma, um elemento importante a ser levado em consideração é a chamada "Revolução Verde". Tal expressão remete aos anos 40 quando novas variedades de trigo foram produzidas na Cidade do México, até o final do século essas variedades quadriplicaram a produtividade e transformaram o México em exportador de trigo. Alianças entre instituições norte-americanas e governos do sul da Ásia, levaram grãos geneticamente modificados para esta região entre as décadas de 60 e 70, e com o passar do tempo estes foram ganhando espaço no mundo globalizado de produção de grãos para diferentes finalidades.

Entendemos que muito embora a revolução verde tenha sua imagem atrelada a um ideal de solução para a fome mundial, o que se viu de fato com sua expansão e consolidação foi uma sucessão de problemas e impactos ambientais, uma vez que as monoculturas se mostraram mais vulneráveis necessitando assim de maiores investimentos em fertilizantes e pesticidas (como os fabricados pela empresa Monsanto), em irrigação, e afins (HARVEY, 2006). Segundo Davis (2006) há uma forte correlação entre os camponeses separados de sua fonte de subsistência e o processo de "favelização" em países do Terceiro Mundo no inicio do

séc.XX. Segundo este autor, com a consolidação do agronegócio, bastante impulsionado pelo processo anteriormente descrito, os agricultores e produtores familiares que viviam do produziam passaram a condição de camponeses sem terra, já que não podiam competir com tal mega-estrutura. Dessa forma, inúmeros imigrantes de áreas rurais, fugindo da fome e da falta de trabalho no campo, foram obrigados a ocupar áreas periféricas aos centros urbanos, já que não possuíam direito a cidadania e permanência nas cidades, passando então a "cidadãos de última classe", marginalizados e esquecidos.

Levando em consideração estes aportes teóricos, a análise das concepções apresentadas pelos professores se mostra preocupante, pois a maioria deles parece entender que tal questão compete apenas à técnica biomolecular empregada (**P1**, **P2**, **P4**). Entendemos que a adoção desta perspectiva permite o endosso a concepções de neutralidade científica já que, segundo tal compreensão, aspectos sociais, econômicos, culturais e políticos devem ser discutidos por outras instâncias que não as cientificas e tecnológicas (AULER & DELIZOICOV, 2006). Em nossa opinião, mesmo apresentando certa tendência a criticidade, a professora **P5** parece falar do potencial (benéfico) futuro da técnica para resolução dos problemas da fome no mundo, sem refletir de maneira mais profunda sobre o fato destes já fazerem parte da nossa realidade atual, e que grande parte de seus recursos não são empregados para "matar a fome mundial", mas sim no agronegócio desde a produção de papel, passando pelo combustível, até chegar ao setor alimentício de vendas em larga escala.

Por sua vez, o professor **P3** se mostra radicalmente contrário aos Transgênicos, e justifica seu posicionamento apresentado aspectos econômicos, as implicações ambientais e possíveis danos à saúde humana, devido ao pouco conhecimento que se tem de futuras consequências de sua utilização. Tal posicionamento é aquele que mais se aproxima das concepções apresentadas e defendidas pelos textos e autores que aqui nos pautamos.

No que se refere às abordagens didáticas, o quadro anterior nos mostram que os professores diferem quanto ao tipo de finalidade pedagógica atribuída ao assunto. Enquanto os professores **P3** e **P5** são aqueles que mais uma vez se mostram mais abertos a uma abordagem crítica ao considerar em suas estratégias didáticas aspectos além dos "biotecnológicos". As professoras **P1**, **P2** e **P4**, por sua vez, apostam em uma abordagem menos crítica e mais relacionada à tentativa de motivar os alunos através de certa "contextualização", que pode ser entendida como exemplificação que permite melhor entender o conteúdo.

