CEFET/RJ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

O TEMA CTS DA INDÚSTRIA DA GUERRA USANDO A TÉCNICA DA CONTROVÉRSIA CONTROLADA NO ENSINO MÉDIO

Cristiano da Silva Vidal

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Educação, do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET/RJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciência, Tecnologia e Educação.

Orientador: Alvaro Chrispino

Rio de Janeiro
Julho de 2016

O TEMA CTS DA INDÚSTRIA DA GUERRA USANDO A TÉCNICA DA CONTROVÉRSIA CONTROLADA NO ENSINO MÉDIO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Educação, do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET/RJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciência, Tecnologia e Educação.

Cristiano da Silva Vidal

Banca Examinadora:

_____

Presidente, Professor Dr. Alvaro Chrispino (CEFET/RJ) (orientador)

_____

Professora Dra. Sheila Cristina Ribeiro Rego (CEFET/RJ)

_____

Professor Dr. Jorge Cardoso Messeder (IFRJ)

Rio de Janeiro
Julho de 2016

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central do CEFET/RJ

V648 Vidal, Cristiano da Silva
O tema CTS da indústria da guerra usando a técnica da controvérsia controlada no ensino médio / Cristiano da Silva Vidal.—2016.
84f. : il. , grafs. ; enc.

Dissertação (Mestrado) Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca , 2016.
Bibliografia : f. 80-84
Orientador : Alvaro Chrispino

1. Ciência, tecnologia e sociedade. 2. Abordagem interdisciplinar do conhecimento na educação. 3. Ensino médio. 4. Currículos. 5. Quadrinhos. I. Chrispino, Alvaro (Orient.). II. Título.

CDD 600

RESUMO

Este trabalho apresenta os resultados de uma pesquisa qualitativa baseada na metodologia do estudo de caso em turmas do 2º ano do Ensino Médio utilizando as questões 20141, 20211 e 80131 do formulário PIEARCTS e um trecho de sete páginas da história em quadrinhos do personagem Homem de Ferro, intitulada Extremis, para provocar a discussão sobre o tema sociocientífico global da indústria da guerra em uma atividade de controvérsia controlada. O estudo consistiu na aplicação das referidas questões para quatro turmas de uma escola técnica estadual no Rio de Janeiro, para servir como um pré-teste das concepções dos alunos a respeito de aspectos relacionados ao tema proposto: influência política sobre a ciência, indústrias e tomada de decisão. A investigação continuou com uma atividade de controvérsia controlada motivada pelo material em quadrinhos citado anteriormente, que traz provocações a respeito dos impactos causados pelo desenvolvimento científico e tecnológico por parte das indústrias, suas aplicações bélicas, os potenciais benefícios e prejuízos e os critérios utilizados pelas indústrias ao pesquisar e desenvolver determinada tecnologia. A intenção da atividade foi de discutir aspectos das relações entre ciência, tecnologia e sociedade a partir de uma gama de conhecimentos mais ampla do que apenas aqueles referentes aos conteúdos programáticos de ciências da natureza. A mesma questão do PIEARCTS foi reaplicada posteriormente como pós-teste e usada para comparação. Com este estudo analisamos as potenciais contribuições da atividade proposta na alfabetização científica dos estudantes a partir de uma perspectiva ampliada e também a possibilidade da utilização do material em quadrinhos como motivador da discussão de um tema sociocientífico global.

Palavras-chave: cts; controvérsia controlada; quadrinhos; alfabetização científica; piearcts.

ABSTRACT

This paper presents the results of a qualitative research based on a case study methodology in high school 2nd year classes using the questions number 20141, 20211 and 80131 on PIEARCTS form and a seven-page excerpt of a graphic novel of the comic character Iron Man, entitled Extremis, to provoke discussion on the global socioscientific issue of the war industry in a controlled controversy activity. The study consisted of the application of those questions to four classes of a state technical school in Rio de Janeiro, to serve as a pre-test of students' conceptions regarding aspects related to the proposed theme: political influence on science, industry and decision-making. The research continued with a controlled controversy activity motivated by the comics mentioned above, which brings provocations regarding the impacts caused by the scientific and technological development by industry, its warlike applications, the potential benefits and losses and the criteria used by industry to search and develop certain technology. The aim of the activity was to discuss aspects of the relations among science, technology and society from a broader range of knowledge than those related to the syllabus of the natural sciences. The same questions of PIEARCTS were reapplied later as post-test and used for comparison. With this study, we analyzed the potential contributions of the proposed activity in scientific literacy of students from a broader perspective and also the possibility of using the material in comics as a motivation of the discussion of a global socioscientific theme.

Keywords: sts; controlled controversy; comics; scientific literacy; piearcts.

SUMÁRIO

Introdução		**8**
1	**Fundamentos Teóricos**	**14**
1.1	Ciência, Tecnologia e Sociedade	14
1.2	Alfabetização científica	20
1.2.1	Os Mitos	23
1.2.1.1	Superioridade do modelo de decisões tecnocráticas	24
1.2.1.2	Perspectiva salvacionista da ciência e da tecnologia	25
1.2.1.3	Determinismo tecnológico	26
1.3	Quadrinhos	27
2	**Metodologia**	**31**
2.1	Intenções	31
2.2	Questões de investigação	32
2.3	Abordagem metodológica	33
2.4	Preocupações com a validade da investigação	33
2.5	Pressupostos epistemológicos	35
2.6	Valores	36
2.7	Síntese do projeto	37
2.8	Opções e procedimentos de caráter metodológico	37
2.8.1	Objetivos	37
2.8.2	Abordagem selecionada	38
2.8.3	Os participantes	41
2.8.4	Os instrumentos de recolhimento de dados	42
2.8.4.1	Os questionários PIEARCTS	43
2.8.4.2	A atividade de controvérsia controlada	46

2.8.5 Análise de dados 49

2.8.6 Realização de um estudo piloto 49

3 Resultados e análises 50

3.1 Pré-teste com o PIEARCTS 50

3.1.1 Questão 20141 50

3.1.2 Questão 20212 53

3.1.3 Questão 80131 56

3.2 A atividade de controvérsia controlada 59

3.2.1 O mito da Superioridade do modelo de decisões tecnocráticas 59

3.2.2 O mito da Perspectiva salvacionista da ciência e da tecnologia 63

3.2.3 O mito do Determinismo tecnológico 67

3.2.4 Outras observações importantes 70

3.3 Pós- teste com o PIEARCTS 77

Considerações Finais 78

Referências 80

Introdução

Quando verificamos os documentos oficiais que norteiam o ensino básico em nosso país podemos perceber um consenso de que no Brasil este ensino tem como objetivo e função formar o cidadão. A proposta de formação do cidadão através da experiência escolar é quase sempre facilmente relacionada com as disciplinas de ciências humanas, relegando às disciplinas de ciências da natureza um perfil mais tecnicista. A forma como as disciplinas são divididas na escola faz com que os alunos e a sociedade em geral enxerguem as contribuições das disciplinas de ciências humanas como mais relevantes para a formação do cidadão que se almeja do que as contribuições das disciplinas de ciências da natureza. Estudos como o de Pereira et. al. (2007) mostraram que além de uma predominante aversão às disciplinas de ciências da natureza, como a física, mesmo quando os alunos consideram os conhecimentos relacionados a estas disciplinas como sendo importantes a partir de um ponto de vista social, em geral relacionam esta importância ao uso de aparatos tecnológicos que funcionam segundo os conceitos estudados. Situações deste tipo fazem surgir preocupações relacionadas à como o ensino de física, ou das ciências da natureza como um todo, poderia contribuir para a formação de um cidadão que participe de forma plena em discussões e tomada de decisão democrática em assuntos que envolvam o conhecimento de ciências. Qual deveria ser o tipo de ciência a ser ensinado na escola?

Diante deste cenário preocupante, faz-se necessário conhecer como os alunos pensam ciência em seu dia a dia e qual a sua relação com o conhecimento científico ensinado na escola. Estudos como o citado anteriormente e o de Bonadiman e Nonenmacher (2007) mostraram que os estudantes não veem serventia no conhecimento adquirido nas aulas e que muitas vezes esse conhecimento é oferecido de maneira que não consegue atingir os objetivos de ensino e aprendizagem pelas instituições de ensino, pois eles consideram que são expostos a ele, mas efetivamente não aprendem nada. Em outros casos os conteúdos das aulas são ensinados de forma desconectada de outros conhecimentos que poderiam ajudar a desenvolver nos estudantes a consciência da importância destes para a sua vida e participação em sociedade. A separação disciplinar dos conteúdos curriculares, a falta de comunicação e inter-relação entre os conhecimentos das várias disciplinas escolares relacionadas a um mesmo tema e a

falta de contextualização com a realidade social dos alunos fazem com que o simples conhecimento das ciências da natureza isolado em cada disciplina escolar muitas vezes seja visto como dispensável pelos alunos do ensino básico. Estes alunos não conseguem identificar o tradicional ensino quase técnico (e muitas vezes mecânico) de disciplinas como a física nem mesmo como um tipo qualquer de conhecimento importante para sua inserção no mercado de trabalho.

Considerando o panorama do ensino de ciências tradicional somos levados a nos perguntar (assim como os alunos costumam fazer): pra que serve o ensino de ciências? Da maneira como tem ocorrido na maioria das vezes e levando em conta as pesquisas que já apresentam a insatisfação dos alunos com relação a este modelo de ensino (PEREIRA et. al., 2007; BONADIMAN e NONENMACHER, 2007), resta aos pesquisadores em ensino de ciências discutir e buscar propostas mais efetivas com o objetivo de contribuir de uma melhor maneira para a formação em ciências do cidadão, que deve ser capaz de relacionar o conhecimento escolar com sua realidade sociocultural, na qual ele convive com os impactos e consequências (positivos e/ou negativos) dos desenvolvimentos científicos e tecnológicos cada vez mais rápidos (CARVALHO, 1997). Grande parte das vezes o cidadão se encontra em uma sociedade totalmente imersa e já dependente dos mais variados tipos de tecnologia, como resultado de todos os avanços científicos alcançados pela pesquisa que hoje se desenvolve de maneira global e ininterrupta, sem nunca ter pensado a respeito disso durante sua formação científica escolar.

Entre as propostas de conteúdos curriculares presentes nos documentos oficiais da educação nacional é possível verificar muitos traços do que poderíamos classificar com uma proposta de ensino CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) para o ensino básico de ciências da natureza. Estes mesmos documentos oficiais direcionam para um ensino que não se baseia na mecanização através de resolução de exercícios e memorização e fórmulas, matematização excessiva ou conceitos desconexos, mas sim por uma abordagem que priorizaria discussões sobre a natureza da ciência, contextualização dos conceitos e discussão de suas características sociais, culturais, econômicas, éticas, morais e políticas. Seguindo de uma maneira sóbria e esclarecida as indicações destes documentos, os professores deveriam ter uma preocupação menor com os conteúdos programáticos (que estaria relacionada a uma visão reduzida) e mais ampla dos conhecimentos relacionados à sua disciplina. É importante ressaltar que para o cidadão que não pretende ser um cientista, engenheiro ou seguir qualquer carreira relacionada à área de ciências da

natureza, a maioria dos conhecimentos tradicionais em ciências da natureza não servirá para nada mais que obter sucesso em um exame vestibular.

O Exame Nacional do Ensino Médio, principal instrumento de avaliação e seleção para ingresso nas universidades públicas do Brasil atualmente, traz questões carregadas de contextualização. É muito mais interessante que o cidadão saiba como uma usina hidrelétrica funciona gerando energia elétrica, quais são seus impactos econômicos, sociais e ambientais, os prós e os contras de sua implantação do que calcular a pressão hidrostática nas turbinas através da lei de Stevin ou a quantidade de energia elétrica gerada pelo fluxo de água. Ainda utilizando este exemplo, para o cidadão, ao longo de sua vida, será muito mais importante discutir e opinar se para a sociedade na qual ele se encontra vale a pena ou não implantar uma nova usina hidrelétrica (quanto aos cálculos os especialistas serão encarregados de fazê-los, como sempre foi), mas se a população for esclarecida o suficiente, ela pode escolher de maneira responsável e consciente pela implantação ou não implantação da usina antes que haja necessidade de fazer projetos ou gastar dinheiro público com tal empreendimento.

