A CONTROVÉRSIA ENTRE O BLU-RAY E O HD-DVD EM AULAS DE FÍSICA NA PERSPECTIVA DA *SOCIAL CONSTRUCTION OF TECHNOLOGY (SCOT)*[1]

The controversy between the Blu-ray and HD-DVD in physics lessons on the perspective of social construction of technology (SCOT).

Douglas Xavier de Andrade [xavierd.fisica@gmail.com]
Instituto de Educação de Goiás, Av. Anhanguera, 1630, CEP:74.643-010, Goiânia, Goiás, Brasil.
Cinthia Letícia de Carvalho Roversi Genovese [cinthiaufg@gmail.com]
Faculdade de Educação, Universidade Federal de Goiás, Campus Colemar Natal e Silva, CEP:74.605-050, Goiânia, Goiás, Brasil.
Luiz Gonzaga Roversi Genovese [lgenovese@ufg.com]
Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Instituto de Física, Universidade Federal de Goiás, Campus Samambaia, CP 131, CEP 74.001-970, Goiânia, Goiás, Brasil.

RESUMO

O duelo entre determinados artefatos tecnocientíficos é um fenômeno característico da sociedade contemporânea que pode ser utilizado em aulas de ciências para promover a compreensão da natureza dos mesmos pelos alunos. Assim sendo, o presente relato expõe o desenrolar de uma sequência didática em uma turma de 2ª Série do EM de uma escola pública do Estado de Goiás, que foi construída em torno da controvérsia que existiu entre os formatos de discos para gravação de dados digitais em alta definição; de um lado o disco *Blu-ray* e de outro o HD-DVD. Tal sequência didática controversa teve sua elaboração apoiada na teoria da Construção Social da Tecnologia (SCOT – *Social Construction of Technology*) a qual propõe um modelo multidirecional para a análise dos processos que leva à construção de artefatos tecnocientíficos. A partir dos dados coletados via Notas de Campo sobre a implementação dessa sequência didática foi tecida uma análise da mesma numa perspectiva qualitativa que evidenciou a participação efetiva e os entendimentos dos alunos, que sinalizam para uma melhor compreensão dos processos vinculados à natureza do artefato tecnocientífico, bem como da sua relação com a sociedade.

Palavras-chave: Artefato Tecnocientífico; Construção Social da Tecnologia; Controvérsia; Sequência Didática.

[1] Apesar da Teoria Social da Construção da Tecnologia (SCOT) ter como foco de análise a sobrevivência ou não dos artefatos tecnológicos, entende-se que a mesma pode ser empregada no estudo de artefatos tecnocientíficos, ou seja, aqueles que nascem no interior da relação intricada entre tecnologia e ciência. Isso se deve a, ao menos, por dois motivos: primeiro, a SCOT é derivada do Empirical Program of Relativism –EPOR– (Collins e Pinch, 2003) que é originário dos estudos que têm como foco a análise do conhecimento científico e, portanto, traz em si elementos desta, sendo que a SCOT integra aspectos da ciência e da tecnologia; segundo, reconhece que a ciência e a tecnologia atualmente estão misturadas (Pinch e Bijker, 1989, p. 20).

ABSTRACT

The duel between certain technoscientific artifacts is a characteristic phenomenon of contemporary society that can be used in science classes to promote understanding of its nature by the students. Therefore, the present report presents the development of a didactic sequence in a class of second high school students of a public school of the State of Goiás which was built around the controversy that had existed between disc formats for recording digital data at high definition; on one hand the Blu-ray Disc and other HD-DVD. Such controversial teaching sequence was supported its development in the theory of Social Construction Technology which offers a multi-model for the analysis of the processes that lead to the construction of technoscientific artifacts. From the data collected on the implementation of this didactic sequence was woven an analysis by its in a qualitative perspective that highlighted the effective participation and the minds of students that signal to a better understanding of the processes linked to the nature of techno-scientific artifact and as their relationship with the society.

Keywords: Technoscientific Artifacts; Social Construction of Technology; Controversy; Teaching Sequence.

Introdução

Formar cidadãos capazes de tomar decisões democraticamente fundamentadas e com poder de transformação sobre e em situações de alto risco que envolvam invenções e inovações tecnológicas e criações científicas é um desafio ‘posto’ a vários segmentos da sociedade, principalmente da educação. Isto porque, aprender a ser, aprender a conhecer, aprender a fazer e aprender a viver juntos (Delors, 1996) não se faz senão sobre e numa sociedade contemporânea altamente marcada pela onipresença da tecnologia e da ciência, ou ainda, da simbiose entre ambas, denominada de tecnociência. Tal compreensão se faz presente tanto nos documentos oficiais que versam sobre a educação brasileira (Brasil, 1996; 1998; 2000; 2002; 2006) quanto em diversas áreas da pesquisa em ensino de ciências, tais como: Alfabetização Científica e Tecnológica (Hodson, 1994; Bybee, 1997; Fourez, 1997; Hurd, 1998; Cajas, 2000; Chassot, 2000; Acevedo-Díaz, Alonso e Mas, 2003; Norris e Phillips, 2003; Gil-Pérez e Vilches-Peña, 2001; Vieira e Bazzo, 2007; Aikenhead, 2009), o movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (Ziman, 1985; Caamaño, 1995; Acevedo-Díaz, 1995; Obach, 1995; Solomon, 1995; Auler e Bazzo, 2001 Collins e Pinch, 2003; Santos, 2007), e as questões sociocientíficas (RAMSEY, 1993; PEDRETTI, 1997; SADLER, 2004a; RATCLIFFE; GRACE, 2003).

Entretanto, atingir esse objetivo tem sido uma tarefa árdua, já que nas escolas boa parte dos alunos menosprezam o estudo da ciência (Matthews, 1995; Fourez, 2003; Crespo e Pozo, 2009). Para agravar ainda mais a situação, muitas vezes, é disseminada uma visão distorcida em relação à sua natureza (McComas, 1998). Os erros são ignorados, as versões de sucesso e genialidade científica são exaltados e a ideia de uma ciência pronta, acabada e estagnada (Gil-Pérez *et al.*, 2001; Cachapuz *et al.*, 2005) é predominante nas aulas de ciências. Se o problema com relação ao conhecimento cientifico já é grave, no que diz respeito ao entendimento da natureza da tecnologia o problema é ainda pior, pois esta é frequentemente desconsiderada em sala de aula (Martins, 2003) permitindo, desta forma, que o entendimento da tecnologia como simples aplicação da ciência, cuja finalidade única é gerar o bem social, seja mantido pelos alunos (Ribeiro, Genovese e Colherinhas, 2011).

Situações desta natureza foram observadas por um dos autores deste trabalho em salas de aula de Ensino Médio quando realiza a disciplina de Estágio do curso de licenciatura em física de uma universidade federal do estado de Goiás. A observação participativa, crítica e reflexiva de tais situações nas aulas de Estágio I e II e com o professor supervisor ao longo do ano letivo de 2013 permitiu que certas angústias associadas ao ensino e à aprendizagem sobre tecnologia saíssem do nível manifesto para o evidente. Para tanto, foram constituídas indagações do tipo: Como exigir que os alunos tomem decisões fundamentais e desenvolvam a capacidade de argumentação se eles não têm oportunidade de praticar tais competências em sala de aula? Como adquirir uma visão mais adequada da natureza da ciência e da tecnologia e suas integrações se a primeira é sempre colocada como um fato (Latour, 2000) e, assim discussões acerca de suas "verdades" são desnecessárias, e a segunda raramente é discutida como também o são as propostas didáticas para o ensino de e sobre tecnologia (Waks, 1990; Ricardo, Custódio e Rezende, 2007).

Acreditando que era possível dar encaminhamento, ao menos em parte, a essas questões problemáticas, foi construída uma sequência didática "inovadora" que problematizava os artefatos tecnocientíficos para uma turma de 2° Ano de Ensino Médio que estava envolvida com as atividades de Estágio.

De forma mais precisa, a ideia era tornar um artefato tecnocientífico algo controverso (Latour, 2000), ou, dito de outra maneira, fazer com que os alunos se encontrassem divididos sobre o encaminhamento de uma problemática tecnocientífica, e, ao procurarem encaminhá-la, mobilizassem juízos de valor distintos daqueles que se pautam em evidências e experiências (Ruddock, 1986). E, assim, procurávamos conseguir tanto a mobilização dos alunos para realização da sequência didática quanto envolvê-los em discussões acerca da controvérsia que promovessem a aquisição de conhecimentos, neste caso, sobre a natureza da tecnociência.

Em particular, o caso controverso utilizado foi o duelo que envolveu os formatos de discos para a gravação de dados digitais em alta definição, que tinha de um lado o HD-DVD criado pela Toshiba, com suporte da Microsoft, Sanyo, NEC e estúdios de Hollywood, como New Line e Universal, e, de outro o Blu-ray, da Sony, que teve parcerias com Apple, Panasonic, Philips, Samsung e Sharp.

Assim sendo, foi construída e implementada uma sequência didática junto a uma turma do 2° ano do Ensino Médio que reconstruiu, num contexto educacional, a controvérsia entre esses formatos de discos para a gravação de dados em alta definição, utilizando elementos fornecidos pela teoria da Social Construction of Technology (SCOT) (Pinch e Bijker, 1987; Bijker, 1995). O desenrolar dessa sequência didática que abordou o duelo entre o Blu-ray e o HD-DVD na perspectiva da SCOT é aqui apresentado na forma de um relato crítico que procura apontar os avanços desses alunos quanto ao engajamento e construção de uma visão mais crítica da natureza da tecnociência.

Social Construction of Technology

Entendendo que é necessário proporcionar aos alunos uma imagem mais adequada e crítica da natureza da tecnologia, distinta daquela que indica que mais ciência e mais tecnologia produzem mais bem estar social, diferente ainda de outra que sinaliza que qualquer pesquisa científica básica em ciências naturais propicia benefícios sociais e, por fim, aquela na qual a informação científica oferece uma base objetiva e segura para a solução de disputas políticas (Sarewitz, 1996), a SCOT foi aqui empregada como base conceitual para a construção da sequência didática sobre o duelo controvertido entre o HD-DVD e o Blu-ray. Em boa medida, tal escolha se deve ao entendimento de que a SCOT procura fugir das explicações convencionais acerca das relações tecnologia-sociedade, essencialmente lineares (ou seja, que o desenvolvimento e funcionamento técnico dos artefatos

foram estabelecidos de forma sequencial, técnica e racional) e que frequentemente culminam em interpretações deterministas tecnológicas ou deterministas sociais dos artefatos exitosos. Nesse sentido, a SCOT propõe um modelo multidirecional de análise dos processos controversos envolvendo a construção dos artefatos exitosos e não exitosos pelos grupos sociais relevantes, ou seja, envolvidos na controvérsia. Processos esses que não são estritamente sociais ou puramente tecnológicos, como colocariam as interpretações deterministas, mas processos sociotécnicos em essência, já que são simultaneamente sociais e tecnológicos (Serafin e Dias, 2010).