Gostaríamos de salientar que uma postura mais crítica sobre esse assunto poderia auxiliar a compreensão por parte dos alunos da escola básica de que a emergência e utilização

de novas tecnologias que propiciaram inovações nas áreas agrícolas e agrárias não garantiram (nem garantem em si mesmas) a resolução dos problemas da fome no mundo. Sauer (2010), ao dar o Brasil como exemplo, este autor afirma que o cultivo de OGMs reforçou o modelo agrícola vigente - o agronegócio- que vem causando problemas sociais (pobreza, perda de autonomia, exclusão social...) e ambientais (destruição do Cerrado, da Floresta Amazônica) no país. Sendo assim, acreditamos que para se discutir Transgênicos com o necessário grau de profundidade precisamos levar em conta os possíveis impactos do uso de OGMs sobre a saúde humana e ambiente como um todo, já que tais pesquisas são realizadas de maneira muito rápidas devido à pressão do mercado produtivo, bem como em contextos muito limitados, o que potencializa as preocupações sobre suas implicações (LACEY, 2006).

"Sobre o Modelo Energético Brasileiro"

Segundo Sauer (2002), o modelo energético brasileiro mostra-se insustentável e cruel tanto devido a problemas relacionados aos limites naturais dos ecossistemas em que se baseia, quanto no tocante aos fatores e aspectos socioculturais que lhe atravessam. Segundo o autor, a promessa de produção pouco agressiva ao meio ambiente acompanhada de melhorias e ampliações do serviço energético que ganhou destaque no Governo Fernando Henrique Cardoso (1994-2002), não apenas deixou de ser cumprida, como também teve efeitos contrários, isto é, além do aumento tarifário que tanto prejudica cidadãos pertencentes às classes menos favorecidas, inúmeros problemas ambientais relacionados à perda de biodiversidade, destruição de comunidades tradicionais se faz sentir até hoje.

Como pode ser observado no Quadro 4, os professores entrevistados definem o modelo energético brasileiro a partir duas tendência ***Funcional*** (**P1**, **P2** e **P4**) ou ***Disfuncional*** (**P3** e **P5**). Aqueles que percebem o modelo como funcional apresentam maior ou menor tendência a criticidade, isto é, enquanto as professoras **P1** e **P4**, acreditam que a perda da Biodiversidade é "*um preço a se pagar*" ou que não há alternativas viáveis, a professora **P2** atenta para o fato de que já nos encontramos em meio a uma crise hídrica e que há condicionantes econômicos relacionados à manutenção deste modelo. Já aqueles que o definem como disfuncional percebem as relações de poder, os diferentes agentes envolvidos, enfim, dimensões mais amplas e que extrapolam o âmbito "biológico", aproximando-se mais da análise realizada por Sauer (2002).

Quadro 4: Posicionamentos e abordagens didáticas relacionadas ao tema "Modelo Energético Brasileiro" apresentados pelos professores entrevistados

	P1	P2	P3	P4	P5
Posicionamento	**Funcional Tende a naturalização** "É barato e produtivo, mas gera grande impacto. É um preço a se pagar."	**Funcional Tende a criticidade** "...Não muito poluente, mas traz outros impactos... Gera dinheiro, temos muita água... mas um dia a água acaba, já está acabando..."	**Disfuncional** "... é um absurdo o que se perde em biodiversidade, o desrespeito ás comunidades locais, o preço que cobram pela energia elétrica..."	**Funcional Tende a naturalização** "Tem mesmo um impacto absurdo, mas qual seria a solução? Outras formas ou são caras, não existem ainda ou também impactam"	**Disfuncional** "Há muitas relações de poder econômico e políticos envolvidos... Não há preocupação com as populações tradicionais, com a biodiversidade do local..."
Abordagem em Sala de Aula	**"Contextualização" de conteúdos** "Pode servir pra contextualizar as aulas de ecologia, mostrar essa perda de biodiversidade..."	**"Contextualização" de conteúdos** "... Não acho que eu já tenha tratado diretamente, mas pode servir pra exemplificar um conteúdo..."	**Ferramenta para desenvolvimento de pensamento crítico sobre o assunto** "...Reportagem e debates... No currículo não tem muito espaço essa visão mais crítica, no livro didático também não... Então tem que debater, falar, discutir"	**"Contextualização" de conteúdos** "Acho que é um conteúdo do Ensino Médio... mas dá pra aproximar do conteúdo, dar exemplo, tornar o assunto próximo"	**Ferramenta para desenvolvimento de pensamento crítico sobre o assunto** "...O tempo é corrido, mas temos que encontrar tempo pra discutir, sabe? Levar outras visões, perguntar o que eles pensam"