A proposta nacional de ensino visa formar o cidadão, inclusive o cidadão em ciências, alfabetizado cientificamente, mesmo que isto não esteja colocado de maneira explícita. As disciplinas do ensino básico não têm como intenção formar apenas cientistas e os profissionais de educação deveriam ter isto muito claro e em mente o tempo inteiro, para que a escola básica ofereça propostas mais adequadas à formação de um cidadão que entenda de maneira mínima como a ciência e a tecnologia se relacionam com a vida que ele leva em sociedade e quais os impactos de suas escolhas nas mais variadas situações que envolvam usos e aplicações de ciência e tecnologia, escolhas estas que podem ter um impacto individual, como no caso do consumo pessoal de determinados produtos de processos científicos e tecnológicos, ou impactos sobre toda a sociedade, como no caso da implantação de um determinado tipo de usina de geração de energia elétrica.

A proposta de ensino CTS se enquadra de uma maneira muito adequada às necessidades de formação do cidadão na escola básica e traz um novo horizonte de mudanças com uma abordagem diferenciada, mais focada em discussões de natureza da ciência, história e filosofia da ciência e questões sociocientíficas, onde os conteúdos disciplinares são discutidos de uma maneira mais ampla, contextualizados e relacionados com conhecimentos de outras disciplinas que acabam por completar seu significado, permitindo ao aluno uma visão mais adequada dos conhecimentos

relacionados aos conteúdos de ciências da natureza. Este tipo de ensino oportuniza a prática de reflexão sobre questões de uma natureza que estará presente durante toda vida das pessoas que vivem em sociedades organizadas e tecnológicas, um ensino focado na discussão da ciência e da tecnologia e seus impactos na sociedade.

Uma das metodologias de ensino CTS mais referendadas pela academia se baseia no uso de controvérsias CTS controladas, onde são discutidas questões sociocientíficas a partir de múltiplos pontos de vista dos personagens sociais envolvidos nestas questões. Variados temas envolvendo ciência, tecnologia e sociedade podem ser adaptados a esta metodologia e analisados sob os seus diferentes aspectos, tornando a discussão muito mais rica do que quando ela se restringe ao simples conteúdo disciplinar isolado. Não seríamos ousados demais em dizer inclusive que em boas experiências de controvérsias controladas o conhecimento assume um caráter transdisciplinar enquanto rede de conhecimentos que se dá através da pesquisa e escolha de enfoque feita por cada grupo de alunos que participam da atividade, não se restringindo os argumentos utilizados a conhecimentos da disciplina que propõe a controvérsia, mas usando todo e qualquer argumento fundamentado em qualquer tipo de conhecimento que se relacione com a proposta de tema escolhido para a atividade, inclusive conhecimentos de outras disciplinas, como história, geografia, filosofia ou sociologia.

Experiências de controvérsias controladas com bons resultados envolvendo os mais variados temas sociocientíficos já são amplamente relatadas em trabalhos acadêmicos. Temas ambientais e problemas de saúde pública costumam ser bastante explorados neste tipo de metodologia. Em nosso trabalho, o tema escolhido foi a indústria da guerra, pois em nossa pesquisa não encontramos trabalhos acadêmicos relacionados à discussão deste, apesar de já ter sido citado como um importante tema global de discussão (tecnologia de guerra) na década de oitenta por Bybbe e Mau (1986). Discutiremos aqui como as sociedades em geral são afetadas por um conflito armado, como o desenvolvimento científico e tecnológico influencia na forma como o conflito se desenrola, os impactos do conflito sobre as populações, os interesses de cada uma das partes envolvidas e o papel da indústria bélica, entre outras possibilidades de comentários que possam emergir durante a atividade.

O tipo de atividade aqui proposto necessita de um ponto de partida, uma motivação prévia para a organização da proposta e separação dos grupos que participarão da argumentação. Uma atividade de controvérsia CTS controlada

costuma ter seu ponto de partida em algum material escrito, é muito comum o uso de uma notícia real ou a elaboração de uma notícia fictícia que apresenta uma situação problema que será o eixo em torno do qual a discussão ira girar. Neste trabalho, no lugar da notícia, utilizaremos sete páginas de uma história em quadrinhos do personagem Homem de Ferro que traz uma infinidade de questionamentos muito pertinentes à proposta de atividade por nós escolhida. Esta escolha apresenta uma característica bem particular em trabalhos deste tipo, que é a utilização de um material que faz uso da linguagem dos quadrinhos para motivar a discussão de um importante tema sociocientífico global e controverso.

Além da atividade de controvérsia CTS controlada, utilizaremos ainda questões do formulário PIEARCTS relacionadas ao tema para analisar as concepções dos estudantes participantes da pesquisa através de um pré-teste e um pós-teste que utilizaremos como uma ferramenta estatística de comparação, visto que esta é uma ferramenta de análise também referendada pela comunidade acadêmica e utilizada em vários países da Iberoamérica (BENNÀSSAR-ROIG et al., 2007). A intenção do uso do PIEARCTS é buscar confrontar os resultados obtidos com ele com as informações obtidas nas falas dos estudantes durante a atividade de controvérsia controlada e verificar se existe ou não uma correlação entre as concepções em ciência e tecnologia presentes nas falas dos estudantes e nos resultados dos questionários.

Pretendemos com este trabalho analisar as possíveis contribuições de uma atividade de controvérsia CTS controlada sobre a indústria da guerra, motivada por um material em quadrinhos de um personagem conhecido de uma grande editora, que se encontra em circulação no mercado. Utilizaremos para este objetivo a análise dos resultados de testes feitos com o PIEARCTS, assim como a análise das falas das argumentações dos estudantes participantes da pesquisa durante a atividade. Pretendemos também analisar se o material em quadrinhos se apresenta como mais uma possibilidade de material de motivação da discussão de temas sociocientíficos controversos de maneira satisfatória. Em nossas análises utilizaremos como referências os mitos em ciência e tecnologia descritos por Auler e Delizoicov (2001), verificando se os alunos apresentam uma visão ingênua, muitas vezes relacionada a uma alfabetização científica em perspectiva reducionista, ou se eles apresentam falas que mostram uma superação destes mitos, mostrando uma perspectiva ampliada de alfabetização científica.

O capítulo 1 deste trabalho apresenta a fundamentação teórica necessária

para as discussões aqui presentes de maneira mais detalhada.

O capítulo 2 descreve a metodologia de trabalho utilizada nesta pesquisa, suas adaptações, limitações e dificuldades encontradas.

No capítulo 3 discutimos os resultados alcançados com a atividade.

O capítulo de Considerações Finais trará a síntese das conclusões alcançadas com este trabalho, considerações a respeito da pesquisa e propostas de continuidade ou ampliação das discussões aqui apresentadas.

1 Fundamentos Teóricos

Este capítulo reúne as fontes teóricas que serviram como base para as discussões, investigação e estudo que desenvolvemos com este trabalho. Pretendemos aqui definir nossas posições e escolhas conceituais em consonância com trabalhos acadêmicos anteriores que permitiram a elaboração desta investigação.

1.1 Ciência, Tecnologia e Sociedade

Próximo ao fim da Segunda Guerra Mundial o proeminente cientista americano Vannervar Bush, que foi o primeiro consultor científico dos Estados Unidos e participou da administração do Projeto Manhattan, responsável pelas bombas atômicas que deram fim à guerra, escreveu um relatório sobre como os Estados Unidos poderiam expandir a pesquisa científica a pedido do então presidente dos Estados Unidos Franklin D. Roosevelt. Este relatório foi intitulado *Science: the endless frontier* (Ciência: a fronteira inalcançável) e nele Bush (1945, 1960) exalta todos os benefícios advindos dos avanços científicos no momento de guerra, como a invenção da penicilina e do radar e ainda outros como avanços nas tecnologias ligadas à agricultura. Seu discurso cria a relação de causa e efeito entre os avanços científicos e uma melhora no estado de bem-estar social de um povo.

> Avanços na ciência, quando colocados em uso prático significam mais empregos, salários mais altos, menor quantidade de horas de trabalho, colheitas mais abundantes, mais lazer para recreação, para estudar, para aprender como viver para sem o trabalho penoso que tem sido o fardo do homem comum nos tempos passados. Avanços na ciência também irão trazer padrões de vida mais elevados, irão contribuir para a prevenção ou cura de doenças, promoverão a conservação de nossos recursos nacionais limitados, e irão assegurar meios de defesa contra a agressão, mas para atingir estes objetivos – para garantir um elevado nível de emprego, para manter uma posição de liderança mundial - o fluxo de novos conhecimentos científicos deve ser ao mesmo tempo contínuo e substancial. (BUSH, 1945, 1960, pág. 10, tradução nossa).

Esta concepção fez com que pelos anos que seguiram o período pós-guerra as

pessoas aceitassem cegamente o “modelo linear de desenvolvimento” identificado pela simples equação: + ciência = + tecnologia = + riqueza = + bem-estar social (LÓPEZ-CEREZO, 1998; BAZZO, LISINGEN e TEIXEIRA, 2003). Esta forma de pensar e agir refletia um comportamento de intenso otimismo diante das potencialidades da ciência e da tecnologia, o que levou a uma necessidade de apoio incondicional. Apesar deste entusiasmo diante de uma visão de todos os aspectos positivos dos avanços, vale ressaltar o conteúdo do último parágrafo da primeira parte da introdução do relatório feito por Bush (1945, 1960):

> Ciência, por si só, não fornece nenhuma panaceia para os males individuais, sociais e econômicos. Ela pode ser eficaz no bem-estar nacional apenas como membro de um time, quer as condições sejam de paz ou guerra, mas sem o progresso científico nenhuma quantidade de realizações em outras direções pode assegurar nossa saúde, prosperidade e segurança como uma nação no mundo moderno. (BUSH, 1945, 1960, pág. 11, tradução nossa).

O que o Relatório Bush defendia de fato era uma postura política de valorização da ciência ao ponto de que houvesse total liberdade para a pesquisa científica com apoio e financiamento do governo. De sua parte esta pesquisa oferecia uma perspectiva de longo prazo que traria vantagens e benefícios, usando como justificativa os avanços testemunhados ao longo da Segunda Guerra Mundial.

Entretanto, o que foi presenciado nos anos seguintes não confirmava essa infalibilidade da ciência. Apresentamos aqui uma compilação de eventos deste período presentes em trabalhos de Acevedo-Díaz, Vázquez-Alonso e Manassero-Mas (2001) e González García, Luján López e López Cerezo (1996) que contradiziam essa concepção:

- Em agosto de 1945 duas bombas atômicas foram jogadas sobre Hiroshima e Nagasaki, no Japão, cada uma delas matou mais de 80 mil pessoas instantaneamente, porém foram determinantes para o fim da Segunda Guerra Mundial.
- Em 4 de outubro de 1957 a União Soviética lança o Sputnik I, o primeiro satélite artificial da Terra, criando uma situação de tensão social e política nos Estados Unidos e outros países ocidentais.
- Em 10 de outubro 1957 o reator nuclear de Windscale, na Inglaterra, sofre um grave acidente que produz uma nuvem radioativa que se desloca pela Europa Ocidental.
- Em 29 de setembro de 1957 o depósito nuclear da usina de Kyshtym, na

Rússia, explodiu liberando partículas que contaminaram as cidades próximas num raio de 800 km, fazendo com que mais de 10 mil pessoas das áreas afetadas tivessem que evacuá-las.

- Em 29 de julho de 1958 é criada a NASA (National Aeronautics and Space Administration) nos Estados Unidos, como uma resposta ao sucesso da União Soviética em lançar o Sputnik ao espaço.
- Em 7 de maio de 1959 C.P. Snow em uma conferência denuncia o abismo entre a cultura humanística e a científico-técnica.
- Na década de 1960 desenvolve-se o movimento de contracultura, que se baseia em uma luta política contra o sistema e vincula seus protestos com a tecnologia.
- Também se desenvolve o movimento pró-tecnologia alternativa, onde se promove uma luta contra o estado tecnocrático e a favor de tecnologias amigáveis ao ser humano.
- Em 1961 a talidomida foi proibida na Europa após a constatação de mais de 2500 casos de má formação em fetos graças ao seu uso. Muitos outros casos foram constatados pelo resto do mundo.
- Em 27 de setembro de 1962 foi lançado o livro *Silent Spring* (Primavera Silenciosa), de Rachel Carson, que denunciava, entre outras coisas, o impacto de pesticidas sintéticos, como o DDT.
- Em 10 de outubro de 1963 entrou em efeito o Tratado de Interdição Parcial de Ensaios Nucleares com o intuito de retardar a corrida armamentista e conter a liberação excessiva de cinzas nucleares na atmosfera.
- Em 10 de abril de 1963 o submarino atômico USS Thresher dos Estados Unidos afundou no Oceano Atlântico, matando sua tripulação inteira.
- Em 17 de janeiro de 1966 um bombardeiro norte-americano B52 sofre um acidente e deixa cair quatro bombas de hidrogênio nos arredores da cidade de Palomares, na Espanha, espalhando plutônio e contaminando uma ampla área.
- Ainda em 1966 ocorreu um movimento de oposição à proposta de criar um banco de dados nacional nos Estados Unidos, por parte de profissionais da informática, baseados em motivos éticos e políticos.
- Em 18 de março de 1967 ocorreu o primeiro acidente mundial de derramamento de petróleo. O petroleiro Torry Canyon sofreu um acidente

e espalhou uma grande quantidade de petróleo nas praias do Sul da Inglaterra.