> Em SCOT o processo de desenvolvimento de um artefato tecnocientífico é descrito como uma alternância de variação e de seleção. Isto resulta em um modelo "multidirecional", em contraste com os modelos lineares usados explicitamente em muitos estudos sobre inovação e implicitamente em muitas histórias da tecnologia. (Pinch e Bijker, 1987, p. 28, tradução nossa).

A SCOT, enquanto modelo multidirecional, destaca e procura descrever as controvérsias entre grupos sociais relevantes que promovem variação e seleção dos artefatos tecnológicoss. De forma mais precisa, o grupo social relevante que participa ativamente da controversia tecnológica é um termo:

> usado para designar instituições e organizações, bem como grupos organizados ou desorganizados de indivíduos. A principal exigência é que todos os membros de um determinado grupo social compartilhem o mesmo conjunto de significados, ligados a um artefato específico (Pinch e Bijker, 1987, p. 30, tradução nossa).

Nesse sentido, é importante destacar que a leitura de cada grupo (ou mesmo de diferentes indivíduos dentro de cada grupo) a respeito de um mesmo artefato pode ser distinta, gerando semanticamente artefatos também distintos, o que garante a multidirecionalidade do modelo.

Realizada a caracterização do propósito, do contexto e dos participantes do modelo multidirecional da SCOT, a seguir são apresentadas as três etapas que a compõem, a saber, **flexibilidade interpretativa**, **fechamento e estabilização** e **contexto mais amplo**.

A primeira etapa, a **flexibilidade interpretativa**, indica e destaca que:

> os artefatos tecnológicos são culturalmente construídos e interpretados e que não há flexibilidade só na forma como as pessoas pensam ou interpretam os artefatos, mas também na forma como os artefatos são projetados. Não há apenas um caminho possível, ou uma melhor maneira de projetar um artefato (Pinch e Bijker, 1987, p. 40, tradução nossa).

Assim, cada grupo social relevante pode ter visões radicalmente diferentes sobre determinados artefatos tecnológicos, isto é, possuírem interpretações distintas de acordo com o significado que eles atribuem ao artefato.

A segunda etapa, **fechamento e estabilização**, ocorre durante os enfrentamentos dos distintos grupos sociais sobre as diferentes interpretações dadas ao artefato tecnocientífico. Nessa etapa haveria, então, um processo de negociação entre os diversos grupos, influenciado pela arquitetura de distribuição de poder e pelas alianças estabelecidas entre eles, até que ocorra o "fechamento e estabilização" da controversia em torno do artefato tecnocientífico.

Fechamento e estabilização de uma controvérsia podem ocorrer basicamente de duas formas: fechamento retórico, ou então, fechamento por redefinição do problema.

Na primeira, o fechamento retórico

> envolve a estabilização de um artefato e o "desaparecimento" de problemas. Para fechar uma "controvérsia" tecnológica, não é preciso resolver os problemas no senso comum da palavra.

> O ponto-chave é saber se os grupos sociais relevantes veem o problema como resolvido. (Pinch e Bijker, 1987, p. 44, tradução nossa).

Na segunda, fechamento por redefinição do problema, um grupo social, por exemplo algumas mulheres do fim do séc. XIX, defendem e apoiam a inserção de pneus com câmara de ar na bicicleta como elemento de solução para um problema que lhes é significativo, a vibração da bicicleta. Por outro lado, distintos grupos sociais, a saber, engenheiros e esportistas daquela época, rejeitavam a ideia de que pneus com a câmara de ar "solucionassem" o "problema" da vibração da bicicleta, além de acharem aquele artefato cômico por se parecer como uma salsicha (Bijker, 1995). Contudo, esses grupos sociais foram capazes de traduzir o significado e o uso do pneu com a câmara de ar. Tradução realizada por esses grupos quando os mesmos perceberam que o pneu com câmara de ar possibilitava aumentar, em muito, as limitadas velocidades das bicicletas sem pneus com câmara. Enfim, a controvérsia em relação aos pneus com câmara de ar nas bicicletas fechou e estabilizou, quando o problema foi traduzido, ou melhor, redefinido por outros grupos sociais relevantes que não aquele que o propôs incialmente (Bijker, 1987), no caso os esportistas. Neste momento, o significado do artefato é outorgado pelos grupos sociais que obtiveram maior sucesso ao longo do processo de negociação (Serafin e Dias, 2010). Assim, é que tudo numa tecnologia exitosa ou não, do seu planejamento a seu uso, está sujeito a variáveis sociais e, portanto, aberto à análise sociológica.

A terceira parte que completa o modelo, denominada de **contexto mais amplo**, faz referência ao meio sociocultural e político no qual o artefato é desenvolvido (Pinch e Bijker, 1987). Mais precisamente, esse meio sociocultural e político se manifesta na forma de um marco tecnológico, ou seja, uma estrutura que combina valores, teorias aceitas, conhecimentos tácitos, objetivos, práticas de manipulação, usos, estratégias e técnicas que são empregadas pelos grupos sociais atuantes nas controvérsias, portanto na interação dos participantes nos e entre os grupos. Mas, é necessário explicitar que durante a controvérsia sobre um determinado artefato pode-se ter um ou vários marcos tecnológicos dominantes, como também não ser possível explicitar qual deles o é (Bijker, 1987). E mais. O marco tecnológico joga um papel marginal e quase imperceptível na propositura original da SCOT (Klein e Kleinman, 2002).

Metodologia – Contexto escolar e caminhos da investigação

A construção da sequência didática orientada pelos preceitos da SCOT foi realizada ao longo do ano letivo de 2013 num Pequeno Grupo de Pesquisa (PGP) de uma escola pública estadual de Ciclo II e Ensino Médio da periferia de Goiânia (Goiás), no qual foi realizado o Estágio em Física na modalidade licenciatura de uma universidade federal do Estado de Goiás. Por ser um espaço de aproximação e de intersecção dos agentes do campo escolar e do universitário situado na escola (Genovese, 2013) e, portanto, composto pelo professor supervisor, professor de Estágio, estagiários iniciantes e experientes (Genovese e Genovese, 2012), o PGP se constitui como *lócus* frutífero para a construção, desenvolvimento, implementação e avaliação das atividades desenvolvidas nesse Estágio. Dentre tais atividades, está o duelo entre HD-DVD e o Blu-ray.

Nesse sentido, cabe uma breve apresentação do PGP que proporcionou a construção e a implementação de tal sequência didática. A constituição do PGP e, portanto, início das atividades de Estágio foi facilitada pela equipe gestora da escola, pois conforme a diretora: "*_Nossa situação não nos permite abrir mão de nenhum tipo de apoio, principalmente quando vem da universidade. Por isso, fiquem à vontade e podem contar com o nosso apoio. O importante é ocupar a molecada e não deixá-los no pátio em aula vaga!*". A situação à qual a diretora se refere e incita os membros do PGP a enfrentar, é a rotatividade de professores, a precariedade estrutural da escola e a enorme quantidade de alunos andando pelo pátio em horário de aula.

Situação também identificada e descrita pelo professor de física (com contrato temporário) da escola que fora, em outro momento, apresentado pela diretora aos estagiários e ao professor de

Estágio da universidade. Estes, por sua vez, apresentaram as noções gerais do PGP e do Estágio para o professor de física que, após ouvir a proposta aceitou participar do projeto, tornando-se assim, professor supervisor.

No início dos trabalhos (1º. bimestre de 2013) os membros do PGP dialogaram de forma a se conhecerem melhor. Nesse sentido, o professor de Estágio explanou sobre a estrutura do PGP e do Estágio da universidade; os estagiários falaram de seus anseios e dúvidas; e o professor supervisor apresentou algumas características da escola, das quais merecem destaque, a liberdade metodológica e de conteúdo por parte dos professores e ausência de cobrança de índices de aprovação por parte dos gestores da escola, e dos alunos, a saber, apatia e desinteresse pelos estudos e, certo desrespeito às regra de convivência. Nessa etapa, outra situação importante e merecedora de menção, foi a apresentação dos estagiários aos alunos das turmas de física de Ensino Médio que, a partir daí, começaram a acompanhar o trabalho de sala de aula do professor supervisor.

Importante, porque na turma B da 2ª. série de Ensino Médio, o professor supervisor, ao destacar a importância de articular o conteúdo de física com o mundo fora da escola, mais precisamente, a propriedade de dilatação térmica no sistema liga-desliga do ferro de passar roupa, ouviu algumas queixas dos alunos que, em sua grande maioria, se mostravam alheios e apáticos ao assunto abordado. Mais precisamente, as queixas e questionamentos eram os seguintes:

> *_Pra que estudar física? Isso não tem nada a ver com o mundo lá fora e nem aqui dentro!!* (riso da turma), *_Pra que saber essas equações? Onde se aplicam? Dá pra construir o quê com elas?_Tecnologia é ciência aplicada, eu não entendo nem a ciência, quem dirá a tecnologia! _Só sei que preciso ter dinheiro pra comprar a tecnologia, não sei como funciona., _Só gênios fazem ciência. E, os caras que fazem tecnologia?! Esses sim são muito feras.*

No entanto, essas falas fizeram o principal autor deste trabalho, então estagiário, se lembrar de que suas angústias de Ensino Médio eram parecidas, principalmente, aquelas associadas à incipiente compreensão sobre a natureza dos artefatos. Dentre elas, destacaram-se: a falta de significado das equações que estudava, o não entendimento de como funcionavam as tecnologias, o porquê e por quem eram criadas e, ainda, por que determinadas tecnologias se perpetuavam enquanto outras deixavam de existir? Estes desassossegos foram alimentados inclusive no Ensino Superior, já que a maioria das disciplinas do curso de licenciatura em física que realizava não faziam menção ao mundo tecnológico, menos ainda ao tecnocientífico.