Quanto à abordagem em sala de aula, encontramos novamente tendências tanto a utilizar o tema como uma forma de contextualizar através do exemplo (**P1**, **P2**, **P4**), quanto à utilização crítica desta temática para o desenvolvimento de discussões e reflexões (**P3** e **P5**). Vale ressaltar que de acordo com Santos (2007) a contextualização por si só não garante nem a exata compreensão dos conteúdos, nem a capacidade de pensa-los criticamente. De acordo com o autor, faz-se necessário colocar o aluno no centro do seu processo de aprendizagem, mostrando a ele que vivemos em uma sociedade que sofre influencias e influencia esferas científicas e tecnológicas, apenas assim uma educação científica efetiva pode ser realizada.

"Sobre as Células-tronco Embrionárias"

Quando o assunto é pesquisa com células-tronco de origem embrionária, duas perspectivas entram em conflito: De um lado figuram (i) as possíveis vantagens da utilização de seus resultados tanto na pesquisa básica [entendimento e identificação de substâncias teratogênicas causadoras de má-formação], quanto na medicina regenerativa [emprego no tratamento e cura de inúmeras doenças cardíacas, neurológicas, sistêmicas, entre outras], do outro (ii) encontram-se questões éticas relacionadas a destruição de embriões durante a realização das pesquisas. De acordo com Santos *et al* (2013), ao mesmo tempo em que tais

avanços científicos e tecnológicos suscitam esperança àqueles que possuem doenças limitadoras e/ou letais, também carregam em si um tipo de problema ético para qual a Ciência jamais poderá fornecer um diagnóstico final: a questão sobre o início da vida humana e o estágio em "um embrião em fase de desenvolvimento passa a ser um indivíduo digno de respeito e proteção legal" (p.3).

A análise das respostas a esta temática nos levou a perceber que os professores **P1**, **P3** e **P5** se mostraram favoráveis a pesquisas envolvendo células-tronco, devido ao grande potencial destas para a geração de conhecimento e cura de doenças. Já as professoras **P2** e **P4** mostraram reticentes quanto às implicações de tal empreendimento sobre o direito a vida do embrião utilizado nas pesquisas (QUADRO 5). Em suas respostas, os professores **P1**, **P3** e **P5** ressaltaram a ideia de que não há destruição de fetos formados, ou de embriões em desenvolvimento avançado, mas sim a utilização de embriões que serão descartados, como prevê a legislação brasileira sobre o assunto, que através da Lei 11.105/2005 prevê o descarte, por parte das clínicas de fertilização, de embriões após três anos de congelamento.

Quadro 5: Posicionamento e abordagens didáticas relacionadas à temática "células-tronco" apresentadas pelos professores entrevistados

	Posicionamento	Abordagem Didática
P1	**Concorda** "... acredito que é uma área muito promissora e pode gerar grandes avanços no que se refere a muitas doenças... A polêmica vem da ideia de que os pesquisadores estão matando fetos formados, o que não ocorre"	**Exposição Informativa** "Nunca tratei desse assunto diretamente, mas sempre que surge um questionamento eu levo a visão científica, o conteúdo mesmo... procuro não dar minha opinião"
P2	**Tende a concordar, mas apresenta grandes ressalvas** "Acho que pode ser válido, mas desde que se siga uma ética que proteja a vida humana... acho que podem trazer resultados muito bons... mas lembrando de que devem existir regras que protejam a vida humana em qualquer estágio"	**Exposição Informativa** "Eu não me coloco, levo o conteúdo, explico eventuais dúvidas, é um assunto complicado..."
P3	**Concorda** "... a pesquisa é feita basicamente com embriões congelados que serão descartados, que estão congelados há séculos... Então por que não?!"	**Abordagem Dialógica** "... faz parte do conteúdo, eu mostro o que tem no livro, dou minha opinião, pergunto a deles, levo filmes, reportagens quando dá, e sempre procuro debater"
P4	**Não Concorda** "Se existir uma forma que não custe à vida humana em nenhum estágio aí eu sou a favor, se não acho que devem ser explorados outros caminhos"	**Exposição Informativa** "... de maneira respeitosa e informativa... não é tema com o qual me sinto a vontade. (...)"
P5	**Concorda** "Acho uma besteira negar essa possibilidade que poderia dar novas chances de melhoria de vida... Sou a favor sim, inclusive com células embrionárias"	**Abordagem Dialógica** "o ideal é levar diferentes pontos de vistas, diferentes abordagens, peço a opinião deles, e procuro dar minha quando eles me questionam... (...) o livro didático não aborda esse assunto e quando faz é só conteúdo"