- Em maio de 1968 na Europa e nos Estados Unidos acontecem protestos generalizados contra o sistema.
- Em 25 de julho de 1968 o Papa Paulo VI torna pública a rejeição ao controle artificial de natalidade, através da Carta Encíclica *Humanae vitae*.
- Ainda em 1968 outro submarino nuclear dos Estados Unidos afundou, o USS Scorpion, e ocorreram graves revoltas nos Estados Unidos contra a guerra do Vietnã (onde o exército norte-americano usava sofisticados métodos bélicos, como o uso de napalm e do agente laranja).

Todos estes exemplos contribuíram para que a sociedade começasse a ver que os avanços científicos e tecnológicos não traziam apenas benefícios e vantagens, como explicita Chrispino (2013),

> Há vantagens e benefícios, mas há também efeitos secundários que podem surgir a curto, médio e longo prazos. Há grupos sociais que, além de não serem beneficiados com o resultado tecnológico, podem sofrer perdas e restrições com a disseminação do aparato tecnológico. (CHRISPINO, 2013, p. 5).

Este panorama de tensão fez com que começassem a surgir grupos de ativistas que questionavam a concepção tradicional de ciência e tecnologia com base nos impactos observados ao longo dos anos. Surgiu a necessidade pública de se discutir os riscos associados aos avanços científicos e tecnológicos e as possíveis consequências destes.

As discussões CTS começaram a tomar forma e ganhar força a partir da década de 1970. Cutcliffe (2003) nos apresenta uma série de autores que foram determinantes para o surgimento dos chamados movimentos CTS, entre os trabalhos citados temos: a discussão sobre o uso de pesticidas, presente no já referido livro *Primavera Silenciosa* (Silent Spring), de Rachel Carson, publicado em 1962, a discussão sobre a segurança dos automóveis americanos, no livro *Unsafe at Any speed*, de Ralph Nader, publicado em 1965. Antes deles, em 1958, John Kenneth Galbraith já havia publicado *The Affluent Society,* onde sugeria que o estado industrial e o poder tinham passado dos consumidores e do mercado para uma "tecnoestrutura" dentro da sociedade, que controlava a tecnologia assegurando assim seu próprio crescimento. Estes são apenas alguns exemplos de pontos chaves na história para o crescimento do movimento CTS.

Assumimos neste trabalho a definição de movimentos CTS em acordo com Chrispino (2013, p. 10), que diz que “[...]o Movimento CTS representa melhor as consequências sociais e ações da sociedade em torno dos temas de Ciências e Tecnologia[...]”. Vacarezza (2002), complementa esta concepção de maneira mais detalhada:

> O conceito de movimento faz referência à conformação de um sujeito político (ou a um conjunto mais ou menos integrado ou contraditório de sujeitos políticos) que pretende intervir em situações de poder social global sobre a base de reinvindicações ou objetivos de mudanças específicas (sejam setoriais ou globais). (VACAREZZA, 2002, p. 67).

A crescente erupção de uma série de movimentos organizados que questionavam o modelo tradicional de desenvolvimento e tratavam de dedicar um olhar crítico e cuidadoso sobre os riscos e impactos dos avanços científicos e tecnológicos fez com que não só os cidadãos que não estavam diretamente envolvidos com a produção científica, mas também grupos de acadêmicos e cientistas começassem a se mobilizar e discutir os fatores, relações e consequências intrínsecos e extrínsecos da produção científica e tecnológica. Surgem então o que hoje chamamos de estudos CTS.

Chrispino (2013) considera que o Campo de Estudos CTS

> [...] se caracteriza pelos estudos acadêmicos que buscam explicar a Natureza da Ciência, da Tecnologia e da Sociedade e como o entendimento diferente sobre estes campos do saber resulta em relações estreitas entre estes três campos. (CHRISPINO, 2013, p. 9).

Vacarezza (2002) diferencia o Campo de Estudos CTS dos movimentos CTS da seguinte forma: “Reservamos o conceito de campo às funções estritamente cognitivas que levam a cabo os distintos cultores da reflexão sobre as relações entre ciência, tecnologia e o social.” (VACAREZZA, 2002, p. 67).

Entre os estudos CTS existem duas tradições principais de acordo com alguns autores da área: a tradição norte-americana, que enfatiza os estudos dos resultados e consequências dos avanços científicos e tecnológicos, e a tradição europeia, que se debruça sobre os antecedentes ou as condições que dão suporte às mudanças relacionadas à ciência e à tecnologia. Cachapuz (2008) define as duas tradições da seguinte forma:

> a norte-americana, que coloca maior ênfase na abordagem das consequências sociais das inovações tecnológicas e nas influências sobre a forma de vida dos cidadãos e das instituições e a europeia que coloca a ênfase na dimensão social antecedente aos desenvolvimentos científicos e tecnológicos, evidenciando a diversidade de fatores económicos, políticos e culturais que participam na gênese e aceitação das teorias científicas. (CACHAPUZ, 2008, p. 29).

Entendemos que para uma boa escolha de linha de trabalho, mais completa, não podemos nos manter limitados a uma destas duas tradições apenas, inclusive para prevenir a possibilidade de recairmos em algum tipo de determinismo tecnológico, ao seguir apenas a tradição norte-americana, ou de acabarmos incorrendo em um determinismo social, ao seguir de maneira ingênua a tradição europeia. Uma discussão tão completa quanto possível deveria levar em conta todo o processo da construção e transformação do conhecimento científico, desde seus antecedentes até as consequências das mudanças operadas, lembrando que estes antecedentes e consequências não são apenas sociais.

Vacarezza (2002) ainda defende a existência de uma terceira tradição, o Pensamento Latino-americano de CTS (PLA-CTS), que nasceu a partir da criação de conselhos nacionais de ciência e tecnologia e outros órgãos relacionados que foram criados devido à entrada de capital estrangeiro e a transferência relativamente acrítica de experiências europeias do pós-guerra com a intenção de diminuir as diferenças em relação à ciência e a tecnologia dos Estados Unidos. O autor define o PLA-CTS como segue:

> O pensamento latino-americano nasce ao fim da década de 60 como uma crítica diferenciada à situação da ciência e da tecnologia e de alguns aspectos da política estatal no campo. Desde meados dos anos 50 e 60, organizações internacionais como a UNESCO e a OEA se constituíram como pontes institucionais chaves para a introdução de políticas de ciência e tecnologia na América Latina. (VACAREZZA, 2002, tradução nossa).

O PLA-CTS tem como caraterística principal um enfoque na política envolvida nas relações CTS. Se analisarmos com mais atenção o trabalho de Vacarezza (2002), onde este enumera os pontos de apoio do pensamento latino-americano de CTS, veremos discussões muito claras a respeito do subdesenvolvimento das nações latino-americanas, crítica ao desenvolvimento de tecnologias nacionais que seriam “exportadas” para os países desenvolvidos, influência cultural externa por parte dos países desenvolvidos através da adoção das tecnologias oferecidas por estes,

questões relacionadas a mitos de ciência e tecnologia presentes nas culturas dos países centrais e questões de política explícita e implícita de ciência e tecnologia. Este não foi o posicionamento conceitual por nós escolhido para este trabalho por nossa proposta girar em torno de um tema de emergência global (BYBEE e MAU, 1986), a tecnologia de guerra. Entendemos que o PLA-CTS é uma linha de estudos muito restrita à realidade social, política e econômica dos países da América Latina, o que limitaria as possibilidades de nosso trabalho.

Os estudos CTS permitiram chegar a conclusões a respeito das relações entre ciência, tecnologia e sociedade como Gordillo e Osorio (2003) concluem,

> As relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade têm um caráter muito mais complexo e dinâmico que o oferecido pelas anteriores metáforas da linearidade ou do entrelaçamento. Mais que ligações de uma cadeia ou do que fios que vão se entrelaçando para ir formando um tecido acabado e definitivo, as relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade podem ser vistas como um processo de construção e reconstrução recíproca e dinâmica. (GORDILLO e OSORIO, 2003, pág. 168, tradução nossa).

Os resultados dos estudos CTS permitiram ver que a compreensão destas relações é uma competência importante para o exercício da cidadania, desta forma surgiu a proposta de Educação CTS, que visava levar estas discussões ao cidadão inserido em uma sociedade cada vez mais tecnológica. A Educação CTS tem como objetivo principal a alfabetização científica dos cidadãos, como discutiremos na seção a seguir.

1.2 Alfabetização científica

O objetivo principal da educação CTS é promover a alfabetização científica dos cidadãos. Nosso trabalho pretende contribuir na construção de conhecimentos que possam ajudar a elaborar propostas de ensino cada vez mais efetivas visando alcançar esta meta no ensino básico. Miller (1983) nos apresenta uma preocupação que todo pesquisador da área de educação CTS deveria ter:

> "Alfabetização científica" é um daqueles termos que muitas vezes são usados, mas raramente definidos. Ser alfabetizado tem dois significados bastante diferentes: ser instruído, e - talvez o que a maioria das pessoas hoje querem dizer quando falam da alfabetização ou de ser alfabetizado - ser capaz de ler e escrever. Infelizmente, uma boa parte do debate atual sobre alfabetização científica não consegue distinguir entre os dois, e grande parte da confusão em torno da questão pode ser atribuída a essa omissão. (MILLER, 1983, pág. 29, tradução nossa).

Entendemos que estes dois significados se adequam muito bem às ideias de alfabetização científica em uma perspectiva ampliada e em uma perspectiva reduzida, respectivamente. Não esperamos formar um cidadão no Ensino Básico que seja capaz apenas de ler e escrever ciências, de entender conceitos disciplinares e resolver problemas teóricos, mas defendemos uma proposta de educação CTS que se baseia em auxiliar o estudante a compreender a ciência e suas relações com a tecnologia e a sociedade. Krasilchik (1988) já alertava que para discutir estas relações não é possível que elas sejam desvinculadas

> [...] de valores, de sistemas éticos, de paradigmas, padrões que, por sua vez, têm de ser testados e colocados em prática em diferentes situações que envolvem decisões individuais, familiares, comunitárias, decisões de âmbito nacional e internacional e decisões que afetam o futuro da humanidade. (KRASILCHIK, 1988, pág. 59).

A autora ainda enumera que para que esta proposta funcione de maneira efetiva, é necessário possibilitar ao estudante:

- Pensar por si mesmo, obedecendo à razão e não à autoridade;
- Ser capaz de identificar os mecanismos de controle exercidos sobre o cidadão;
- Sistematizar o conhecimento parcial fragmentário, adquirido em contatos com a família e com os amigos no mundo do trabalho;
- Entender o papel da ciência e da tecnologia na sociedade contemporânea, compreendendo o que se faz em ciência, por que se faz e como se faz.

Hurd (1997) fez um levantamento histórico a partir do que ele considera ser a primeira preocupação em estabelecer uma ligação entre a ciência acadêmica e a vida dos estudantes, em meados de 1620, até a época de publicação de seu trabalho. Ao tentar delimitar a alfabetização científica ele acaba por enumerar 27 conceitos pessoais, sociais e cognitivos que os estudantes deveriam adquirir visando uma alfabetização científica e em seguida, para definir o que é uma pessoa cientificamente

alfabetizada, ele enumera mais 25 competências que esta pessoa deveria ter. O autor conclui afirmando que “Os alunos que possuem essas habilidades de pensamento e estratégias cognitivas de ordem superior são considerados cientificamente alfabetizados.” (HURD, 1997, p. 414, tradução nossa). Não concordamos com esta concepção de alfabetização científica por nos parecer que ela seria tão complexa que só poderia ser atingida por alguns alunos. Acreditamos que uma alfabetização científica exclusiva não teria grande valor como proposta de educação para formação do cidadão.

Laugksch (2000) apresenta um levantamento dos vários significados do conceito de alfabetização científica segundo os diferentes grupos de interesse que trabalham com ele. Ele conclui que por traz da simplicidade do termo alfabetização científica existem suposições, concepções, interpretações e perspectivas a respeito do que o termo significa. Portanto, não é surpreendente que o conceito de alfabetização científica seja frequentemente considerado como difuso, mal definido, e difícil de medir. “Assim, parece prudente para os membros da comunidade de investigação explicitar a sua posição em relação a fatores relevantes de alfabetização científica quando se discute este conceito” (LAUGKSCH, 2000, p. 90, tradução nossa).