Mas, a situação começara a mudar, em certa medida, graças aos diálogos com os membros do PGP. Diálogos que não só o acalmou, já que o desconforto supracitado era, em boa medida, também, partilhado por outros membros do PGP, mas o levou à leitura de textos sobre contextualização (Brasil, 2002; Ricardo, 2010) e alfabetização tecnológica (Waks, 1990; Ricardo, Custódio e Rezende, 1997). Diálogos e leituras que avançaram durante o quinto (Estágio I na universidade) e sexto semestres do curso (Estágio II na universidade) e possibilitaram que o estagiário construísse sua sequência didática. Mais precisamente, a construção da sequência didática sobre a natureza da tecnociência incorporou as reflexões do professor supervisor sobre a turma e a dinâmica escolar, sugestões de leitura sobre motivação por parte dos outros estagiários e, por fim, reflexões e sugestões de leitura, como a da SCOT, por parte do professor de Estágio.

Por fim, a sequência didática foi implementada na turma B da 2ª série do Ensino Médio (22 alunos) no último mês do quarto bimestre do ano letivo de 2013, a mesma sobre a qual o estagiário fez suas primeiras reflexões sobre o ensino da tecnologia na escola.

De forma mais precisa, a sequência didática abordou o duelo entre dois artefatos tecnocientíficos, a saber, o duelo entre o Blu-ray e o HD-DVD na perspectiva da SCOT. A escolha do duelo entre estes dois artefatos deve-se a dois conjuntos de entendimentos que se complementam. O primeiro, sinalizado pelo professor de Estágio e estagiário, é a importância de se

trabalhar com artefatos tecnocientíficos que permitissem abordar conceitos de física contemporânea numa perspectiva da tecnociência em ação (Latour, 2000), manifestada, por exemplo, em duelos controvertidos entre artefatos tecnocientíficos. O segundo, apontado pelo professor supervisor, é a necessidade de se trabalhar em sala com conteúdos de física que possibilitem a contextualização e que, ainda, reflitam e envolvam o foco de interesse, a exemplo dos jogos e vídeos que são assuntos comuns entre os alunos e, frequentemente, atrapalham as aulas.

E, o duelo entre o Blu-ray e o HD-DVD satisfaz tais conjuntos de entendimentos. Mas, ainda era necessário torná-los uma sequência didática que respeitasse preceitos da SCOT. Nesse sentido, foi construída uma sequência didática com as seguintes etapas:

> 1ª. Envolvimento dos alunos para a temática e para a controvérsia: Nessa etapa, o estagiário com o auxílio do professor supervisor lembrou os alunos do interesse que eles têm por vídeos e jogos. E, que os mesmos poderiam permitir o estudo de determinados conteúdos de física e, ainda, apreender, em certa medida, a dinâmica de duelos controvertidos estabelecidos entre fabricantes. Em seguida, o estagiário estabeleceu um diálogo com os alunos sobre jogos e vídeos e apresentou alguns conceitos de física relacionados a gravação de dados. Por fim, apresentou a controvérsia sobre o duelo entre o Blu-ray e o HD-DVD;
>
> 2ª. Constituição dos Grupos Sociais Relevantes (GSR): Nessa etapa, o estagiário com o apoio restrito do professor supervisor e de Estágio apresentou a ideia geral da simulação da controvérsia entre o Blu-ray e o HD-DVD. Posteriormente, montou com a participação dos alunos os GSR e objetivos e "regras" do duelo;
>
> 3ª. Estudo e construção das estratégias de convencimento pelos grupos: Nessa etapa, os alunos em seus GSR estudaram e montaram estratégias de convencimento para vencer o duelo entre o Blu-ray e o HD-DVD;
>
> 4ª. Fechamento e estabilização da controvérsia: Nessa etapa, os alunos se enfrentaram mobilizando estratégias e argumentos diversos tentando convencer os outros GSR e, desta forma, fechar ou estabilizar a controvérsia;
>
> 5ª. Reunião para análise coletiva do processo vivenciado pelos alunos dos GSR: momento em que os alunos analisaram o processo de implementação e execução da Sequência Didática. Tal momento de auto-compreensão para os envolvidos, permitiu ao estagiário, professor de estágio e professor supervisor avaliarem a capacidade argumentativa e o entendimento acerca da natureza da tecnociência por parte dos alunos.

Ao término das aulas das etapas supracitadas o estagiário, o professor de Estágio e o professor supervisor registravam a realidade vivida e observada em Notas de Campo ricas em detalhes (Bogdan e Biklen, 1994) de forma a possibilitar a compreensão das características do contexto e do significado que os sujeitos, no caso os alunos, atribuem às ações que realizam (Erickson, 1998) no e entre os GSR vinculados ao duelo entre o Blu-ray e o HD-DVD. Em seguida, os dados registrados nas Notas de Campo foram lidos, discutidos e analisados em reuniões no PGP, tendo em vista identificar elementos que sinalizassem avanços dos alunos quanto ao engajamento nas aulas de física e a construção de uma visão mais crítica da natureza da tecnociência. Outra ação realizada nas reuniões no PGP foi a estruturação e discussão iniciais do presente trabalho que é aqui apresentado.

Cabe indicar que, para além do foco inicial do relato, outro aspecto merece ser explicitado, a saber, os membros do PGP produziram informações e conhecimentos sobre a universidade e a escola que permitem promover uma transformação das mesmas. Diante do exposto é razoável apontar que a construção do presente relato tem marcas de uma investigação que além de qualitativa, se mostra também ativa, colaborativa, compreensiva, crítica e transformadora da

realidade educacional escolar e universitária aos moldes da investigação-ação de cunho educacional (Mion e Saito, 2002).

Apresentação e análise da sequência didática

1ª. Etapa: Envolvimento dos alunos para a controvérsia

Na primeira etapa da sequência didática procurou-se chamar atenção dos alunos de forma a envolvê-los para o duelo controvertido entre os leitores de gravação Blu-ray e o HD-DVD. Para isto, o estagiário começou as atividades fazendo uma pergunta sobre jogos e vídeos, assuntos que frequentemente os alunos conversavam na sala. A pergunta era: *_Vocês gostam de jogos? E vídeos?* Imediatamente os alunos voltaram sua atenção para o estagiário. O Aluno 1 respondeu, depois de certo silêncio da sala: *_Eu gosto de jogos, Não saio da Lan House!* Em seguida, outros alunos também sinalizaram positivamente ao questionamento.

Aproveitando a atenção de boa parte da sala, o estagiário fez outra questão: *_Como será que os jogos e vídeos são armazenados num pequeno CD ou DVD? Como cabem tantos dados de um jogo num objeto "tão pequeno"?* Os alunos ficaram olhando em silêncio para o estagiário. O Aluno 5 respondendo ao estagiário exclamou e perguntou: *_Nunca tinha pensado nisso rapaz! Como o jogo cabe lá dentro?*

Nesse momento o estagiário, o professor supervisor e professor de Estágio aproveitaram para falar da ideia de problematizar a construção do artefato tecnocientífico "leitor de dados digitais" e, ao mesmo tempo, trabalhar determinados conceitos de física nas aulas. Os alunos não se mostraram contrários à proposta, já que para o Aluno 15: *_Isso* (a proposta) *deve ser melhor que as normais de cópia do quadro!*

Dando continuidade às atividades, o estagiário salientou que um dos focos da proposta é discutir como um artefato tecnocientífico, no caso um tipo de leitor de dados digitais, sobrevive enquanto outro é deixado à margem da história. Procurando surpreender os alunos, perguntou: *_Sempre existiu um só tipo de aparelho leitor de DVD? O Blu-ray? Por que o HD-DVD não sobreviveu?* Nesse instante, o Aluno 1 falou: *_Poxa! Vai ser legal saber essas coisas!* Boa parte dos alunos balançaram a cabeça em sinal de concordância com a fala do colega.

Tal situação possibilitou ao estagiário o início da apresentação, no projetor (data show), dos conceitos de LASER, ondas, frequência, amplitude, fóton, quantização e byte, além dos processos de gravação desses discos, bem como de seus leitores e gravadores. Pois como alerta Reis (1999, p.109) "é necessário contextualizar os alunos sobre a controvérsia, pois, a disponibilidade de informação adequada e diversificada impede a simples 'exploração conjuntas de ignorâncias' ".

Não por acaso, durante a explicação do funcionamento do LASER, os alunos foram bastante participativos, trazendo diversos exemplos nos quais o utilizaram e/ou vivenciaram, tais como: nas cirurgias de catarata da avó, no leitor de código de barras do supermercado e até mesmo para apagar as luzes da cidade ou atrapalhar o árbitro no campo de futebol.

Após explicar o funcionamento do LASER[1] foi mostrado como ocorre o processo de gravação e leitura de dados em um CD (Doria; Marinho, 2006). Nesse momento, os alunos se surpreenderam. Ficaram espantados com a forma com que ocorre a codificação do som via a utilização de apenas dois algarismos (bits 0 e 1) com os quais se cria uma sequência para representar os sons. O Aluno 3 disse o seguinte:

> *_Professor o senhor só pode tá brincando. Se com dois números 0 e 1 é possível fazer todas as contas, por que eu tive que aprender a fazer com 10? Tô chocado.*

[2] LASER: Amplificação da Luz pela Emissão Estimulada de Radiação (Valadares, Chaves e Alves, 2005)

> *Uma sequência de zeros e uns faz muita coisa, fala sério... Pensei que os números só serviam para saber quanto o cara da padaria devia me voltar de troco.*

É importante ressaltar que mesmo sendo assuntos complexos os alunos mostraram maior interesse. Ao menos é isso que sinalizam as seguintes falas:

Aluno 20: *_Física é isso também! Essa amplificação da luz LASER!? ... Por que temos que estudar aquelas polias ao invés dessas coisas interessantes?;*

Aluno 12: *_Por que não tem isso no meu livro?*

Aluno 4: *_Tá bom demais para ser verdade... Daqui a pouco vêm aquelas equações que eu não entendo....*

Falas que também indicaram que o clima de apatia da sala estava mudando, pois os Alunos 12 e 4, por exemplo, que pouco participavam das aulas, começaram a interagir e tecer perguntas e comentários, indicando o quanto a Física Moderna e Contemporânea (Ostermann e Moreira, 2000) e a discussão de artefatos tecnocientíficos são capazes de despertar a curiosidade e o interesse dos alunos.