A professora **P2** mostrou alguma inclinação a concordar com a realização de pesquisas deste porte, desde que não colocasse em risco a vida humana. Esta docente demonstrou um claro desconforto com a questão da destruição de embriões em qualquer estágio de desenvolvimento. Por não concordar com tal procedimento (destruição de embriões), a

professora **P4** posicionou-se sumariamente contrária a realização de pesquisas deste tipo, pois, segundo ela, apresentam um custo alto demais a ser pago. Durante suas respostas os docentes apresentaram graus de preocupações diferenciados em relação ao "inicio da vida humana", suas implicações morais e éticas. Podemos perceber, através das análises de suas entrevistas, que os professores apresentam duas tendências de entendimento quanto a aquilo que pode ser considerado marco inicial da vida humana: (i) **P2** e **P4** afirmaram que a vida começa na *concepção*, enquanto (ii) **P1**, **P3** e **P5** afirmaram que o debate deve gerar não em torno da existência de algum grau de consciência por parte do feto, delimitando assim como marco fundamental um *sistema nervoso bem desenvolvido*.

Notamos que tais compreensões influenciaram de maneira bastante direta sobre os posicionamentos docentes quanto à utilização de células-tronco de origem embrionária. Desta forma, por acreditarem que a vida começa na concepção, as docentes **P2** e **P4** procuraram se posicionar contra todo e qualquer tipo de interrupção do desenvolvimento embrionário por entenderem que isso viola o direito a vida. Já os professores **P1**, **P3** e **P5** demonstram acreditar que o feto passa a ter direitos legais quando desenvolve um sistema nervoso, ou seja, ao adquirir algum grau de consciência. Os três profissionais defendem a utilização de embriões que seriam direcionados ao descarte, como prevê a legislação brasileira[2], em pesquisas relacionadas à área da saúde.

Alguns professores (**P3** e **P5**) demonstraram clara insatisfação com o grau de conhecimento sobre Ciência (e Tecnologia) apresentados pela sociedade brasileira, enfatizando inclusive o quanto esse pouco conhecimento se constitui como um obstáculo à efetiva participação dos cidadãos em processos de discussão e debate sobre questões de cunho científico e tecnológico que afetam direta ou diretamente a vida das pessoas e da sociedade como um todo. A professora **P5**, por exemplo, chegou a enfatizar o papel da divulgação científica e da escola neste processo de "instrumentalização" para a ação social consciente e reflexiva. Tal entendimento se mostra, em nossa opinião, bastante compatível com os ideais defendidos educação científica de orientação CTS para a atuação democrática crítica e efetiva (SANTOS & MORTIMER, 2002; SANTOS, 2005; AULER & DELIZOICOV, 2006; SANTOS, 2007; LISINGEN, 2007).

Quanto à abordagem em sala de aula, podemos observar a identificação de duas tendências: Exposição Informativa (**P1**, **P2**, **P4**) e Abordagem Dialógica (**P3** e **P5**). Nota-se que além de optarem por uma abordagem menos interativa, as professoras **P1**, **P2** e **P4**