Acevedo-Dias, Vazquez-Alonso e Manassero-Mas (2003) apresentam uma discussão onde defendem uma alfabetização científica e tecnológica para todos, que é uma forma de enxergar este conceito que se alinha perfeitamente à maneira como o entendemos. Apesar dos autores reconhecerem a dificuldade em estabelecer limites a este conceito que possui objetivos e desafios relativos à formação dos cidadãos que podem ser alcançados e superados através de variadas formas, eles concluem que:

> A maneira mais forte para enfrentar esses desafios educacionais vem do movimento CTS, porque agora é o que fornece a melhor estrutura para atender e responder aos dilemas e contradições que podem representar as máximas da alfabetização científica e tecnológica e ciência e tecnologia para todos. (ACEVEDO-DÍAZ, VÁZQUEZ-ALONSO e MANASSERO-MAS, 2003, pág. 101).

Assim como Chassot (2003), vemos a alfabetização como uma possibilidade de inclusão social. Fugindo ao positivismo e ao tradicionalismo da educação que muitas vezes oferece um tipo de alfabetização científica sob uma perspectiva reduzida que, apesar de tentar relacionar os conceitos com a vida dos estudantes, não relaciona estes conceitos com outros que completam seus significados. Nos colocamos em uma posição de acordo com o autor ao pensar que:

> Parece que se fará uma alfabetização científica quando o ensino da ciência, em qualquer nível – e, ousadamente, incluo o ensino superior, e ainda, não sem parecer audacioso, a pós-graduação –, contribuir para a compreensão de conhecimentos, procedimentos e valores que permitam aos estudantes tomar decisões e perceber tanto as muitas utilidades da ciência e suas aplicações na melhora da qualidade de vida, quanto as limitações e consequências negativas de seu desenvolvimento. (CHASSOT, 2003, pág. 99).

Entendemos que a formação do cidadão deve passar por muitos aspectos e como já dissemos aqui, é necessário definir os limites de nosso estudo. Por escolher trabalhar com um tema sociocientífico global e controverso, assim como Jiménez-Aleixandre (2004) tratou em seu trabalho, definiremos a alfabetização científica da mesma forma que a referida autora: como a preparação de cidadãos e cidadãs para a participação competente na prática científica. Também concordamos com a conclusão da autora de que o meio em que os estudantes vivem deve ser objeto de ensino e que é necessário desenvolver nos estudantes a capacidade de interpretá-lo para poder, no futuro, tomar decisões sobre ele e exercer o papel de cidadãos responsáveis.

Auler e Delizoicov (2001) defendem que para atingir uma alfabetização científica de perspectiva ampliada é necessário que o cidadão supere crenças ingênuas relacionadas aos mitos de ciência e tecnologia, que discutiremos a seguir.

1.2.1 Os Mitos

De acordo com Bazzo, Lisingen e Pereira (2003), a ideia clássica por trás das relações entre ciência, tecnologia e sociedade é uma concepção essencialista e triunfalista que muitas vezes está presente no meio acadêmico e nos meios de divulgação presentes na sociedade. De acordo com esta forma de pensar, acredita-se que através da aplicação do método científico e de uma honestidade profissional dos cientistas e tecnocratas, é possível obter uma acumulação do conhecimento acerca do mundo. Para que isto ocorra de maneira confiável, o trabalho científico deveria ser avaliado por seus colegas, também cientistas. O sistema de arbitragem por pares preveria a controvérsia, garantiria o consenso e a honestidade da ciência, evitando fraudes.

Sarewitz (1996) nos apresenta uma série de mitos relacionados à pesquisa e desenvolvimento científicos:

a) *Mito do benefício infinito*. Sustenta que mais ciência e mais tecnologia sempre conduzirão a um maior estado de bem-estar social.
b) *Mito da investigação sem limites*. Sustenta que qualquer linha de pesquisa a respeito dos processos naturais fundamentais poderia resultar igualmente em algum tipo de benefício social.
c) *Mito da rendição de contas*. Sustenta que a verificação por pares, a reprodutibilidade dos resultados e outros controles de qualidade poderiam garantir as responsabilidades morais e intelectuais no sistema de pesquisa e desenvolvimento.
d) *Mito da autoridade*. Sustenta que a pesquisa científica seria capaz de proporcionar uma base objetiva para resolver disputas políticas.
e) *Mito da fronteira sem fim*. Sustenta que um novo conhecimento gerado na fronteira da ciência é autônomo com respeito às suas consequências práticas na natureza e na sociedade.

Esta concepção clássica apresenta alguns problemas, pois ela defende que a ciência seria um empreendimento com a intenção principal de alcançar a verdade sobre a natureza e para isto precisaria ser isenta de quaisquer tipos de valores sociais, mesmo os que sejam benéficos. Da mesma forma, a tecnologia só poderia favorecer a sociedade se sua autonomia fosse inteiramente respeitada. Como concluem Bazzo, Lisingen e Pereira (2003, p. 121), “ciência e tecnologia são apresentadas como formas autônomas de cultura, como atividades valorativamente neutras, como uma aliança heroica de conquista cognitiva e material da natureza”.

Apresentaremos aqui uma breve síntese baseada no trabalho de Auler e Delizoicov (2001), onde os autores descrevem e fundamentam três principais categorias de mitos dentro da crença ou “mito original” da neutralidade da ciência e da tecnologia. Estes três mitos fundamentarão a nossa análise das falas dos alunos na atividade de controvérsia controlada que estamos propondo neste trabalho e dos resultados dos testes que serão feitos com questões do PIEARCTS.

1.2.1.1 Superioridade do modelo de decisões tecnocráticas

Este primeiro mito carrega a ideia de uma ciência infalível e inquestionável, a mesma ideia usada em propagandas de produtos que tem sua qualidade “comprovada

cientificamente". Esta interpretação se assemelha a de uma ciência religiosa, que carregaria uma verdade absoluta. Seguindo esta linha de raciocínio, a ciência seria um conhecimento superior a todos os demais e a melhor opção para se resolver qualquer tipo de problema, desde o campo técnico até o campo ético.

Esta visão da ciência ainda coloca os tecnocratas como personagens com capacidade para definir o caminho dos avanços com total certeza, sem o risco de ambiguidades de interpretação, sob este ponto de vista a participação democrática do cidadão comum nas discussões referentes à ciência e à tecnologia só trariam incertezas indesejadas, pela falta de conhecimento por parte destes que teriam um melhor preparo para uma tomada de decisão ótima. O cidadão comum não precisaria ser consultado em hipótese alguma.

Por fim, estes mesmos tecnocratas usam a ciência como justificativa de suas ações, assim como ao longo da história alguns religiosos usavam Deus como justificativa para seus atos. Tudo isto para fundamentar as ideias centrais deste mito que são: 1) neutralidade ideológica dos tecnocratas e; 2) para cada problema existe uma solução ótima dada pela ciência. Por estes motivos, não há necessidade de discussão pública e democrática. Thuillier (1989) sintetiza da seguinte forma:

> A tendência da tecnocracia é transferir a 'especialistas', técnicos ou cientistas, problemas que são de todos os cidadãos. (...) Escolhas políticas são transformadas em questões a serem decididas por comitês de especialistas. Não digo que os tecnocratas sejam maus, nem que tomem sempre decisões erradas. Digo que é mau o sistema que lhes dá esse poder (THUILLIER, 1989, pág. 22).

1.2.1.2 Perspectiva salvacionista da ciência e da tecnologia

Este mito se baseia na concepção tradicional/linear de progresso, que carrega a ideia de que mais ciência significa mais tecnologia, que gera um maior avanço econômico, que traz como resultado o bem-estar social. Esta maneira de pensar nos faria acreditar que a ciência e a tecnologia em algum momento do presente ou do futuro resolverão todo e qualquer problema existente, mesmo os de escala global. Desta forma os avanços em ciência e tecnologia sempre se dariam de uma maneira a solucionar os problemas da humanidade e facilitar a vida das pessoas, conduzindo a sociedade ao progresso.

O grande problema deste mito está no fato de sustentar uma crença de que o

progresso científico e tecnológico estará sempre relacionado ao progresso social e moral. O desenvolvimento científico não é um processo neutro e que não afeta as estruturas sociais a ele relacionadas e a ciência e a tecnologia nem sempre mudam para melhor aquilo que transformam.

O pensamento relacionado a este mito ainda leva as pessoas a pensarem que problemas com fortes componentes sociais, como a poluição ou as guerras, podem ser resolvidos apenas com aplicações mais modernas de tecnologia. A sociedade para de se preocupar com sua ação cidadã e espera que os problemas sejam solucionados sem a necessidade de qualquer mudança de conduta social ou cultural, porém apenas a implantação de uma nova tecnologia nunca será suficiente para resolver problemas complexos envolvendo fatores como política, economia, história e cultura, por exemplo.

Muitos problemas podem ser resolvidos fazendo uso de algum tipo de tecnologia, mas em geral este uso afeta apenas uma parte do problema maior. Suponhamos que surgisse um novo tratamento para o câncer baseado em uma nova aplicação tecnológica, por mais que este pudesse garantir a cura de todos os casos, apenas a ciência e a tecnologia não podem garantir que todos os enfermos necessitados terão acesso ao referido tratamento, muitos outros fatores sociais estariam envolvidos neste processo complexo, ainda mais se ele tivesse um alto custo financeiro. A simples existência da tecnologia não garante que as pessoas terão acesso a ela.

O cidadão necessita de uma formação que o ajude a perceber que,

> Chegamos a pensar, em muitas situações, que a única solução para os problemas está na ciência. Esquecemos - ou nos fazem esquecer - que nem todos os problemas são de caráter científico-tecnológico. Em suma, precisamos trabalhar o fato de que mais ciência, mais técnica, não significa, necessariamente, vida melhor para todos (AYARZAGÜENA et al. apud BAZZO,1998:168).

1.2.1.3 Determinismo tecnológico

O último mito que discutiremos aqui é o determinismo tecnológico que Sanmartín (1990) define como se fosse uma caminhada linear e sem retorno em direção ao futuro, ao progresso, através da tecnologia. Ele aponta algumas características desta que ele chama de “superteoria” (superideologia) do progresso:

- A sociedade e o ser humano são considerados produtos de uma tecnologia autônoma em seu desenvolvimento;
- A sociedade e o ser humano serão cada vez melhores graças ao acúmulo de inovações tecnológicas. O progresso social é consequência do progresso tecnológico;
- Toda inovação tecnológica é boa por si mesma, contribuindo para a geração de riqueza, para o bem-viver, havendo uma relação causal perfeita entre inovação tecnológica e avanço humano;
- Da tecnologia espera-se a construção científica de um mundo sucessivamente melhor.

De acordo com Sanmartín, esta superideologia do progresso se baseia em "mitos propagandísticos", como a ideia de temos apenas duas opções: a evolução através da tecnologia ou a estagnação e o regresso à época das cavernas, trazendo um significado negativo ao passado sem a tecnologia que temos hoje. Não escolher pela tecnologia seria equivalente a permitir ser ultrapassados por nossos concorrentes que façam usa dela.

Gomez (1997) define o determinismo tecnológico a partir de duas teses: 1) é a mudança tecnológica que causa a mudança social, desta forma é a tecnologia que define os limites do que uma sociedade é capaz de fazer. Os avanços tecnológicos são o fator principal da mudança social; b) A tecnologia é autônoma e os rumos dos avanços tecnológicos não dependem das influências sociais.

1.3 Quadrinhos

Os quadrinhos são uma forma de leitura muito popularizada nos dias de hoje e apresentam os mais variados temas e uma diversidade enorme de formatos e histórias. A grande vantagem que os quadrinhos apresentam quando comparados a outros tipos de leituras é o fato de que eles se utilizam de duas linguagens simultaneamente para passar as ideias a que se propõem: a linguagem escrita e a imagem.

Durante muito tempo os quadrinhos foram vistos apenas como um tipo de representação gráfica usada para a comunicação, sem muito valor e que não era considerado um tipo de literatura, muito menos algum tipo de arte (MCCLOUD, 2006).

Foi o advento das Graphic Novels (novelas gráficas) que fez com que os quadrinhos deixassem de ser vistos como algo descartável e passassem a ser vistos como uma forma de contar histórias que poderiam perdurar.

É muito comum ainda hoje vermos trabalhos acadêmicos usando quadrinhos para o ensino de uma maneira bastante limitada. Esse tipo de uso muitas vezes se apresenta apenas como uma nova mídia para expor o mesmo conteúdo dos livros didáticos. A crítica que pretendemos trazer aqui se deve ao fato de que o uso de histórias em quadrinhos para o ensino deve ser feito com o cuidado e o entendimento da linguagem, que permitem que toda a potencialidade deste possível material didático seja explorada.