Dando continuidade à apresentação da temática, foi perguntado aos alunos se eles conseguiam imaginar uma forma de aumentar a quantidade de dados gravados sem aumentar o tamanho do disco, que foi basicamente o que ocorreu da passagem do CD (que armazena 700 MB de dados) para o DVD (que armazena 4,7 GB de dados). Alguns alunos disseram que talvez tivesse ocorrido uma mudança na forma de codificar os sons, isto é, houve uma melhoria no processo de gravação e leitura das sequências de 0s e 1s. Dentre eles, o Aluno 17 disse: *_Tem como modificar aquelas sequências lá né? Talvez tem como colocar menos 0's e 1's para fazer a mesma coisa, acho que chama codificação...*

Foi dito a eles que houve sim uma mudança na modulação do som e das imagens, mas, que a maior capacidade de armazenamento de dados não era atribuída somente a isto. A controvérsia continuava. Então, o Aluno 20 disse:

> *_Professor, o senhor explicou que o LASER tem um certo comprimento de onda e que a largura do feixe está relacionada com este comprimento de onda, certo? Se diminuírem o comprimento de onda da luz desse LASER, colocando no ultravioleta por exemplo, é como se a "ponta" utilizada na gravação fosse menor... acho que assim é possível colocar os riscos mais pertos e então fazer mais riscos no mesmo tamanho do disco. Será que funciona?*

Neste momento da aula o estagiário, o professor supervisor e professor de Estágio ficaram bastante surpresos, pois esta fala foi um grande indicador do interesse dos alunos pelo assunto e apontava o entendimento de conceitos físicos.

Surpresa que não impediu que o estagiário aprofundasse o entendimento apresentado. Assim, o estagiário disse que a hipótese estava correta e apontando para o espectro eletromagnético projetado na sala, afirmou que a variação do comprimento de onda da luz do LASER não foi do vermelho para o ultravioleta e sim do infravermelho (780 nm) para o vermelho (650 nm). Nesse sentido, é importante mencionar que certos alunos demonstraram capacidade de demonstrar conclusões apropriadas a partir de situações e dados recebidos, que é uma das competências avaliadas inclusive no Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) (Jiménez, Bugallo e Duschl, 2000)

Entendendo que grande parte dos alunos já havia compreendido de forma bastante satisfatória o funcionamento do CD e do DVD, o estagiário fez a seguinte pergunta para a turma:_ *O que acontece quando estamos assistindo a um vídeo no "YouTube", um que não tenha uma boa qualidade, e então maximizamos a tela?* Os alunos, quase uníssonos, responderam que a qualidade

ficava ainda pior. O estagiário continuou perguntando: *_Então, o que aconteceria com a imagem se a quantidade de dados gravados no DVD fosse reproduzida numa televisão de alta definição de 42 polegadas?* Prontamente, alguns alunos responderam que a imagem não ocuparia a tela inteira, enquanto outros disseram que os *pixels* não ficariam marcados. Mas, o interessante é destacar que a discussão entre eles foi longe mostrando, assim o quanto a problematização de artefatos tecnocientíficos atuais são propícios para incitar situações controversas e capazes de promover a capacidade de argumentação dos alunos.

Com a intervenção do estagiário e do professor de Estágio na discussão, os alunos foram levados a perceber possíveis relações entre o surgimento das televisões de alta definição (HD-TV) e a necessidade de se criar discos com maior capacidade de armazenamento de dados que o DVD como, por exemplo, o Blu-ray e HD-DVD. Nesse momento, foi perguntado aos alunos se seria possível gravar mais dados num formato Blu-ray ou HD-DVD. Dessa vez as respostas foram ainda mais contundentes, quase todos os alunos responderam que sim, desde que fosse diminuído o comprimento de onda da luz do LASER utilizado. Ou, nas palavras do Aluno 8:

_Blue-ray do inglês significa raio azul, então eles devem ter utilizado um LASER de cor azul agora, estou certo?

O estagiário respondeu que sim. No entanto, explicou que não foi apenas a empresa Sony, produtora do Blu-ray que tinha pensado tal alternativa, a Toshiba havia também criado um leitor e um disco que utilizava o LASER também da cor azul que era o chamado HD-DVD (High Definition-DVD). E, após várias disputas entre dois formatos de gravação, o Blu-ray prevaleceu. Enquanto, o HD-DVD foi extinto.

Foi perguntado aos alunos se eles sabiam o motivo da "vitória" do Blu-ray sobre o HD-DVD. Inicialmente o silêncio foi quase total. Porém, logo começaram a aparecer algumas tímidas hipóteses que convergiram para o entendimento de que deveria ser a qualidade o fator determinante, ou seja, o aspecto técnico. Sendo assim, o artefato que prevalece é sempre o melhor, ou seja, o que possui melhor qualidade. Entendimento que indica uma visão ingênua acerca dos processos relacionados à produção/disseminação de artefatos, reforçando uma visão determinista da tecnologia (Dusek, 2009), ou melhor, da tecnociência. Como o do Aluno 8: *_Aaah professor essa é fácil! É tipo daquela coisa lá da biologia em que o mais forte sobrevive, o Blu-ray com certeza era melhor tecnicamente. Isso é um processo que não tem controle!*

Mesmo encerrando uma visão equivocada da teoria da evolução, foi dado prosseguimento à discussão, pois a ideia era problematizar o que é ser mais forte. Portanto, o estagiário replicou: *_Quais são os parâmetros que são utilizados para medir a "força" do artefato tecnocientífico? Qual foi a superioridade do Blu-ray sobre o HD-DVD?* E de novo, a maioria dos alunos afirmou que a superioridade era a qualidade. Então, o professor supervisor: *_Mas quem decidiu qual tinha melhor qualidade? Quem fez a comparação entre custos e benefícios; vocês chegaram a saber e/ou participar disso?* Enfim, tais questionamentos os instigaram e motivaram para a simulação do duelo controvertido, ao ponto de expressarem entendimentos do tipo:

Aluno 12: *_Eu não decidi nada, não tinha pensado nisso, é verdade mesmo, quem decidiu por mim? Foram os técnicos? Ou fabricantes? Puxa!*

Aluno 20:*_Nem fiquei sabendo do HD-DVD; sempre que vi na televisão foi sobre o Blu-ray, pensei que fosse o único.*

Aluno 8:*_Será que isso acontece só com o discos? E essas outras coisas tipo televisão, celular... será que não nos deixam saber tudo?*

No entanto, como salientou o estagiário:

> *_Precisamos avançar na compreensão desses processos de confrontos entre artefatos tecnocientíficos, tendo em vista que vocês* (alunos) *já demonstram ter certo conhecimento e compreensão do processo de constituição dos artefatos tecnológicos. O que vocês acham da gente simular e ver como podemos participar mais efetivamente dos mesmos?*

Os alunos, por sua vez, concordaram rapidamente com a proposta.

2ª. Etapa: constituição dos Grupos Sociais Relevantes (GRS)

Desta forma, foi dado início à segunda etapa, ou seja, a constituição da simulação do duelo Blu-ray *versus* HD-DVD, tendo como fundamentos os elementos da SCOT. Para tanto, foram criados e selecionados com a participação dos alunos da turma cinco Grupos Sociais Relevantes (GSR). Os quais foram denominados pelos seguintes nomes: Sony (GSRS), Toshiba (GSRT), Hollywood (GRSH), Warner (GSRW) e Consumidores (GSRC), sendo os GSRT e GSRH representantes das produtoras de filmes, e, portanto, grandes consumidoras em potencial.

Cabe mencionar que outros grupos foram sugeridos, no entanto os alunos acharam por bem fazer o duelo com os apresentados acima, tendo em vista, evitar fragmentação e exclusão dos colegas da turma no decorrer das discussões. De tal sorte, que os alunos se esforçaram e aceitaram formar grupos, dentro do possível, com alunos de diferentes perfis. Do ponto de vista do estagiário, professor supervisor e professor de Estágio a quantidade de grupos poderia ser maior. Mas, acataram a sugestão dos alunos por acreditarem que diferentes interpretações, oriundas da flexibilidade interpretativa dos artefatos, levariam, posteriormente, à constituição de novos grupos. Suposição que veio a ocorrer e é apresentada nas Figuras 1 e 2. Figuras que não só apresentam os principais grupos sociais relevantes que surgiram e participaram da controvérsia como também sinalizam os problemas destacados por cada um deles.

Após a criação, os alunos escolheram livremente os GSR que gostariam de ingressar. Nesse momento o Aluno 15 diz: *_Agora sim! Agora vou poder começar a escolher, a participar e decidir os rumos das coisas!* Já o aluno 17 diz:*_ professor! Quero ser do grupo da Sony, quero ver como acontece lá, como se convence o pessoal a comprar.* Falas que além de apontar para o início da superação do determinismo tecnológico, também sinalizam entendimentos de que a proposta pautada pela SCOT oferece condições para a construção de argumentos e a participação na tomada de decisão por parte dos alunos.

Entendimentos que novamente se apresentam no momento em que os alunos discutiram e explicitaram as ações e "regras" básicas que nortearam o duelo entre os artefatos via os GSR. Já que os alunos, com auxílio pontual do estagiário, professor supervisor e professor de Estágio, decidiram estruturar o duelo da seguinte forma: estudo dos artefatos, construção de estratégias de convencimento, enfrentamento dos GSR por meio do uso das estratégias. E mais, decidiram também que os GSR deveriam obedecer a seguinte regra durante o duelo: os integrantes dos GRS poderiam utilizar todas as formas de convencimento possíveis para vencer o duelo, desde que o outro GSR não as questionassem, como por exemplo, a busca de parcerias, os jogos de poder. Ao ver dos alunos e do estagiário, tal regra permitiria que o duelo fosse mais realista e, portanto, mais próximo da natureza da tecnociência e, ainda, aumentasse o espírito de competitividade entre os grupos Sony e Toshiba e, consequentemente, na próxima etapa da sequência didática.

Um ponto que merece atenção foi que durante a escolha dos membros dos GRS, o grupo que representava a Sony se esforçou muito para que o aluno 14 fosse integrante do grupo, pois segundo eles, a beleza do aluno e a influência que ele tinha sobre as meninas da sala poderia ser muito favorável a eles na disputa. Como podemos perceber nas falas seguintes:

Aluno 12_ Precisamos muito do fulano, pois, ele convencerá todas as meninas sem trabalho nenhum, mesmo que isso não tenha nada a ver com o aparelho!