parecem compartilhar certo desconforto quanto ao tratamento desta temática, pois todas as três apresentaram em suas respostas alguma variação da resposta "*procuro não dar minha opinião*". Já os professores **P3** e **P5** afirmaram apostar em uma abordagem mais interativa, com diferentes pontos de vista e não demonstram nenhum tipo de desconforto. Entendemos que tais assuntos possam ser de difícil tratamento nas aulas de aula, pois suscitam dilemas éticos e morais que vão muito além dos conteúdos científicos. Entretanto, acreditamos que estas discussões podem beneficiar o processo de educação científica empreendido nas aulas de Ciência e Biologia, pois além de auxiliar no desenvolvimento de capacidades argumentativas, criam condições para a mobilização de valores e conteúdos, para a percepção da atividade científica e tecnológica menos ingênuas e deterministas, como também permitem a o exercício de tolerância para com a opinião do próximo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Podemos perceber que ao posicionarem-se sobre exemplos reais alguns professores apresentam maior ou menor tendência a endossar perspectivas de neutralidade e salvacionismo do conhecimento científico e tecnológico. Acreditamos que concepções distorcidas sobre as inter-relações estabelecidas entre as instâncias CTS podem se mostrar potencialmente prejudiciais ao Ensino de Ciências e Biologia, pois se forem mantidas durante o processo de ensino-aprendizagem aumentam as chances de não ocorrem problematizações a respeito dos fatores relacionados à produção, aplicação e consequências destas interações sobre a vida das pessoas. Dessa forma, entendemos que a perpetuação de tais compreensões ao longo do processo de escolarização pode impedir reflexões mais críticas por parte do alunado acerca das interferências científico-tecnológicas em seu cotidiano, podendo gerar prejuízos à sua formação cidadã, bem como sua participação ativa e consciente sobre questões relacionadas à Ciência e Tecnologia.

Entendemos que a Formação Inicial está longe de suprir todas as necessidades formativas daqueles que se graduam, entretanto, acreditamos que o tratamento de questões que envolvem aspectos científicos, tecnológicos e sociais, como aqueles defendidos pela perspectiva CTS para o ensino de Ciências, pode propiciar aos educadores em formação uma maior possibilidade de articular conhecimentos e mobilizar valores favorecendo uma prática mais crítica e contextualizada. Defendemos que reflexões sobre tais temáticas durante a formação de professores (inicial ou continuada) pode contribuir para a construção de visões mais realistas e posturas mais críticas por parte destes profissionais, favorecendo assim sua

atuação e o processo de educação científica que empreendem nas salas de aula de Ciências e Biologia.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a CAPES pelo financiamento desta pesquisa, aos professores que aceitaram participar desta investigação e à professora Drª Tatiana Galieta por seu auxílio à construção desta pesquisa como um todo.

REFERENCIAS

AULER, D. Alfabetização científico-tecnológica: Um novo “Paradigma"?. **Ensaio pesquisa em educação em ciências**, v. 5, n. 1, p. 1-16, 2003.

_____. **Interações entre ciência-tecnologia-sociedade no contexto da formação de professores de ciências**. 2002. Tese (Doutorado) – Centro de Educação/Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002

_____.; BAZZO, A. - Reflexões para a Implementação do Movimento CTS no Contexto Educacional Brasileiro – **Revista Ciência e Educação**, v.7, n.1, p.1-13, 2001.

_____.; DELIZOICOV, D. Alfabetização Científico-Tecnológica para quê?. **Ensaio–Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 3, 2001.

_____.; _____.., Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. **Revistas Eletrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.5, n.2, 2006.

BAZZO, W. A. **Ciência, Tecnologia e Sociedade: e o contexto da educação tecnológica**. Florianópolis: UFSC, 2001.

BOURDIEU, P.; PASSERON, J. **A Reprodução**: elementos para uma teoria do sistema de ensino. 3ª edição. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1992.

CARNIO, M.P.; CARVALHO, W.L.P. **O tratamento de Questões Sociocientíficas na formação de professores de ciências: possibilidades e desafios nas vozes dos licenciandos**. Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC. São Paulo, 2013.

DAVIS, M. **Planeta favela.** São Paulo: Boitempo, 2011.

FIRME, R. N; MARAL, E. M. R. Concepções de professores de química sobre ciência, tecnologia, sociedade e suas inter-relações: um estudo preliminar para o desenvolvimento de abordagens CTS em sala de aula. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 2, p. 251-269, 2008.

FRANCO, M.L.P.B. **Análise de Conteúdo**. 4ª. Brasília: Liber Livro, 2012.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. Paz e Terra. Rio de Janeiro, 2002.

GIROUX, H. A. Public Pedagogy and the Politics of Resistance: Notes on a Critical Theory of Educational Struggle. *Educational Philosophy and Theory*, 35: 5-16, 2003.

HARVEY, D. **O novo imperialismo**. São Paulo: Loyola, 2006.