Com uma superficial pesquisa entre os artigos acadêmicos de ensino de ciências disponíveis através das ferramentas de busca da internet, encontraremos muito comumente propostas que usam quadrinhos para discutir conceitos disciplinares. Encontraremos também trabalhos onde os quadrinhos são construídos pelos professores como material de apoio para a aula de determinado conteúdo. Outra possibilidade comum é o uso de metodologias onde os próprios alunos produzem quadrinhos que são usados mais uma vez para discutir conteúdos disciplinares. Não é comum utilizar os quadrinhos para discutir temas CTS ou natureza da ciência.

Encontramos dois trabalhos (SOUZA e VIANNA, 2014; SOUZA, 2015) de um projeto de pesquisa que se chama Física em Quadrinhos, em uma analogia a histórias em quadrinhos, que se auto classificam como uma proposta de ensino CTS, mas que não trazem característica alguma na linguagem do material que justifique esta classificação. O material em quadrinhos produzido pelo grupo trabalha com contextualização (algumas vezes até mesmo com cotidianização) para discutir conceitos do conteúdo da disciplina de física. Nesta proposta os quadrinhos, que se apresentam em forma de tirinhas, são inclusive seguidos de questionários relacionados aos conceitos disciplinares que deveriam ser estudados naquela aula. Não pretendemos utilizar os quadrinhos desta forma no presente trabalho.

Outro trabalho que traz os quadrinhos para dentro da discussão de temas CTS é o de Lisingen (2008), que discute como os mangás (quadrinhos orientais que são lidos em sentido invertido em relação aos quadrinhos ocidentais) poderiam ser usados para discutir temas CTS. Este trabalho tem uma característica muito importante que se assemelha à proposta que traremos adiante: ele usa mangás que se encontram disponíveis no mercado e que não foram produzidos com intenção de ser usados em sala de aula. A análise de Lisingen (2008) consegue observar o potencial de discutir

temas CTS a partir de mangás que são produzidos em sua maioria como produtos que são usados para lazer e entretenimento.

Precisamos lembrar aqui que toda história em quadrinhos, por mais lúdica que pareça, é produzida em uma sociedade, é uma produção sociocultural complexa como McCloud (2006) nos mostra de uma maneira muito interessante. Desta forma é muito comum que discussões presentes no dia a dia e na cultura das sociedades que a consomem estejam presentes. O fato de estarmos em um mundo extremamente globalizado e com acesso a uma quantidade infinita de informação faz com que em algum momento temas relacionados à natureza da ciência ou à construção social da ciência surjam nas histórias que chegam ao mercado ou mesmo à internet, onde podemos consumi-las de maneira quase gratuita.

Hoje em dia já existe muito material rico em quadrinhos no que diz respeito a discussões que envolvam temas sociais relacionados à ciência e à tecnologia. Entendemos que não há necessidade de produzir novos materiais, visto que as discussões que existem em nossa sociedade já fazem com que quadrinhos com estas características surjam nas prateleiras todos os dias, basta que tenhamos olhos treinados e estejamos atentos para reconhecê-los. Tentaremos dar nossa contribuição no que se refere a uma nova forma de trabalhar usando quadrinhos enquanto aproveitamos todas estas vantagens que eles apresentam.

Utilizaremos em nossa proposta de trabalho sete páginas da edição número 1 do arco de história intitulado Extremis da publicação Invencível Homem de Ferro, que trata de histórias do conhecido personagem da Marvel Comics, Tony Stark, o Homem de Ferro. A escolha deste trecho de história em quadrinhos foi feita pelo tema que queremos tratar em nossa proposta de atividade de controvérsia controlada, queremos discutir a indústria da guerra, que é um dos temas CTS elencados por Bybee e Mau (1986), mas que não costuma ser explorado muitos trabalhos acadêmicos.

Independente da escolha de tema para a discussão, sempre será possível encontrar algum material que sirva como material de provocação da discussão com os alunos. Seguem alguns outros exemplos:

- PLANETES, de Makoto Yukimura, discute os interesses envolvidos em um processo de expansão espacial.

- Ministério do Espaço, de Warren Ellis, tem como ponto principal os interesses envolvidos em uma corrida espacial, como ocorreu na época da guerra fria.

- Superior Homem de Ferro, de Tom Taylor, fala sobre o consumismo e os interesses por trás do uso e de acesso à determinada tecnologia, além de discutir o

controle da população através de monitoramento contínuo.

- DPF – Departamento de Polícia da Física, de Simon Oliver, que mostra um mundo onde falhas nas leis da física poderiam mudar a maneira de viver das pessoas e como seria necessário criar leis definidas pela sociedade para manter a ordem quando as leis da física falhassem.

- Y, o último homem, de Brian K. Vaughan, que discute o que aconteceria se sobre o mundo se abatesse uma praga que matasse instantaneamente todos os seres do sexo masculino de todas as espécies, menos um homem e seu chimpanzé.

- Private Eye, de Brian K. Vaughan, que mostra um futuro distópico onde ocorreu um fenômeno na rede mundial de computadores onde os segredos de todas as pessoas foram revelados, por este motivo a internet simplesmente deixou de existir e as pessoas passaram a guardar excessivamente as suas identidades, inclusive usando máscaras em público.

2 Metodologia

O presente capítulo trata de descrever e discutir as escolhas e os procedimentos metodológicos das fases desta investigação, fundamentando-os. O processo pelo qual este plano de investigação foi concebido foi resultado da interação e integração de diferentes elementos: a) um conjunto de intenções; b) determinadas questões de investigação; c) a abordagem metodológica selecionada; d) preocupações relativamente à validade do estudo; e) o enquadramento teórico orientador da investigação (apresentado no Capítulo 1); f) pressupostos de natureza epistemológica; e g) um conjunto de valores (Maxwell, 1998 apud. Reis, 2008). As questões de investigação têm uma relação direta com as intenções do plano de investigação e são fundamentadas pelo conhecimento existente sobre o tema abordado. Temos claro que a metodologia selecionada para o trabalho deve permitir responder às questões de pesquisa ao mesmo tempo que assegure a validade do estudo.

2.1 Intenções

Este trabalho tem a intenção de seguir uma linha de investigação e de intervenção centrada em uma metodologia didática que tem como base a discussão de temas sociocientíficos. Reis (2008) nos expõe várias potencialidades deste tipo de abordagem: (1) na construção de uma imagem mais humana da ciência e da tecnologia, baseada na compreensão das suas interações com a sociedade e na avaliação das suas possibilidades como fatores de desenvolvimento; (2) na motivação dos alunos; (3) na estimulação do pensamento e das interações sociais; (4) na construção de conhecimento sobre os temas em discussão; (5) na promoção da discussão sobre as questões éticas associadas a temas controversos.

Pretendemos também conhecer o grau de informação dos estudantes a respeito de temas sociocientíficos controversos que envolvam outros fatores que não apenas o conhecimento disciplinar de física, este conhecimento é de suma importância para o bom andamento da atividade e para que esta ofereça um tipo de

informação que tenha o potencial de contribuir para um aprimoramento do julgamento por parte destes estudantes, fornecendo-lhes subsídios para que desenvolvam uma visão menos ingênua quando colocados diante de temas controversos envolvendo ciência e tecnologia.

Trazer uma metodologia tão diferente pra dentro de uma sala de aula do Ensino Médio no Brasil pode parecer uma atitude descabida ou não atender às necessidades de aprendizado dos estudantes de física presentes nesta realidade, porém discutir novas propostas de ensino mais ajustadas aos documentos nacionais e estaduais, que já visam este tipo de abordagem de discussão das relações entre ciência, tecnologia e sociedade é essencial no momento que a educação do nosso país se encontra, inclusive com a discussão de uma nova proposta curricular nacional que em muitos pontos se aproxima de nossa proposta neste trabalho.

Acreditamos que as interações e discussões que os estudantes têm a oportunidade de vivenciar dentro da escola nas disciplinas de ciências da natureza do ensino básico podem contribuir para atitudes cidadãs mais esclarecidas quando ao longo de sua vida e na sociedade em que vivem encontrarem-se diante de situações controversas envolvendo ciência e tecnologia.

2.2 Questões de investigação

Este trabalho estudou as concepções de alunos de quatro turmas do Ensino Médio de uma escola técnica estadual no Rio de Janeiro a respeito da controvérsia sociocientífica envolvendo o tema da indústria da guerra. A forma como este trabalho foi desenvolvido baseou-se nas seguintes questões de investigação:

1. O que pensam os estudantes a respeito das interações entre ciência, tecnologia e sociedade no que diz respeito ao tema da indústria da guerra?
2. Como uma atividade de controvérsia controlada pode contribuir para a construção de conhecimento adequado por parte dos estudantes, visando uma alfabetização científica em perspectiva ampliada?
3. Como uma história em quadrinhos pode contribuir na motivação dos alunos para a discussão de temas sociocientíficos globais controversos atuais?

2.3 Abordagem Metodológica

A natureza da investigação a que este trabalho se propõe nos levou a fazer a escolha por uma abordagem centrada na pesquisa qualitativa. Nosso estudo visa analisar concepções e argumentações de estudantes a respeito de um tema complexo e controverso no que diz respeito às mais variadas interações entre ciência, tecnologia e sociedade no contexto de conflitos armados da atualidade. Entendemos que formatar de antemão o tipo de resposta que pode emergir dos dados nas várias etapas da investigação limitaria as possibilidades de informação rica e variada à qual poderemos ter acesso:

A escolha por uma abordagem qualitativa traz algumas características bem particulares que se adequam à nossa proposta, como enumeram Bogdan e Biklen (1994):

1. Na investigação qualitativa a fonte direta dos dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal;
2. A investigação qualitativa é descritiva;
3. Os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos;
4. Os investigadores qualitativos tendem a analisar os seus dados de forma indutiva;
5. O significado é de importância vital na abordagem qualitativa.

2.4 Preocupações com a validade da investigação

Toda pesquisa qualitativa deve ter claro o cuidado com o tipo de informação conseguida através da observação, esforçando-se para minimizar as distorções nos dados qualitativos no processo de recolha e análise pelas teorias, concepções, valores ou ideias do investigador ou que a presença deste influencie o contexto ou no comportamento dos participantes da pesquisa. Para garantir a confiabilidade da pesquisa é necessário traçar estratégias que possam reforçar a validade do estudo garantindo a precisão dos resultados e aumentando a credibilidade das conclusões.

Utilizaremos neste estudo um conjunto de estratégias de verificação definido

por Coutinho (2008), como segue:

a) Coerência metodológica;
b) Adequação da amostragem teórica;
c) Processo interativo de recolha e análise de dados;
d) Pensar de forma teórica.

Seguindo estas estratégias tomamos cuidados para que a articulação entre os objetivos da investigação e os procedimentos escolhidos pudessem se articular da maneira correta, ainda que não pudéssemos ter garantias de que este processo seria linear, visto que os resultados da pesquisa emergem dos dados obtidos, sendo assim, ao longo do trabalho de investigação o problema deveria se ajustar ao método enquanto este se adaptava aos dados e ao processo de análise.

A aquisição dos dados foi feita com a preocupação de que estes pudessem apresentar toda a variedade e multiplicidade da informação referente aos nossos objetivos de pesquisa, sendo assim a recolha destes dados foi feita até que houvesse a saturação de dados, percebida principalmente pela replicação de informações. Perceber e levar em conta dados que contrariam os objetivos também são estratégias para garantir que a pesquisa não está contaminada por uma concepção preconcebida por parte do investigador.

Ao falar de pesquisa interativa estamos tratando de uma análise e comparação dos dados encontrados na investigação com informação que já é conhecida inclusive de outras pesquisas, assim conseguimos perceber o que de fato já é conhecido e o que se busca trazer à tona como conhecimento novo.

Uma pesquisa deste tipo também necessita de uma contínua elaboração de teorias com base nos dados obtidos, pois desta forma novas possibilidades podem emergir das informações presentes nos dados, o que faz com que a forma de entender estes dados leve ao surgimento de novas ideias que deverão ser verificadas em dados anteriores, desta forma o trabalho de pesquisa qualitativa se baseia em progredir cautelosa e atenciosamente ao mesmo tempo em que se volta atrás sempre que necessário para repensar as análises e criar uma base teórica que sustente a interpretação destes dados.

Por fim, o desenvolvimento de teorias a respeito das informações obtidas trata de termos a capacidade de expandir a informação micro presente nos dados até um conhecimento macro de natureza conceitual/teórica. É importante lembrar que a forma como esta transposição é feita valoriza muito mais o processo do que os resultados e que os novos conceitos são adquiridos por comparação.