Aluno 13_ Seria um desperdício se ele ficasse no grupo dos consumidores, aqui ele será nosso garoto propaganda.

Falas estas que indicam que além de participarem dos rumos da construção da identidade de um artefato tecnocientífico, os mesmos procuraram e perceberam que estavam montando regras para favorecer um grupo em particular. É o que evidencia a fala do aluno 15:_ *Mas, professor, assim fica fácil! Desse jeito o grupo deles (Sony) ficou em vantagem! A escolha dessas regras são tendenciosas!!*

Enfim, nesta etapa pode-se sinalizar que os alunos começaram não só a entender que poderiam decidir os rumos dos artefatos tecnocientíficos, como também a exercer conscientemente estratégias de convencimento que lhes favoreçam de modo a vencer a disputa.

3ª. Etapa: estudo e construção das estratégias de convencimento pelos GRS

O envolvimento dos alunos na construção das regras e, portanto, na disputa entre os Grupos levou os alunos a iniciar a terceira etapa da sequência didática, ou seja, estudo e construção de estratégias de convencimento pelos grupos. Nesta etapa os grupos pesquisaram as características dos seus produtos e definiram os pontos que utilizariam a seu favor, os que esconderiam e as estratégias que utilizariam para convencer sobre as "qualidades" e "vantagens" de seus produtos.

O início dessa etapa se deu pela consulta, no laboratório de informática da escola, em diversas fontes de informação tais como: *Wikipédia*, *How Stuffs Works*, Superinteressante, vídeos no *YouTube*, *Yahoo* respotas, e outras. Nesse momento os alunos perceberam que era difícil encontrar informações, o Aluno 01, por exemplo, diz:_ *Ahh, mas assim fica difícil professor, nesse site aqui* (aponta para a tela do computador) *tá falando uma coisa e nesse, outra. Em qual acreditar? Naquela que me for mais útil?... Já sei! Posso ver a fonte, os autores, a que grupos essa informação está vinculada.* Professor: *Muito bom!* Já o Aluno 03, diz:_ *Se não têm informações confiáveis como decidir qual é o melhor? Aff! Vou ter que procurar em outro lugar que não faça tanta propaganda.*

Percebemos que os alunos encaminharam para um entendimento, mesmo que limitado, de que havia informações divergentes sobre tais artefatos, pois as informações estavam envolvidas com disputas comerciais e que, nestes casos, os consumidores são "aleijados" de informações sobre a construção dos artefatos que poderiam auxiliá-los na hora da compra, ou ainda, do uso. Percebemos ainda, que os alunos procuraram sites e revistas mais confiáveis tendo como parâmetro a fonte e o interesse dos mesmos, ou seja, eles se mostraram mais seletivos e críticos com relação à origem das informações.

No que diz respeito a esconder informações ou ponto fraco do artefato e/ou do grupo, o diálogo entre o Aluno 12 e o Aluno 13 do GSRS é esclarecedor:

_Se ambos utilizam o LASER azul, por que um pode gravar mais que o outro? Não entendi essa parte!

_Eu também não! Assim, acho melhor a gente falar do LASER e pouco da forma de gravação, pelo menos até a gente encontrar a resposta para isso!

Tal diálogo entre os alunos sinaliza para um rompimento de uma visão neutra e perfeita da atividade tecnológica e científica ao perceberem a influência de aspectos sociais, como interesses pessoais e de grupos em relação à construção do aparato tecnocientífico, interferem na sua apresentação para a sociedade.

O Aluno 06 disse ainda:

_Parece que eles tinham os mesmos conhecimentos científicos, mas se diferenciaram nas técnicas. Não é verdade?

_Professor, muito estranho isso! Entendi o que o senhor explicou do LASER, também do gravador dos discos. Me pergunto, por que essas disputas não aparecem pra gente. Outros interesses..., né?

Pudemos notar, a partir dos parágrafos anteriores, que alguns alunos conseguiam arrazoar hipóteses, dar explicações e construir modelos baseados nas informações que haviam recebido, aproximando, portanto, do raciocínio argumentativo apontado como um dos objetivos do ensino das ciências (Jiménez-Aleixandre, Bugallo-Rodríguez e Duschl, 2000). Mais do que isso, formularam perguntas para suprir suas dúvidas.

Para que a discussão não ficasse restrita apenas aos grupos GSRS e GSRT, pedimos que os demais grupos se preparassem para fazer perguntas e, principalmente, adquirissem conhecimentos suficientes sobre os produtos para que não fossem "enganados" pelos grupos (GSRS e GSRT).

Dando continuidade à preparação para o "duelo" os grupos definiram, ainda, uma equipe de marketing, a qual tinha a finalidade de realizar a comunicação entre as empresas e os consumidores. Eles criaram logotipos de suas marcas, colaram cartazes na sala de aula como forma inicial de divulgação.

Aluno 12_ Então... se não divulgarmos, o pessoal não fica sabendo e então não tem como convencer ninguém.

Aluno 09_ Colar cartazes é uma boa opção já que a rádio da escola não está funcionando. Se estivesse poderíamos agendar um tempo para ir lá fazer propaganda...

Ao final do tempo reservado para pesquisa sobre as características do Blu-ray e do HD-DVD e criação de estratégias de convencimento, ficou claro que o GSRT utilizaria o preço mais acessível do HD-DVD em seu favor e daria papel secundário ao menor espaço para gravação. Além disso, atacariam a "sensibilidade" alta para arranhões do Blu-ray. Já o GSRS optou por utilizar o maior espaço para gravação de dados. O Aluno 13, por exemplo, diz:_ *Vamos dizer que se comprarem (os consumidores) o HD-DVD, que só grava 15 Gigas, em pouco tempo terão que trocar pelo Blu-ray, pois ele já superou a capacidade de armazenamento do HD-DVD.* Além disso, decidiram que já de início colocariam o aluno 14 para apresentar o Blu-ray e, assim, convencer as meninas dos outros grupos.

4ª. Etapa: fechamento e estabilização da controvérsia

Foi reservado, então, um espaço para que a controvérsia se desenrolasse e para que os grupos GSRS e GSRT colocassem seus produtos no mercado iniciando assim a quarta etapa da sequência didática. No entanto, é importante destacar que até esta etapa não foi possível caracterizar a presença de um ou vários marcos tecnológicos estruturados, já que os grupos estavam mais preocupados em entender seus produtos e pensar em estratégias de convencimento do que propriamente dar as características do seu grupo ao artefato a partir de seus interesses. A seguir é descrito o desenrolar da controvérsia até culminar com a sua estabilização ou fechamento.

Nessa etapa foram utilizadas as mais diversas formas de convencimento por parte do grupo GSRS e do GSRT que haviam sido discutidas e analisadas na etapa anterior (etapa 3). Inicialmente a preocupação destes grupos (GSRS e GSRT) foi a de buscar parcerias com as produtoras de filme, no caso representadas pelos grupos da GRSW e GRSH, e só no fim eles se preocuparam em se dirigir aos cidadãos propriamente ditos.

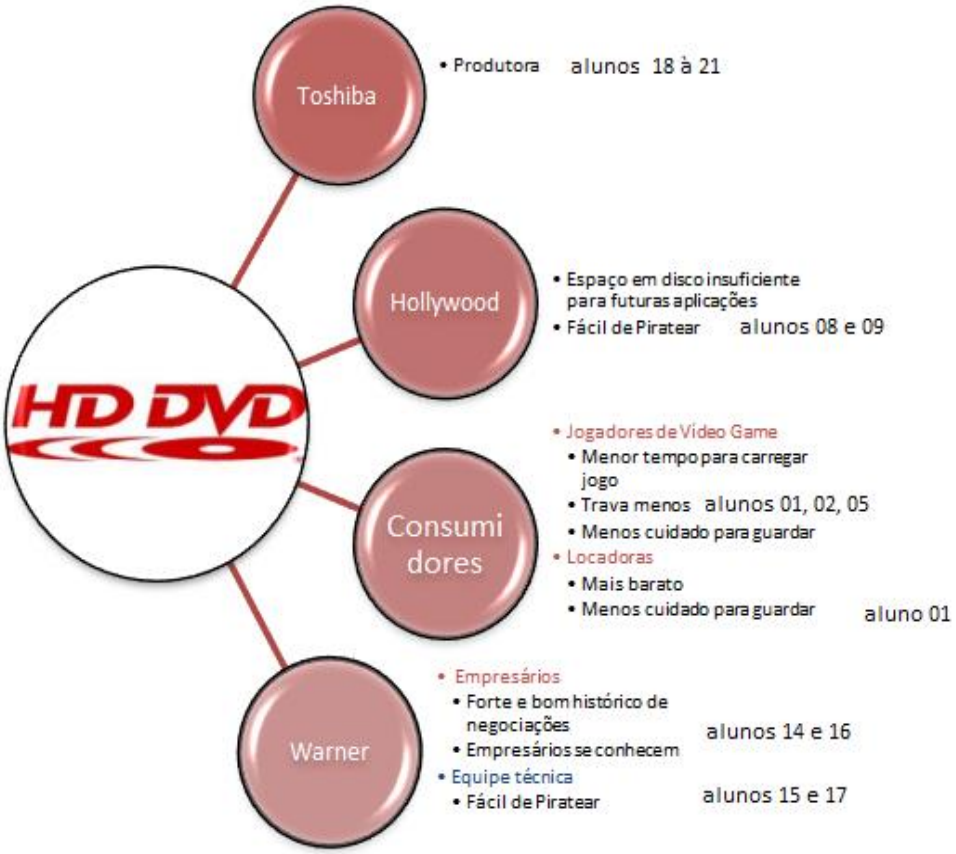

Fig.1 – Alguns grupos sociais relevantes e problemas ligados ao HD-DVD, que apareceram durante o processo de desenvolvimento dos discos para gravação em alta definição na simulação realizada em sala de aula.

O GSRT estabeleceu que era importante convencer primeiro as produtoras de filme porque assim se mostrariam mais fortes aos consumidores. Já que estas seriam capazes de "impor" suas vontades aos consumidores via propagandas com, por exemplo, a participação de especialistas. Isto porque conforme aponta o Aluno 16: *_Os consumidores têm menos condição de questionar as características técnicas do aparelho. É o que as empresas fazem com a gente!* Nesse sentido, os alunos do GSRT perceberam a importância de conseguir aliados, e assim, agregar valor ao seu produto. No fundo eles estavam tentando fazer o fechamento da controvérsia, via o uso da retórica expressa na quantidade e diversidade de grupos que defendem tal artefato. Reforçando a ideia de que não apenas a qualidade do produto, sua tecnociência, é importante, mas também são relevantes os fatores sociais.