HENRIQUES, A. **Ciências -Tecnologia - Sociedade (CTS): Com a palavra os professores de Ciências e Biologia da Educação Básica**. (Monografia de Especialização em Educação Básica - Ensino de Biologia), Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Formação de Professores. 56f. São Gonçalo, 2015.

LACEY, H. **Valores e atividade científica**. São Paulo, Discurso Editorial, 1998.

_____. A controvérsia sobre os transgênicos: questões científicas e éticas. **Scientiae Studia**, v. 4, n. 3, p. 373-392, 2006.

_____. O lugar da ciência no mundo dos valores e da experiência humana. **Scientiae Studia**, v. 7, n. 4, p. 681-701, 2009.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. **A. Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MOREIRA, C. A. P. **Ciência-tecnologia-sociedade: implicações para o processo ensino/aprendizagem decorrentes da planificação, comunicação e avaliação em projecto CTS, com alunos do 3. º e 4. º ano e professores do 1. º CEB**. (Dissertação de Mestrado). Instituição de Educação em Psicologia, Universidade do Minho. Braga, 2004.

MOTA, R. *et al*. **Método científico & fronteiras do conhecimento**. Santa Maria: Cesma, 2003.

NACIMENTO, T. G.; VON LINSINGEN, I. Articulações entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o ensino de ciências. **Convergencia Revista de Ciencias Sociales**, n. 42, 2006.

PINHÃO, F.L.; MARTINS, I. Diferentes abordagens sobre o tema saúde e ambiente: desafios para o ensino de ciências. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 18, núm. 4, 2012, pp. 819-836

PONTE, J. Concepções dos professores de Matemática e processos de formação. In Brown, D., Fernandes, J; Ponte, J. (Org.). **Educação Matemática**. Lisboa: Instituto de Inovação e Educação, 1992.

SANTOS, M.E.V.M. Cidadania, conhecimento, ciência e educação CTS: Rumo a" novas" dimensões epistemológicas. **Revista iberoamericana de ciencia tecnología y sociedade**. vol 2.6 (2005): 137-157.

SANTOS, W. I. G. *et al*. **A vida começa aos 14 dias: argumentos de licenciandos de biologia sobre o início da vida humana no contexto das pesquisas com células tronco**

embrionárias. Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC. São Paulo, 2013.

SANTOS, W. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista brasileira de educação**, v. 12, n. 36, p. 475, 2007.

_____. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, v. 1, 2008.

SANTOS, W. P.; MORTIMER, E. F. Uma Análise de Pressupostos Teóricos da Abordagem C-T-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no Contexto da Educação Brasileira. Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências. v. 2, n. 2, dez. 2002.

SAUER, I. Um novo modelo para o setor elétrico brasileiro. **São Paulo: Universidade de São Paulo**, 2002.

SAUER, S. **Terra e modernidade: a reinvenção do campo brasileiro**. Expressão Popular, 2010.

[i] Fontes e endereços eletrônicos relacionados aos textos apontados no Quadro 2.

---

[1] O texto pode ser acessado no endereço eletrônico: http://www1.folha.uol.com.br/colunas/katiaabreu/2014/07/1481421-livre-escolha.shtml

[2]Texto originalmente publicado na Folha de São Paulo, disponível no endereço eletrônico: http://www1.folha.uol.com.br/folha/brasil/ult96u67582.shtml

[3]Apenas um texto foi apresentado visto que o mesmo trazia em seu conteúdo vantagens e desvantagens relacionadas ao tema discutido. Reportagem disponível no endereço eletrônico: http://redeglobo.globo.com/globoecologia/noticia/2013/08/vantagens-e-desvantagens-das-hidreletricas-causam-polemica.html

[4]O texto foi escrito pelo engenheiro agrônomo e professor francês Marc Dufumier e pode ser acessado no endereço eletrônico: eletrônico: http://www.diplomatique.org.br/acervo.php?id=1885&tipo=acervo

[5] Texto originalmente publicado na Folha de São Paulo, disponível no endereço eletrônico: http://www1.folha.uol.com.br/ciencia/2013/05/1279095-cientistas-obtem-celulas-tronco-de-embriao-humano-clonado.shtml