2.5 Pressupostos epistemológicos

Esta investigação se baseia em um conjunto de pressupostos sobre a natureza do conhecimento, em geral, e do conhecimento científico, de maneira específica. No que diz respeito à natureza do conhecimento em geral assumimos uma concepção epistemológica construtivista/interacionista.

De acordo com Schlemmer,

> Na concepção epistemológica interacionista/construtivista, o conhecimento é entendido como uma relação de interdependência entre o sujeito e o seu meio. Tem um sentido de organização, estruturação e explicação a partir do experienciado. É construído a partir da ação do sujeito sobre o objeto de conhecimento, interagindo com ele, sendo as trocas sociais condições necessárias para o desenvolvimento do pensamento (SCHLEMMER, 2010).

Esta concepção está diretamente relacionada com a nossa proposta de trabalho que faz uso de uma postura de protagonismo dos estudantes na discussão de um problema sociocientífico de nível global para construir conhecimentos a respeito da natureza da ciência a partir de uma prática pedagógica que prioriza a pesquisa e argumentação. Na atividade de controvérsia controlada o participante na maioria das vezes deve assumir um papel social que é diferente do que exerce na realidade e precisa dialogar com os outros pontos de vista presentes na situação controversa. De acordo com Piaget (1973, p.17), “o conhecimento humano é essencialmente coletivo, e a vida social constitui um dos fatores essenciais da formação e do crescimento dos conhecimentos [...]”

Desta forma, assim como o sujeito se modifica a partir de sua interação com o meio, cada interação interpessoal entre sujeitos modificará uns em relação aos outros. Isso faz com que o conhecimento, junto com as relações interpessoais, seja algo vivo, que se transforma constantemente. Consideramos para este estudo que,

> [...] na vida social, como na vida individual, o pensamento procede da ação e uma sociedade é essencialmente um sistema de atividades, cujas interações elementares consistem, no sentido próprio, em ações se modificando umas às outras, segundo certas leis de organização ou equilíbrio [...] É da análise dessas interações no comportamento mesmo que procede então a explicação das

> representações coletivas, ou interações modificando a consciência dos indivíduos. (PIAGET, 1973, p.33).

Com relação às concepções relacionadas à natureza do conhecimento científico defenderemos ao longo de todo este trabalho que a ciência é um empreendimento fortemente relacionado de maneira complexa com a tecnologia e a sociedade, sendo assim nos colocamos de acordo a visão de que não existe apenas um método científico único e bem formatado, mas uma variedade imensa de possibilidades de interação dependentes de uma grande quantidade de fatores que acabam por influenciar os resultados deste empreendimento.

Assim como McComas e Olson (1998) mostram em seu estudo que analisa os as concepções sobre a natureza da ciência nos documentos internacionais que definem padrões para a educação científica, assumimos que o conhecimento científico tem sua natureza relacionada a quatro disciplinas: filosofia da ciência, história da ciência, sociologia da ciência e psicologia da ciência. A partir da análise destas disciplinas iremos enumerar algumas características do conhecimento científico que estarão presentes neste estudo: a ciência é uma tradição social, tem implicações globais, desempenha um importante papel no desenvolvimento de tecnologia, as ideias científicas são influenciadas pelo contexto social e histórico, o conhecimento científico muda ao longo do tempo e essa mudança costuma ocorrer de maneira gradual, revoluções científicas são um agente adicional de mudança, a ciência é uma tentativa de explicar fenômenos, é criativa, tem limitações inerentes, baseia-se em evidências empíricas, argumentos lógicos e ceticismo.

2.6 Valores

Graças à natureza de nossa proposta, assim como Reis (2008) teremos uma preocupação especial com os valores de democracia, respeito e tolerância durante toda a investigação que será desempenhada neste trabalho. Vemos a democracia com um olhar especial, pois o cerne de nosso estudo é a atividade de controvérsia controlada, onde a discussão deve possibilitar a ampliação do conhecimento sobre ciência e tecnologia que os estudantes possuem com o intuito de permitir uma visão adequada no que se refere ao tema controverso da indústria da guerra.

Estamos de acordo com a defesa de Parker e Hess (2001) de que,

> Discussão é a ponte não violenta de escolha. Dentro de escolas públicas de uma nação, a discussão, geralmente, e deliberação, especialmente, podem ajudar a reunir diversos estudantes como cidadãos públicos para fins públicos, abordando problemas que enfrentam em comum. No ato de decidir o que fazer sobre um problema, um "nós" é constituído. (PARKER e HESS, 2001, p. 287, tradução nossa).

Ainda fazendo um paralelo com os autores, em atividades de discussão democrática o professor (que mais do que nunca fará um papel de mediador) não deve admitir tolices, desrespeito ou disparates em hipótese alguma, seja em uma discussão, um debate ou mesmo em uma conversa informal.

2.7 Síntese do projeto

O projeto procurou estudar a forma como um grupo de estudantes do segundo ano do Ensino Médio interpreta e reage à controvérsia da indústria da guerra no que diz respeito aos fatores relacionados ao conflito armado e que influenciam no desenvolvimento dos produtos dos avanços científicos e tecnológicos e o acesso a estes por parte dos cidadãos. Envolveu o estudo do eventual impacto da discussão do referido tema sociocientífico na atividade de controvérsia controlada sobre as concepções dos estudantes a respeito da natureza da ciência e da tecnologia.

2.8 Opções e procedimentos de caráter metodológico

Nesta seção descreveremos as opções e os procedimentos feitos por nós para levar a cabo a investigação escolhida para este estudo.

2.8.1 Objetivos

Este projeto de investigação pretendeu estudar o significado atribuído por um

grupo de estudantes do segundo ano do Ensino Médio de uma escola técnica do estado do Rio de Janeiro à controvérsia da indústria da guerra que propomos neste trabalho e que vem sendo observada em cada conflito armado que vem acontecendo ao longo da história e que ocupa lugar importante nas discussões CTS como discutido no capítulo 1 deste trabalho. Pretendeu-se estudar:

a) As concepções destes alunos a respeito da natureza da ciência e da tecnologia;
b) A prática de sala de aula representada pela atividade de controvérsia controlada;
c) A relação entre as concepções dos alunos e sua argumentação na atividade de controvérsia controlada;
d) O eventual impacto da discussão da controvérsia da indústria da guerra nas concepções do grupo de alunos;
e) O impacto do material em quadrinhos como motivador da discussão do tema controverso.

Este estudo requereu um período preparatório dos instrumentos de recolha de dados e preparação da atividade de controvérsia controlada (escolha do material de motivação em quadrinhos) e de realização de um ensaio piloto realizado no ano anterior.

2.8.2 Abordagem selecionada

Neste estudo fizemos opção por uma investigação de caráter qualitativo, baseada em um estudo de caso. A escolha pela configuração de um estudo de caso se deu por este ser um referencial metodológico “com grandes potencialidades para o estudo de muitas situações de investigação em Tecnologia Educativa” (COUTINHO e CHAVES, 2002, p. 222). Yin (2002) define os estudos de caso da seguinte forma:

> [...] estudos de caso são a estratégia preferida quando as questões “como” ou “por que” estão sendo colocadas, quando o pesquisador tem pouco controle sobre os eventos, e quando o foco está em um fenômeno contemporâneo dentro de algum contexto da vida real. (Yin, 2002, p. 1, tradução nossa).

O estudo de caso de baseia em um plano de investigação detalhado e intensivo de uma entidade bem definida. De acordo com Coutinho e Chaves (2002),

quase tudo pode ser um caso: um indivíduo, um personagem, um pequeno grupo, uma organização, uma comunidade ou até mesmo uma nação. Pode ser ainda uma decisão, uma política, um processo, um incidente ou acontecimento imprevisto. De acordo com estes autores, as hipóteses seriam ilimitadas.

Tomando as definições de Yin (2002), entendemos que:

a) O estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo em seu contexto da vida real, especialmente quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não são claramente evidentes;
b) A investigação do estudo de caso lida com a situação tecnicamente distinta onde haverá muito mais variáveis de interesse do que apontamentos de dados e como um resultado disso;
c) baseia-se em múltiplas fontes de evidências com dados que precisam convergir diante de uma triangulação e como outro resultado disso;
d) se beneficia do desenvolvimento prévio de proposições teóricas para orientar a recolha de dados e a análise.

Coutinho e Chaves (2002) compilam cinco características chave do estudo de caso:

a) O caso é “um sistema limitado”, com fronteiras muitas vezes não muito claras em termos de tempo, eventos e processos;
b) O caso é sobre “algo”, que precisa ser identificado pra dar foco e direção à investigação;
c) Sempre deve haver a preocupação em preservar o caráter “único, diferente, complexo do caso”, por isso o estudo é considerado holístico;
d) A investigação decorre em ambiente natural, da vida real;
e) O investigador recorre a fontes múltiplas de dados e à métodos de recolha diversificados;

Alguns pesquisadores incorrem no erro de pensar que o estudo de caso sempre precisa estar atrelado a uma pesquisa qualitativa, como é o caso deste plano de investigação, porém as possíveis análises são muito mais amplas, dependendo sempre da escolha do caso e dos métodos de recolha e análise dos dados. Nossa opção pelo estudo de caso se baseia na natureza da proposta que não limita o tipo de conteúdo que será obtido a partir das argumentações na atividade de controvérsia controlada proposta. Quando conveniente, o estudo de caso pode assumir um caráter apenas quantitativo e muitas vezes ele ainda faz uso de métodos híbridos de pesquisa qualitativa e quantitativa para reforçar as conclusões alcançadas.

Yin (2002) defende que existem pelo menos cinco aplicações diferentes para o estudo de caso. A mais importante é para *explicar* relações causais presumidas em intervenções na vida real que são complexas demais para a pesquisa ou para as estratégias experimentais. A segunda aplicação é para *descrever* uma intervenção e o contexto de vida real no qual ela aconteceu. A terceira diz que estudos de caso podem *ilustrar* determinados tópicos dentro de uma avaliação, mais uma vez de modo descritivo. Na quarta possibilidade do estudo de caso, ele pode ser usado para *explorar* aquelas situações em que a intervenção a ser avaliada não tem um conjunto claro e único de resultados. Na quinta aplicação, o estudo de caso pode se usado como uma *meta-avaliação*, um estudo de um estudo de avaliação. Nosso plano de investigação se enquadra na quarta proposta, pois no núcleo de nosso plano de investigação se encontra a análise das concepções a respeito de ciência e tecnologia por parte dos estudantes, através de suas argumentações na atividade de controvérsia controlada.

Os estudos de caso se baseiam em raciocínio indutivo. Mais do que a verificação de hipóteses pré-determinadas, no estudo de caso podem emergir novos conhecimento, relações e conceitos, além de novas hipóteses de trabalho. Acreditamos, assim como Reis (2008), que

> os estudos de caso podem desempenhar um papel importante no avanço do conhecimento em determinado campo, proporcionando a descoberta de novos significados, ampliando a experiência do leitor ou confirmando o que já se sabe. (REIS, 2008, p. 101).

É possível classificar nosso plano de investigação tão clara e detalhadamente quanto possível e com as devidas justificativas seguindo os enquadramentos nas categorias reunidas e organizadas por Coutinho e Chaves (2002) a partir da literatura da área. Podemos dizer que faremos um estudo de caso *único*, pois ele não irá dialogar com outros casos buscando algum tipo de comparação, a discussão dos resultados será própria do caso por nós delimitado. A modalidade de nosso estudo de caso é *situacional*, pois estudará um acontecimento (a atividade de controvérsia controlada sobre a indústria da guerra) na perspectiva de quem nele participou. Nosso estudo de caso será *global*, pois considerará as concepções relacionadas à ciência e tecnologia do grupo de estudantes relacionando-as ao tema sociocientífico controverso da atividade proposta. Por fim nosso caso terá caráter exploratório, pois visa conhecer as concepções dos estudantes à respeito da natureza da ciência e da tecnologia e as possíveis variações destas concepções ao longo da atividade

proposta.

Pretendeu-se construir conhecimento no que se refere ao impacto da discussão do tema sociocientífico controverso no grupo específico de estudantes de quatro turmas do segundo ano do Ensino Médio de uma escola técnica na cidade do Rio de Janeiro. Durante a investigação foram utilizados como fontes de informação formulários com questões que admitem respostas diretas em um pré-teste e um pós-teste (PIEARCTS), a observação da atividade de controvérsia controlada desenvolvida em cada turma e as falas dos estudantes que foram gravadas em áudio e posteriormente transcritas de maneira integral.