Argumentos dessa natureza evidenciam que os alunos caminharam na direção do uso e entendimento das relações de poder entre empresas tecnológicas e também da imposição destas sobre os cidadãos. Foi possível notar ainda que os alunos estavam muito mobilizados em defender seus grupos, pois mostraram grande disponibilidade de leitura, pesquisa e curiosidade.

Neste período, GSRS e GSRT, buscaram parcerias com GSRH e GSRW. As negociações entre os grupos não foram em aberto, os alunos preferiram enviar um membro para conversar com as produtoras de filme e realizar suas propostas, pois desta forma ficaria mais real, já que segundo o Aluno 20: _ *Não tomamos parte dos processos de negociação, tampouco sabemos por que determinada empresa recebeu apoio de outra*. O aluno encarregado de fazer a mediação entre o GSRS e as produtoras de filme, foi o aluno mais simpático da turma, nos indicando assim,

novamente, o fato de que eles estavam utilizando estratégias de retórica para disputar e, portanto fechar a controvérsia.

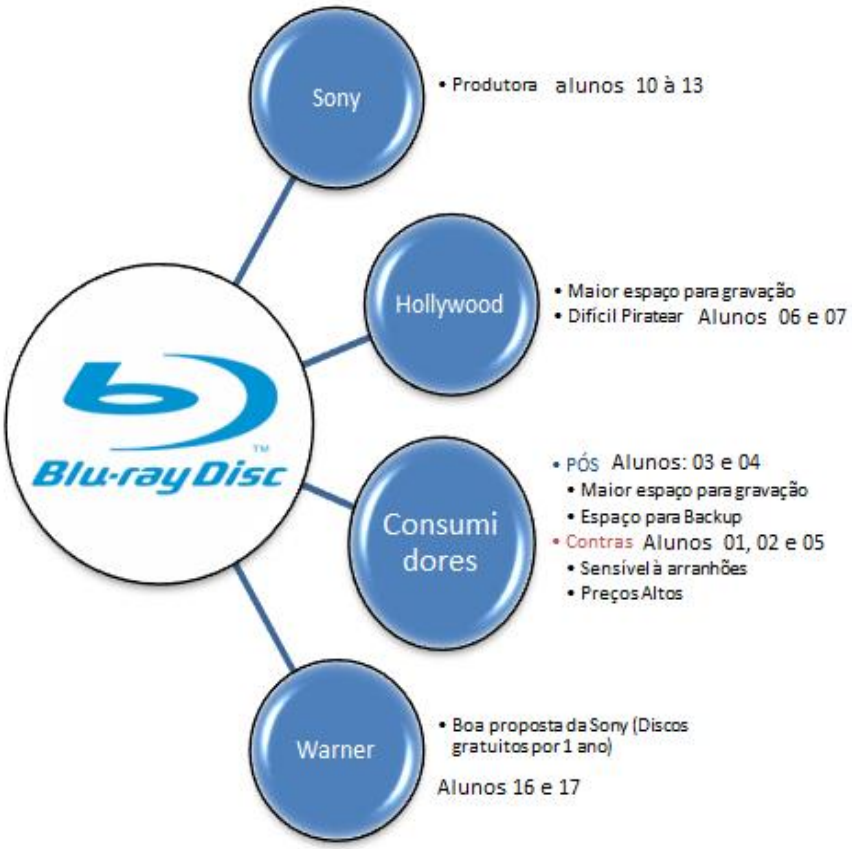

Fig.2 – Alguns grupos sociais relevantes e problemas ligados ao Blu-ray, que apareceram durante o processo de desenvolvimento dos discos para gravação em alta definição na simulação realizada em sala de aula.

Por sua vez, o GSRS investiu bastante no quesito capacidade de armazenamento, visto que utilizando um Blu-ray de camada dupla é possível armazenar até 50 Gigas, enquanto o HD-DVD grava apenas 30 Gigas. Criaram o seguinte *slogan*: "*Para que ter 30 se vocês podem ter 50?"* Mesmo sabendo da sua fragilidade em relação à sensibilidade de seus discos (a camada protetora é muito fina e, portanto danos podem ser causados mais facilmente) eles não alertaram os consumidores sobre isto, simplesmente ignoraram e deixaram que a controvérsia seguisse. Mas o grupo da Toshiba não deixou barato, adotou uma estratégia de críticas duras ao grupo concorrente e expôs aos consumidores as fragilidades do Blu-ray. Outro argumento utilizado pelo GSRT foi a questão dos preços, tanto o disco quanto o leitor do HD-DVD são mais baratos. Nesse sentido, destacaram junto aos os consumidores a boa relação custo beneficio de seu artefato. Além disso, para se defender da questão da capacidade de armazenamento, disseram que mesmo a capacidade de 30 Gigas, é subutilizada pelas produtoras de filmes, isto é, não produzem filmes de 5 horas só para utilizar 50 Gigas, ou seja, o HD-DVD se apresentou como perfeitamente útil no momento e mais barato que o concorrente.

Depois de negociarem (secretamente) o grupo que representava GSRH manifestou apoio total ao Blu-ray e o grupo que representava a Warner manifestou apoio parcial a ambas, isto é, disse que gravariam filmes tanto em Blu-ray; quanto em HD-DVD, e quem determinaria qual utilizar seriam os consumidores, que para ela tanto um quanto o outro atendia às suas necessidades. A Warner disse que recebeu uma proposta muito boa para utilizar o Blu-ray, propuseram-lhe fornecer discos gratuitos por um ano para que ela ajudasse a colocá-lo no mercado, porém ela disse ter um forte histórico de parcerias com a Toshiba, isto é, alguns dos membros desses grupos eram amigos,

e, portanto não poderia deixar de utilizar também o HD-DVD. Novamente, fica bastante claro, que fatores sociais interferem nos processos de permanência de determinado artefato tecnocientífico.

Após esse momento de conquista de aliados (produtoras de filmes), enfim chegou a hora de convencer os consumidores. Um momento bastante interessante, porque os consumidores não chegaram apenas a uma decisão. Dentro deste grupo (de cinco integrantes) apareceu um rapaz fanático por vídeo game e disse que o HD-DVD do X-BOX, carrega bem mais rápido e quase não trava, mesmo que o disco esteja um pouco sujo. Para ele então só serviria utilizar o disco de HD-DVD. Surgiu ainda o filho de um dono de uma locadora, que disse o seguinte:

Aluno 01:*_Assim como o meu pai, eu escolheria o HD-DVD, porque é mais barato e fácil de guardar e não precisaremos tomar tanto cuidado ao locá-los. Também, como precisamos de grande quantidade, o mais barato seria melhor para o nosso bolso.*

O terceiro membro do grupo disse o seguinte:

Aluno 03:*_Não terei dinheiro tão cedo para comprar uma TV nova, então para mim o ideal é que continuasse com o DVD comum. Mas caso eu tivesse que comprar, seria o Blu-ray. O HD-DVD grava menos, acho que não durará por muito tempo nas lojas.*

Os membros restantes optaram pelo Blu-ray, segundo eles a maior capacidade de armazenamento é o que lhes chamou a atenção. Disseram o seguinte:

Alunos 02 e 04:*_ Já que vai mudar, que mude muito, senão daqui uns dias tem que mudar de novo. Aí, aí vai que o HD-DVD não sirva mais. Aí estaremos ferrados.*

A participação do GSRC foi particularmente importante, pois nela apareceram elementos da flexibilidade interpretativa ao surgirem diversas leituras acerca do mesmo artefato, dando possibilidade, inclusive, para o surgimento de novos GRS na controvérsia, a saber, GSRC (jogadores de vídeo games) e GSRC (donos de locadora). Além disso, indica a tentativa de fechamento por redefinição de problemas, ao surgirem novas demandas vindas pelo filho do dono da locadora. E mais, evidencia a possibilidade de superação do determinismo tecnológico ao evidenciar a preocupação dos demais grupos sociais relevantes em convencer os consumidores que, por sua vez, mostra que o papel desempenhado pelo GSRC é fundamental no duelo de artefatos tecnológicos. Além disso, foi possível perceber que ao estarem bem informados sobre a controvérsia e com capacidade de argumentação, tanto em questões científicas quanto tecnológicas, os alunos puderam debater acerca das potencialidades dos dois artefatos em detrimento da aceitação vertical que é predominante em sociedades desinformadas e passivas.

Estava difícil chegarem a um acordo (fechamento). A configuração da sala estava semelhante à indicada nas Fig.1 e 2. Foi então que o GSRW proporcionou uma reviravolta na discussão, voltou atrás no apoio inicial a ambos os formatos e decidiu que não iria mais utilizar o HD-DVD, pois, haviam recebido reclamações de sua equipe "técnica" (alunos 15 e 17, para os quais foi dado o papel de pesquisar os aspectos técnicos relacionados ao Blu-ray e ao HD-DVD) de que este poderia ser pirateado com facilidade. A quarta etapa parece estar próxima do fim, logo após o consumidor que havia escolhido o HD-DVD por ser mais barato e precisava utilizar na locadora da família se ver obrigado a desistir de sua escolha, pois, ele não queria alugar filmes que pudessem ser copiados, e então o grupo GSRS estava se fortalecendo cada vez mais. Desta senda, foi possível perceber a presença do fechamento por redefinição do problema, afinal, agora para o filho do dono da locadora, não era mais tão importante o preço, mas sim a dificuldade ou a facilidade de ser pirateado. Essa questão, a redefinição do problema por parte de um grupo social relevante foi essencial para causar uma reviravolta na disputa. Pode-se, inclusive, afirmar que foi via redefinição do problema que ocasionou o fechamento da controvérsia, pois, foi neste momento que foi finalizada a controvérsia, não porque um consenso havia sido atingido, mas, porque um número maior de GSR tinham aderido ao GSRS.