Havia ainda a intenção de fazer algumas entrevistas coletivas utilizando a metodologia de grupo focal (DIAS, 2000; RESSEL et al., 2008), porém não foi possível desenvolver esta parte do projeto de pesquisa por conta de um adiantamento de quase um mês na liberação dos estudantes que foram aprovados nas avaliações regulares, sem a necessidade de recuperações ou provas finais. Por duas vezes um grupo de doze estudantes de duas das turmas integrantes deste estudo se disponibilizou a participar da entrevista coletiva, mas esta precisou ser desmarcada sem aviso prévio por conta de atividades extras de disciplinas técnicas, que foram realocadas para os mesmos dias e horários em que os estudantes poderiam participar desta etapa de nossa proposta.

Posteriormente, os dados obtidos foram alvo de uma análise independente para cada instrumento de recolhimento de dados, seguida de uma análise conjunta dos dados obtidos nos questionários e nas falas da atividade de controvérsia controlada.

2.8.3 Os participantes

Graças à nossa proposta metodológica e à natureza das questões de pesquisa, para delimitar bem o caso, permitindo a aquisição de informação relevante e coerente para nossas análises, optamos por recolher as informações a partir de um grupo heterogêneo de estudantes de quatro turmas de uma mesma escola técnica. O conjunto de estudantes destas quatro turmas respondeu ao questionário do pré-teste e participou da atividade de controvérsia controlada como parte integrante das atividades curriculares da disciplina de física. Posteriormente o grupo de estudantes foi

convidado a responder o questionário do pós-teste, constando das mesmas questões do pré-teste. As discrepâncias nas quantidades de estudantes total das turmas, que responderam ao pré-teste, participaram das atividades de controvérsia controlada e responderam ao pós-teste devem-se: a) à ausência de alguns estudantes nos dias em que foram aplicadas as atividades de controvérsias controladas; b) à opção por parte de alguns estudantes de não participar de alguma etapa da investigação; e c) ao fato de o pós-teste ter sido feito no início do ano letivo seguinte, pela necessidade deste ser aplicado apenas depois de transcorrida certa quantidade de tempo após a atividade de controvérsia controlada (optamos por um mínimo de um mês, para possibilitar uma comparação confiável com os resultados do pré-teste), a liberação antecipada dos alunos (como já foi citado neste trabalho) foi o que levou a esta opção que acarretou a redução da quantidade de questionários do pós-teste.

A seleção da escola baseou-se nos seguintes critérios: a) a escola faz parte da rede pública; b) por ser uma escola técnica, subtende-se que ela deveria ser também uma escola tecnológica; c) a escola tem por tradição uma ampla gama de projetos extracurriculares, desde projetos esportivos até cursos de línguas estrangeiras, mini empresa e oficina de robótica (muito premiada em várias competições até mesmo em nível nacional); d) o acesso às vagas ser feito por concurso público, o que garante um público de estudantes muito heterogêneo, vindo de toda a região metropolitana do estado, com as mais variadas realidades culturais, econômicas e sociais; e e) por ser o investigador o próprio professor da turma.

2.8.4 Os instrumentos de recolhimento de dados

De acordo com Bogdan e Biklen (1994), os dados da pesquisa representam as fontes de informação para o estudo da situação que descrevem. Estes dados brutos recolhidos pelo investigador são ao mesmo tempo as provas e as pistas de que ele necessita para fazer uma análise minuciosa e aprofundada do caso. O rigor no recolhimento destes dados protege a investigação de qualquer tipo de especulação não fundamentada.

Como métodos de recolha de dados foram: a) aplicados questionários com questões que admitem respostas diretas como pré-teste; b) efetuadas observações diretas das atividades de controvérsia controlada; c) transcritos os áudios integrais das

atividades de controvérsia controlada, que foram gravados com a autorização unânime dos estudantes de cada turma; d) aplicados questionários com questões que admitem respostas diretas como pós-teste.

2.8.4.1 Os questionários PIEARCTS

O Proyecto Iberoamericano de Evaluación de Actitudes Relacionadas com la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (PIEARCTS) surgiu em 2007 e é um estudo de investigação colaborativa internacional que conta com a participação de diversos grupos de investigação de vários países, instituições e regiões de línguas ibéricas (espanhol e português). O objetivo do PIEARCTS é avaliar as crenças e atitudes dos estudantes e professores em questões que se referem à Natureza da ciência e da tecnologia. Os resultados obtidos a partir da utilização desta metodologia de estudo têm como intenção ser úteis na elaboração de propostas de educação CTS cada vez mais adequadas à realidade dos países participantes do projeto. Seus resultados podem contribuir para alterações oportunas do conteúdo curricular e ajudar os professores a adaptarem sua maneira de ensinar de uma forma que torne a aprendizagem dos alunos melhor, contribuindo para a sua alfabetização científica.

A metodologia do projeto se baseia na aplicação de questões do Questionário de Opiniões sobre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade (COCTS), este questionário é aceito como um dos melhores instrumentos disponíveis para avaliar as concepções e atitudes sobre natureza da ciência e da tecnologia.

O COCTS é composto por 100 questões relacionadas a temas que envolvem ciência, tecnologia e sociedade e suas relações. Os investigadores do PIEARCTS, após estudos e discussões nos quais chegaram a um acordo, selecionaram 30 questões que foram articuladas em dois questionários com 15 questões cada, com a intenção de adaptar o estudo às necessidades dos países participantes do projeto.

As respostas diretas dos participantes que respondem o questionário de maneira objetiva permitem gerar resultados quantitativos que podem ser analisados e comparados entre os grupos participantes da pesquisa. Em cada questão aplicada é possível avaliar o índice atitudinal de cada frase, o índice atitudinal de categoria (adequada, plausível ou ingênua), o índice atitudinal da questão e o índice atitudinal pessoal.

Cada questão possui frases que devem ser classificadas com um valor de numeração de 1 a 9, indicando o grau de acordo do participante com aquela frase, sendo 1 referente ao menor grau de acordo (total desacordo) e 9 referente ao maior grau de acordo. Ainda é possível classificar cada frase com as letras E, que significa que o participante não entendeu a frase, ou S, que significa que o participante não sabe o suficiente para opinar no assunto ao qual a frase se relaciona.

As frases presentes em cada questão já são previamente classificadas por um grupo de juízes peritos como adequadas, plausíveis e ingênuas, que significariam respectivamente uma maneira correta de pensar, uma maneira aceitável de pensar e uma maneira equivocada de pensar. A observância destas classificações é de suma importância na transformação da numeração atribuída pelo participante em um índice atitudinal da frase para sua posterior avaliação.

Após serem respondidas as frases, os valores atribuídos são normalizados de acordo com a classificação da categoria de cada frase, os valores de 1 a 9 são transformados nos índices atitudinais normalizados, que se apresentarão entre os valores -1 e 1. Valores próximos de 1 representam concepções bem informadas, adequadas, enquanto valores próximos de -1 representam atitudes ingênuas.

Em nosso estudo faremos uso de três questões que foram escolhidas por estarem relacionadas ao tema sociocientífico escolhido para esta investigação. A primeira delas é a questão 20141, que discute a política relacionada à ciência. Segue o texto da questão:

20141 *A política de um país afeta os seus cientistas já que estes são uma parte da sociedade (isto é, os cientistas não estão isolados da sua sociedade).*

Os cientistas são afetados pela política do seu país:

- A. porque o financiamento da ciência vem principalmente do governo que controla a maneira de gastar o dinheiro.
- B. porque os governos estabelecem a política científica dando dinheiro a alguns projeto de investigação e não a outros.
- C. porque os governos estabelecem a política científica tendo em conta novas aplicações e novos projectos, tanto se os financiam como se não os financiam. A política do governo afeta o tipo de projetos que os cientistas realizarão.
- D. porque a política limita e controla os cientistas dizendo-lhes que investigação devem fazer.
- E. porque os governos podem forçar os cientistas a trabalhar num projeto que estes achem mal (por exemplo, investigação de armamentos) e, portanto, não permitir aos cientistas trabalhar em projetos que sejam benéficos para a sociedade.

□ F. porque os cientistas são uma parte da sociedade e são afetados como todos os demais.
□ G. porque os cientistas procuram compreender e ajudar a sociedade, e porque, pela sua implicação e importância para a sociedade, estão estreitamente relacionados com esta.
□ H. Depende do país e da estabilidade ou do tipo de governo que tenha.
Os cientistas NÃO são afectados pela política do seu país:
□ I. porque a investigação científica não tem nada a ver com a política.
□ J. porque os cientistas estão isolados da sua sociedade.

A segunda questão que utilizaremos será a de número 20211, que trata da relação das indústrias com os avanços científicos:

20211 *A investigação científica no nosso país seria melhor se fosse mais estreitamente* (rigidamente*) dirigida pelas empresas (por exemplo, companhias de alta tecnologia, comunicações, farmacêuticas, florestais, mineiras ou manufatureiras).*

Deveriam ser principalmente as empresas a dirigir a ciência:

□ A. porque um controle mais estreito (rígido) pelas empresas tornaria a ciência mais útil e conseguiria descobertas mais rapidamente, graças às suas comunicações mais rápidas, melhor dotação económica e mais competitividade.
□ B. para melhorar a cooperação entre a ciência e a tecnologia, e portanto, resolver os problemas juntas.
□ C. mas as instituições do governo ou públicas deveriam poder dizer algo sobre o que a ciência pretende conseguir.

As empresas NÃO deveriam dirigir a ciência:
□ D. porque se o fazem, as descobertas científicas estariam limitadas àquelas que beneficiam as empresas (por exemplo, ter lucros).
□ E. porque, se o fazem, as empresas obstacularizariam a investigação de problemas importantes que as empresas não querem enfrentar (por exemplo, a contaminação produzida pela empresa).
□ F. A ciência não pode ser dirigida nem pelas empresas nem por ninguém, porque nem sequer os cientistas podem controlar o que a ciência descobrirá.

A terceira questão que utilizaremos será a de número 80131, que trata da tomada de decisões relacionadas ao uso e desenvolvimento de tecnologias:

80131 *Quando se desenvolve uma nova tecnologia (por exemplo, um computador novo, um reactor nuclear, um míssil ou um medicamento novo para curar o câncer),esta pode ser posta em prática ou não. A decisão de usar a nova tecnologia depende das vantagens para a sociedade compensarem a desvantagens.*

 A. A decisão de usar uma nova tecnologia depende principalmente dos benefícios para a sociedade, porque se há demasiadas desvantagens, a sociedade não a aceitará e esta pode travar o seu desenvolvimento posterior.
 B. A decisão depende de algo mais do que só as vantagens ou desvantagens da tecnologia. Depende do bom funcionamento, do seu custo e da sua eficiência.
 C. Depende do ponto de vista que se tenha. O que é uma vantagem para uns pode ser uma desvantagem para outros.
 D. Muitas tecnologias novas puseram-se em funcionamento para ganhar dinheiro ou alcançar poder, ainda que as suas desvantagens fossem maiores que as suas vantagens.
 E. Depende do tipo de nova tecnologia de que se trate. Nuns casos, a decisão dependerá das vantagens ou das desvantagens, e noutros casos, dependerá de outras coisas.

2.8.4.2 A atividade de controvérsia controlada

A controvérsia controlada é uma metodologia didática que visa criar uma atividade de debate com o objetivo de consenso (pelo menos no debate) (CHRISPINO, 2013). Ela deve ser cuidadosamente preparada e se desenvolver a partir de regras prévias, objetivando:

a) Identificação de problemas que possam motivar a controvérsia;

b) Estabelecimento de padrões mutuamente aceitáveis para sustentar o debate;

c) Busca de informações pertinentes à argumentação relativa ao tema definido;

d) Preparação da argumentação para a defesa de posição;

e) Capacidade de escuta racional das posições controversas apresentadas por outros grupos;

f) Exercício da contra argumentação levando em conta os argumentos colocados por outros grupos;

g) Reavaliar as posições – a sua e as demais – a partir de novas informações.

Esta técnica traz muitos benefícios à discussão de temas sociocientífcos porque permite discutir de maneira dinâmica uma grande variedade de assuntos CTS, privilegiando o protagonismo dos estudantes. Também é importante ressaltar que a controvérsia controlada exige dos estudantes uma infinidade de outras competências e habilidades que só atividades como esta poderiam trabalhar: falar

em público, ouvir sem intervir de maneira inadequada, levar em conta opiniões referentes a outros pontos de vista, argumentar e tentar chegar à resolução de impasses, entre outras.