Ao final desta etapa pôde-se notar a presença de algumas características dos GSR que sinalizam para incipientes marcos tecnológicos. No caso do GSRC, por exemplo, emergem entendimentos que sinalizam para o papel do contexto social de determinados alunos nas técnicas utilizadas, bem como nos sentidos dados por eles aos produtos, ou seja, os objetivos na simulação refletem aos seus contextos sociais mais amplos. Assim, o dono da locadora tinha o objetivo de manter aquele que fosse mais barato e, portanto, mais rentável. Além disso, ao descobrir que era mais fácil piratear o HD-DVD, mudou sua defesa, porque isso afetaria, de forma direta os lucros que estavam relacionados ao "marco tecnológico" defendido por ele. Também, o GSRS ao adotar estratégias de *marketing* baseadas na beleza e simpatia de um dos integrantes do grupo, mostra que o contexto social mais amplo, ou seja, os acontecimentos anteriores indicavam que essa estratégia funcionara.

Situação de diversidade e incipiência que entra em ressonância com a marginalidade do conceito de marco tecnológico no SCOT e, em boa medida, pode ser justificado, no presente caso, pelo pouco tempo de interação entre os alunos dos GRS que, consequente, impede a construção de valores, práticas, técnicas, conhecimentos tácitos e explícitos que representassem os mesmos.

5ª. Etapa: reunião para análise coletiva do processo vivenciado pelos alunos GSR

Após a estabilização e o fechamento forçado da controvérsia, devido ao encerramento do ano letivo, foi dado início à 5ª etapa, ou seja, reunião para analisar coletivamente o que ocorreu no decorrer da implementação da Sequência Didática. Na reunião foi possível notar que os alunos:

1) conseguiram selecionar argumentos científicos, técnicos e até mesmo informações de revistas e sites e utilizá-los para defender seus pontos de vista. Tal entendimento emerge de falas como a dos Alunos 02, 05 e 10:

> *_Mas a ciência envolvida foi muito semelhante, vimos como funcionam os leitores e gravadores. _ Entendi como funciona o laser! _ professor então é possível deixar uma pessoa cega com um laser, li num dos sites que pesquisei; não vou deixar meu irmãozinho mexer mais com meu laser. _ Por incrível que pareça, eu entendi como a mudança na cor do laser permitiu maior gravação de dados, expliquei até para meu pai no domingo.*

2) Tornaram-se mais seletos em relação às fontes de informações pesquisadas. Como podemos inferir das seguintes falas dos alunos 01, 02, 10 e 12:

> *_ Professor, aprendi que tentam nos enganar, ou pelo menos não nos deixam saber tudo. _ Temos que pesquisar e procurar em fontes mais confiáveis, não dá pra olhar em apenas uma. _ Vi que não há um consenso entre um site e outro. _ Fiquei com um pé atrás dos sites que não criticavam o Blu-ray, pareciam estar puxando farinha pra ele.*

3) Tiveram grande motivação e envolvimento nas aulas de física, e, principalmente em estudar e pesquisar conceitos relacionados à controvérsia realizada, ao contrário do que era usual. Como é possível notar nas falas dos Alunos 13, 14, 15 e 21:

> *_ Nunca participei tanto de uma aula de física. _ Que aula interessante professor! Gostei tanto de entender como funciona o LASER! _ O leitor do supermercado! Fui ontem só pra olhar e fiquei me achando porque sabia como funcionava. _ Nunca mais vou esquecer disso. _ Os que faltaram essa semana não sabem o que perderam.*

4) Compreenderam de forma satisfatória a complexidade dos processos que se desenrolam em instituições tecnológicas e que as tecnologias são criadas e se sustentam quando há interesses de alguma esfera da sociedade, isto é, caminharam no entendimento de que um artefato tecnocientífico não é destituído de dúvidas e interesses e que sua construção não é separada da sociedade sendo na

verdade uma sociotécnica. Ou seja, aproximaram de um melhor entendimento acerca da natureza da tecnociência e, portanto se afastarem do ideário do determinismo tecnológico.

Afirmaram os Alunos 02, 07 e 15:

> *_ É preciso analisar cada caso, pois se a pesquisa é financiada, ela deve ter interesses que vão além de nós. _ Precisamos analisar sempre, né professor? Afinal, ela existe porque existe a sociedade. _ Será que precisamos de tudo isso mesmo, ou somos pressionados a usar tanta tecnologia? Às vezes compramos sem pensar, só porque passou na TV.*

5) Perceberam a necessidade de existirem espaços para que possam dar suas opiniões e, também, de estarem informados para tal intento. Como se infere nas seguintes manifestações dos Alunos 10, 11, e 13:

> *_ Deviam escutar mais a gente! O problema professor é que quando vemos, já fizeram e nem notamos. _ Mas de que adianta se nos perguntassem e não soubéssemos responder? É pra isso que existe a escola, né professor? _ Mas até aqui* (na escola) *são raras as vezes que damos opinião. _ talvez não estejamos sendo bem preparados para pensar.*

6) Perceberam que a realidade da construção dos artefatos tecnocientíficos escondem informações e disputas diferentes das que se manifestam em seu estágio final e que muitas vezes a sua finalidade se difere do puro desenvolvimento do bem estar social. Pois foram comuns os seguintes argumentos dos Alunos 07, 08 e 10: *__ Eu não imaginava que existiam tantas possibilidades. Pensando bem, talvez até com doenças, eles já tenham a cura e não liberam né? _ Então foi bom ver que ciência e tecnologia não estão separadas. _ Sempre pensei que a ciência era a "boazinha" da história.*

7) Melhoraram a capacidade de trabalho em grupos, ao perceberem que a força dos grupos está ligada à quantidade de aliados que possuem e da forma que trabalham em função da defesa de seus interesses, como nos sinalizam as falas dos Alunos 12, 13 e 14.

> *_ Professor, aprendi que as vendas ganham força quando arrumam bons aliados e que nem sempre o melhor (em qualidade) vence. _ Aprendi que é importante trabalhar com os colegas. _Faremos outras atividades dessa forma? Gostei de sentar em grupos com os colegas e estudar com eles. _ Quando o grupo é unido fica bem mais fácil convencer, professor!*

Em síntese, pode-se indicar que os alunos mostraram um melhor entendimento acerca da natureza da tecnologia e da ciência, aproximando dos objetivos do movimento Ciência-Tecnologia-sociedade (Auler e Bazzo, 1998). Esses foram pontos favoráveis para a questão do melhor entendimento da tecnologia e da ciência, bem como das suas relações com a sociedade, porém a análise mais detalhada das respostas dos alunos ao fim da controvérsia estará presente em outro trabalho.

Conclusão

A participação efetiva e os entendimentos dos alunos sinalizam para uma melhor compreensão dos processos vinculados à natureza da tecnociência, bem como da sua relação com a ciência e a sociedade. Além disso, mostraram boa capacidade de argumentar, isto é, construir hipóteses e modelos de acordo com as informações que obtiveram e/ou receberam. Não obstante, o indicador mais importante percebido foi que os alunos defenderam seus grupos de maneira satisfatória, simulando de maneira bastante intensa o duelo Blu-ray *versus* HD-DVD, isto é, recriaram a arquitetura de poder dos GSR. Na reunião final que abordou a Sequência Didática, os alunos sinalizaram para o entendimento de como ocorrem os jogos de poder entre instituições tecnológicas, e, como os conhecimentos científicos são utilizados de maneira a atender a grupos sociais e não apenas para gerar o bem comum como se imaginavam. Notaram também como

ciências e tecnologias estão imbricadas de política, às vezes até de jogos sujos de interesses pessoais e/ou de grupos específicos. Os alunos caminharam tanto para o saber ciência e tecnologia (pois, compreenderam os processos de gravação e leitura de dados em discos utilizando o LASER) quanto para o saber sobre ciência (Collins e Pinch, 2003) e tecnologia (Collins e Pinch, 2010), pois se aproximaram do entendimento de questões relativas à natureza destas, aprendendo a não confiar cegamente nelas e que é necessário colocá-las em dúvidas, não as percebendo apenas nos extremos boas ou más e sim que são socialmente construídas e, portanto, sujeitas a imperfeições e erros.

É importante ainda destacar que: 1) Os grupos que iniciaram e finalizaram a controvérsia foram distintos, reforçando a ideia de flexibilidade interpretativa. 2) O contexto amplo em que se dá a controvérsia é de suma importância, pois em outra turma provavelmente surgiriam outros argumentos e a controvérsia poderia ter outro fim completamente oposto e diverso. 3) A estrutura de poder é importante e que a falta de proporcionalidade entre os poderes contribui para uma maior rapidez no fechamento ou estabilização.

Tais observações indicam a boa aproximação entre as previsões da SCOT e os resultados da controvérsia simulada, explicitando a boa vantagem que o seu uso, num contexto educacional, fornece um melhor entendimento acerca da natureza da tecnologia. A sequência pautada na SCOT possibilitou avançar em diversos tópicos que eram relevantes ao professor da escola e também, dar encaminhamento no tratamento de diversas angústias manifestadas pelo estagiário ao longo de sua vida, tanto pessoal quanto acadêmica. Possibilitando, portanto, uma ligação mais horizontal entre a universidade através do estagiário e do professor de Estágio, e com a escola na figura do professor supervisor, ao possibilitar a formação inicial e continuada dos agentes envolvidos no processo. A observação de uma espécie de *insight* coletivo, no qual os alunos perceberam o quão ingênuos eram seus entendimentos frente a questões dos artefatos tecnocientíficos, já que invariavelmente aceitavam sempre a conclusão dos especialistas sem duvidar ou questionar suas decisões e também a percepção da compreensão dos alunos em relação à existência da tecnocracia sobre a democracia (Auler e Bazzo, 2001), nos artefatos tecnocientíficos, bem como os elementos significativos citados na etapa 5 deste relato, nos evidencia uma boa potencialidade em se trabalhar a SCOT nas aulas de ciências e, portanto para a pesquisa em ensino de ciências.

Referências Bibliográficas

Aikenhead, G. (2009). *Educação científica para todos*. Mangualde: Edições Pedago.

Acevedo-Díaz, J. (1995). Educación tecnológica, desde a perspectiva CTS: Una breve revisión del tema. *Alambique*: Didáctica de las Ciencias Experimentales, v. 2, n. 3, p. 75-84.

Acevedo-Díaz, J.; Alonso, A. V. e Mas, M. A. (2003). Papel de la Educación CTS en una Alfabetización Científica y Tecnológica para todas las Personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 2, n. 2., p. 80-111. Acesso em 03, jun., 2015, http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen2/REEC_2_2_1.pdf.

Auler, D. (1998). Movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS): Modalidades, Problemas e Perspectivas em sua Implementação no Ensino de Física. *Atas do VI EPEF*. 26 a 30 de outubro de 1998. Florianópolis, Santa Catarina.

Auler, D. e Bazzo, W. (2001). Reflexões para a implantação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 1, p.1-13. Acesso em 03, jun., 2015, http://www.cultura.ufpa.br/ensinofts/artigo4/ctsbrasil.pdf.

Bazzo, W. A. (1998). *Ciência, Tecnologia e Sociedade e o contexto da educação tecnológica*. Florianópolis: Editora da UFSC.

Bijker, W. E. (1987). The Social Construction of Bakelite: toward a theory of invention. In: Bijker, W. E.; Hughes, T. P. e Pinch, T. J. (Eds.). *The Social Construction of Technological System*. Cambridge: The MIT Press.

Bijker, W. E. (1995). *Of Bicycles, Bakelites, and Bulbs***.** Cambridge: The MIT Press.

Brasil. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Fundamental. (1996). Lei nº 9394, Brasília, MEC.

_____.Ministério da Educação. Secretaria da Educação Fundamental. (1998). *Parâmetros Curriculares Nacionais*: ciências naturais. Brasília, MEC.

_____. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e tecnológica. (2002). *Parâmetros Curriculares Nacionais*: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília, MEC.

_____. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. (2002). *PCN+ do Ensino Médio*: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília, MEC.

_____. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. (2006). *Diretrizes Curriculares Nacionais*. Brasília, MEC, 2006.

Bybbe, R. (1997). *Achieving Scientific Literacy***.** Portsmouth: Heinemann.

Caamaño, A. (1995). La educacion Ciencia-Tecnologia-Sociedad: una necessidade en el diseño del nuevo currículum de Ciencias. *Alambique*: Didáctica de las Ciencias Experimentales, v. 2, n. 3, p. 4-6. Acesso em 03, jun., 2015, http://www.grao.com/revistas/alambique/003-la-educacion-ciencia-tecnologia-sociedad.

Cachapuz, A.; Pérez, D.; Carvalho, A. M. P.; Praia, J. e Vilches, A. (2005). *A necessária renovação do ensino das Ciências*. São Paulo: Cortez.

Cajas, F. (2001). Alfabetización Científica y Tecnológica**:** La Transposición Didactica Del Conocimiento Tecnológico. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 19, n. 2, p. 243-254. Acesso em 03 de jun., 20015, http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21737/21571

Chassot, A. (2000). *Alfabetização Científica*. Ijuí: Editora UNIJUÍ.

Collins. H. e Pinch, T. (2003). *O Golem*: o que você deveria saber sobre ciência. São Paulo: Editora UNESP.

Collins, H. e Pinch, T. (2010). *O Golem à solta*: o que você deveria saber sobre tecnologia. Belo Horizonte: Fabrefactum.

Cunha, M. (2006). O movimento Ciência/Tecnologia/Sociedade (CTS) e o Ensino de Ciências: condicionantes estruturais. *Revista Varia Scientia***,** v. 6, n. 2, p. 121-134. Acesso em 03, jun., 2015, http://e-revista.unioeste.br/index.php/variascientia/article/view/1517/1236.

Bogdan, R.; Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação*. Porto: Porto Editora.

Delors, J. (1996). *Educação*: um tesouro a descobrir. Brasília: UNESCO.

Doria, M. e Marinho, F. C. (2006). *Ondas e bits*. São Paulo: Editora Livraria da Física.

Dusek, V. (2009). *Filosofia da Tecnologia***.** São Paulo: Edições Loyola.

Erickson, F. (1998). Qualitative research methods for science education. In: Fraser, B. e Tobin, K. (Ed.). *International Handbook of Science Education*. Dordrecht, The Netherlands: Klower Academic Publishers. p. 1155-1173.

Fourez, G. (1997). *Alfabetización Científica y Tecnológica*. Buenos Aires: Colihue, 1997.

Genovese, L. G. R. e Genovese, C. L. C. (2012). *Estágio Supervisionado em Física*: considerações preliminares. Goiânia: UAB, 2012.

Genovese, L. G. R. (2013). Obstáculos à Consolidação da Relação entre o Campo Escolar e o Campo Universitário: os Pequenos Grupos de Pesquisa de Goiás em foco. *Atas do IX ENPEC*. 10 e 14 de novembro de 2013. Águas de Lindóia, São Paulo.

Gil-Pérez, D. G; Montoro, I. F.; Alis, J. C.; Cachapuz, A. e Carvalho, A. M. P. (2001). Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 2, p.125-153. Acesso em 03, jun., 2015, http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v7n2/01.pdf.

Gil-Pérez, D. e Vilches-Peña, A. (2001). Una Alfabetización Científica para el Siglo XXI: Obstáculos y Propuestas de Actuación. *Investigación en la Escuela*, v. 43, n. 1, p. 27-37. Acesso em 03, jun., 2015, http://www.oei.es/catmexico/una_alfabetizacion_cientifica%20.pdf.

Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 12, n. 3, p. 299-313. Acesso em 03, jun., 2015, http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=94787.

Hurd, P. D. Scientific Literacy: New Minds for a Changing World. *Science Education*, v. 82, n. 3, p. 407-416, 1998.

Jiménez-Aleixandre, M.; Bugallo-Rodríguez, A. e Duschl, R. (2000). 'Doing the lesson' or 'Doing Science': Argument in High School Genetics. *Science Education*, v. 84, p. 757-792. Acesso em 03, jun., 2015, http://www.rhodes.aegean.gr/ptde/labs/lab-fe/downloads/cti/Doing_the_Lesson.pdf.

Klein, H. e Kleinman, D. (2002). The Social Construction of Technology: structural considerations. *Science, Technology & Human Values*. v. 27, n. 1, p. 28-52. Acesso em 03, jun., 2015, http://www.prism.gatech.edu/~hk28/Klein02-SciTechHumanVal.pdf.

Latour. B. (2000). *Ciência em Ação.* São Paulo: UNESP.

Martins, I. (2003). Formação inicial de Professores de Física e Química sobre a Tecnologia e suas relações sócio-científica. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 2, n. 3. Acesso em 03, jun. 2015, http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen2/REEC_2_3_6.pdf.

Matthews, M. (1995). História, Filosofia e Ensino de Ciências: A tendência atual de reaproximação. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 12, n. 3, p. 164-214. Acesso em 03, jun., 2015, https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7084/6555.

McComas, W. F. (1998). *The nature of science in science education*: rationales and strategies. Dordrecht: Kluwer.

Mion, R. e Saito, C. (2001). *Investigação-Ação*. Ponta Grossa: Gráfica Planeta.

Norris, S. P. e Phillips, L. M. (2003). How Literacy in Its Fundamental Sense is Central to Scientific Literacy. *Science Education*, v. 87, n. 2, p. 224-240. Acesso em 03, jun., 2015, http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sce.10066/pdf.

Obach, D. (1995). "Projeto SATIS". *Alambique*: Didactica de las Ciencias Experimentales, v. 2, n. 3, p. 39-44.

Pedretti, E. Septic tank crisis: A case study of science, technology and society education in an elementary school. *International Journal of Science Education*, v. 19, n.10, p. 1211-1230. 1997.

Pinch, T. e W. E. Bijker. (1987). The social construction of facts and artifacts: or how the Sociology of Science and the Sociology of Technology might benefit each other. In: Bijker, W. E.; Pinch, T. e Hughes, T. (Eds.). *The social construction of technological systems*: new directions in the Sociology and History of Technology, Cambridge, The Mit Press.

Pozo, J. e Crespo, M. (2009). *Aprendizagem e o ensino de ciências.* Porto Alegre: Artmed.

Ramsey, J. The science education reform movement: Implications for social responsibility. *Science Education*, v. 77, n.2, p. 235-258. 1993.

Ratcliffe, M.; Grace, M. *Science education for citizenship:* teaching socioscientific issues. Maidenhead: Open University Press, 2003.

Reis, P. (1999). A discussão de assuntos controversos no ensino das ciências. *Inovação*, v. 12, p. 107-112. Acesso em 03, jun., 2015, http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/4721/1/A-discussao-de-assuntos-controversos-no-ensino-das-ciencias.pdf.

Ribeiro, T. V.; Genovese, L. G. R. e Colherinhas, G. (2011). O Ensino por Pesquisa no Ensino Médio: discussão de questões CTSA em uma alfabetização científico-tecnológica. *Atas do VIII ENPEC*. 5 a 9 de dezembro. Campinas.

Ricardo, E. C.; Custódio, J. F. e Rezende, M. F. (2007). A tecnologia como referência dos saberes escolares: perspectivas teóricas e concepções dos professores. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 29, n. 1, p. 135-147, 2007. Acesso em 03, jun., 2015, http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172007000100020.

Ricardo, E. C. (2010). Problematização e contextualização no ensino de física. In: Carvalho, A. M. (Org.). *Ensino de Física*. São Paulo: Cengage Learning. p. 29-51.

Ruddock, J. (1986). A estrategy for handling controversial issues in the secondary school. In: Wellington, J. (Ed.). *Controversial issues in the curriculum*. Oxford: Blackwell. p. 8-16.

Sadler, T. D. Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 41, p. 5, p. 513-536. 2004a.

Sarewitz, D. (1996). *Frontiers of illusion*. Philadelphia: Temple University Press.

Serafim, M. e Dias, R. (2010). Construção Social da Tecnologia e Análise de Política: estabelecendo um diálogo entre as duas abordagens. *Redes*, v. 16, n. 31, p. 61-73. Acesso em 03, jun., 2015, http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90721346003

Valadares, E. C.; Chaves, A. e Alves, E. G. (2005). *Aplicação da física quântica: do transistor à nanotecnologia.* São Paulo: Editora Livraria da Física.

Vieira, K. R e Bazzo. W. A. (2007). Discussões acerca do aquecimento global: uma proposta CTS para abordar esse tema controverso em sala de aula. *Ciência & Ensino*, v. 1, número Especial. Acesso em 03, jun., 2015, http://prc.ifsp.edu.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/view/155/119.

Waks, L. (1990). Educación en ciencia, tecnología y sociedad: desarrollo internacionales y desafios actuals. In: Medina, M. e Sanmartín (Eds.). *Ciencia, tecnología y sociedad.* Barcelona: Anthropos. p. 42-75.

Ziman, J. (1985). *Enseñanza y aprendizage sobre la ciência y la sociedade.* México: Fondo de Cultura Económica.