O exercício da controvérsia controlada tem a característica de proporcionar uma experiência valiosa para os estudantes de vivenciar uma situação de discussão que pode contribuir pra sua vida social e para a sua futura atuação no mercado de trabalho. Krasilchik (1988) já apresentava na década de 1980 uma opinião referente à como deveria se dar a alfabetização científica que se identifica muito com a proposta de prática das atividades de controvérsias controladas:

> Parece-me que só criando situações de conflito, desnudando e contrapondo os interesses em jogo, sem usar a autoridade para impor opiniões, o professor ajudará a formar cidadãos que possam decidir por si próprios, que empreendam ações em busca do bem comum e da consecução das mudanças que considerarem necessárias. Parte crucial desse processo é o desenvolvimento da capacidade de argumentação, que envolve sinceridade e competência no desejo de convencer e de ouvir outros que possam ter razões que nos façam mudar de ideia. (KRASILCHIK, 1988, p. 60).

Nossa escolha por um material motivador da controvérsia em quadrinhos segue a ideia defendida por Alves e Messeder (2009) de que é necessário que o material de apoio utilizado esteja de acordo com o público onde se tem intenção que a construção de conhecimentos ocorra. No referido trabalho os autores utilizam um vídeo como material motivador do ensino sob uma perspectiva CTS, a mídia que usaremos aqui com a intenção de que tenha uma boa aceitação pelo público a que se destina será uma história em quadrinhos. Na controvérsia proposta, para discutir a influência e participação da indústria no desenvolvimento da ciência e da tecnologia usaremos sete páginas do arco de histórias Extremis do personagem Homem de Ferro.

Entre muitas críticas – sempre ligadas à indústria da guerra – a história mostra uma imprensa que aborda temas polêmicos demonizando os envolvidos na questão armamentista e usando as Indústrias Stark como exemplo de conduta errada. É bastante interessante ver como o Homem de Ferro é visto como uma figura que gera admiração e Tony Stark é visto como um bilionário alvo de manifestações e associado a assassinatos e crimes de guerra, através da indústria que representa. É uma visão bem dual da tecnologia que depende da forma como ela é empregada.

Em cada uma das seis turmas onde a controvérsia foi trabalhada, os alunos receberam as páginas da história que foram utilizadas como motivadoras do debate.

Cada turma foi dividida em 4 grupos de alunos, da seguinte forma:

1- Líderes militares;

2 – Donos de indústrias;

3 - Pessoas fora das regiões de conflito;

4 - Pessoas nas regiões de conflito.

Os grupos foram orientados individualmente sobre qual deveria ser a linha de pesquisa para o estabelecimento de uma posição para defesa e os alunos tiveram o tempo de uma semana para ler os quadrinhos, discutir suas concepções, pesquisar material e montar sua argumentação.

Cada atividade durou em média uma hora e quarenta minutos (dois tempos de aula) e ocorreu da seguinte forma:

- Primeiramente cada grupo expôs seus argumentos e defendeu sua postura dentro da controvérsia.

- Na segunda etapa os argumentos de um grupo eram comentados pelos outros três grupos. Após os comentários, o grupo podia fazer uma réplica enriquecendo, explicando ou mudando seus argumentos. Cada um dos quatro grupos passou por esta etapa.

- O fim da atividade foi um momento muito rico, pois na terceira etapa os alunos foram livres para abandonar suas visões preestabelecidas para os grupos e poder argumentar utilizando suas posições pessoais construídas ao longo das etapas anteriores.

É importante ressaltar só foi possível executar a terceira etapa da atividade em duas das quatro turmas, por falta de tempo graças a argumentações longas nas duas primeiras etapas.

A escolha por uma metodologia tão diferenciada se deu pela mesma justificativa presente no trabalho de Alves et al. (2009),

> Os professores que modificarem suas percepções, sobre a cultura científica, estarão mais preparados para proporcionar aos seus educandos uma aprendizagem científica mais efetiva sob o ponto de vista pedagógico e social, uma vez que suas práticas tornam-se mais eficientes e motivadoras. (ALVES et al., 2009, p. 6).

2.8.5 Análise de dados

A análise de dados para o PIEARCTS será feita levando em conta os índices atitudinais do grupo por frase, por categoria e global por questão.

As análises das falas durante as argumentações dos estudantes na atividade de controvérsia controlada foram feitas após a transcrição das gravações em áudio das atividades. Inicialmente forma estabelecidas apenas três categorias relevantes para a investigação, estas três categorias englobariam as falas relacionadas aos três mitos de ciência e tecnologia elencados por Auler e Delizoicov (2001). Ao perceber havia tipos específicos de argumentações referentes a cada mito, criamos mais algumas categorias dentro de cada um deles para refinar nosso estudo das concepções dos alunos.

Ao longo da análise, percebemos a necessidade de criar outras categorias referentes a informações inesperadas que surgiram nas falas dos estudantes, a forma como essas categorias foram definidas e a justificativa se encontra na parte deste trabalho onde apresentaremos estes resultados.

2.8.6 Realização de um Estudo Piloto

Foi realizado um estudo piloto como atividade de conclusão da disciplina de CTS 1 deste programa de pós-graduação. O estudo piloto foi realizado na mesma escola, mas com turmas de 1º e 2º anos do Ensino Médio. Os resultados deste estudo mostraram que era possível realizar a atividade de controvérsia segundo a proposta escolhida, utilizando quadrinhos como material de motivação e o PIEARCTS como material de levantamento das concepções dos estudantes a respeito de ciência e tecnologia. Outra diferença foi que este estudo utilizou apenas a questão 20211 do PIEARCTS.

Esta atividade originou um trabalho que foi aceito nas XI Jornadas Latino-Americanas de Estudos Sociais da Ciência e da Tecnologia e aguarda publicação em Anais eletrônicos.

3 Resultados e Análises

O presente capítulo foi dividido para permitir a análise individualizada dos dados obtidos através de cada instrumento de recolhimento de informação.

3.1 Pré-teste com o PIEARCTS

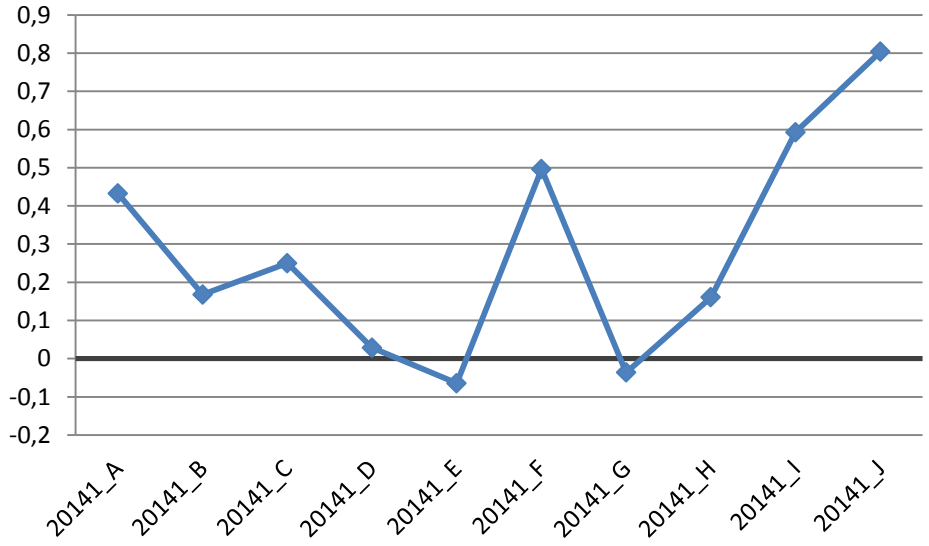
A escolha das questões relacionadas ao assunto selecionado para este trabalho foi feita de uma forma que pudesse analisar o modo de pensar dos estudantes das turmas participantes da atividade através dos índices atitudinais gerais, mesmo sendo quatro turmas diferentes, pois apenas um modelo de atividade foi preparado para todas estas turmas. Além de traçar um panorama da forma de pensar dos estudantes participantes com relação ao assunto que seria discutido na atividade de controvérsia controlada, os itens escolhidos serviram também como um material de provocação no pré-teste por trazer reflexões no que diz respeito à relação da ciência e da tecnologia com a política, a indústria e a inovação.

Nossa análise dos índices atitudinais gerais de cada frase, de cada categoria e de cada questão será feita traçando um paralelo com os três principais mitos de ciência e tecnologia, de acordo com Auler e Delizoicov (2001).

3.1.1 Questão 20141

Este é um item do formulário que fala especificamente da relação entre ciência, tecnologia e política, o que para esta proposta é muito interessante, pois é inviável falar de guerras sem falar da política envolvida no conflito. No caso da controvérsia proposta queremos discutir a indústria da guerra e sabemos que conflitos militares estão diretamente ligados à questões políticas.

Gráfico 1 – Índices atitudinais por frase da questão 20141



Fonte: Dados da pesquisa

A frase A afirma que *os cientistas são afetados pela política de seu país porque o financiamento da ciência vem principalmente do governo que controla a maneira de gastar o dinheiro*. Esta frase é considerada adequada pelos juízes e teve um bom resultado geral no pré-teste, com índice atitudinal 0,43, que significa que os alunos concordam com esta afirmação, como se espera que um cidadão esclarecido aja.

A frase B afirma que *os cientistas são afetados pela política de seu país porque os governos estabelecem a política científica dando dinheiro a alguns projetos de investigação e não a outros*. Esta frase também é considerada adequada pelos juízes e também teve uma boa resposta geral no pré-teste por parte dos estudantes, com índice atitudinal 0,17, que significa que eles concordam com esta afirmação, de maneira correta.

A frase C afirma que *os cientistas são afetados pela política do seu país porque os governos estabelecem a política científica tendo em conta novas aplicações e novos projetos, tanto se os financiam, como se não os financiam. A política de governo afeta o tipo de projetos que os cientistas realizarão*. Esta frase também é considerada adequada pelo padrão estabelecido pelos juízes e também obteve um bom resultado, com um índice atitudinal de 0,25, que tem como significado a concordância que era esperada para esta frase.

A frase D afirma que *os cientistas são afetados pela política do seu país porque a política limita e controla os cientistas dizendo-lhes que investigação devem fazer*. Esta frase é considerada plausível pelo grupo de juízes. Apesar de as frases plausíveis serem as costumam apresentar resultados mais distorcidos pela forma como seu índice é calculado, esta frase apresentou um índice de 0,03 no pré-teste, que significa que o grupo de estudantes, de maneira geral, tem um entendimento básico das relações aí apresentadas, este valor não é considerado uma atitude ingênua do grupo diante da afirmação.

A frase E afirma que *os cientistas são afetados pela política do seu país porque os governos podem forçar os cientistas a trabalhar num projeto que estes achem mal (por exemplo, investigação de armamentos) e, portanto, não permitir aos cientistas trabalhar em projetos que sejam benéficos para a sociedade*. Esta frase é considerada ingênua pelos juízes e foi a primeira a apresentar um índice atitudinal negativo, apesar de ser um valor negativo muito próximo de zero, -0,06, que indicaria uma atitude ingênua, não chega a nos preocupar, pois se encontra muito próximo da média. Uma possível interpretação é que uma boa parte dos estudantes pode pensar que o governo tem este poder de forçar os cientistas a trabalhar segundo os interesses da nação, o que pode gerar interessantes reflexões e se relacionar ao mito da perspectiva salvacionista da ciência.

A frase F afirma que *os cientistas são afetados pela política do seu país porque os cientistas são uma parte da sociedade e são afetados como todos os demais*. Esta é mais uma frase considerada adequada pelos juízes e que obteve uma boa resposta por parte do grupo de estudantes no pré-teste, um índice atitudinal de 0,50, que representa um bom grau de concordância com esta afirmação, como se espera de um cidadão esclarecido no que se refere a esta discussão.

A frase G afirma que *os cientistas são afetados pela política do seu país porque os cientistas procuram compreender e ajudar a sociedade, e porque, pela sua implicação e importância para a sociedade, estão estreitamente relacionados com esta*. Esta é mais uma frase considerada plausível pelo padrão do PIEARCTS e apresentou um índice atitudinal negativo, mas muito próximo de zero, com valor -0,04. Como as frases plausíveis obtêm boas avaliações quando se aproximam do valor 5 (que indica indecisão) ao serem classificadas pelos participantes da pesquisa, podemos entender que uma parte do grupo concorda ou discorda de maneira acentuada com esta afirmação, o que acarreta este valor negativo, porém não é um resultado tão preocupante, pois se encontra muito próximo de nossa referência

aceitável.

A frase H afirma que *os cientistas são afetados pela política do seu país, mas depende do país ou da estabilidade ou do tipo de governo que tenha*. Esta frase é classificada como ingênua pelos juízes e apresentou uma boa resposta do grupo no pré-teste através de um índice atitudinal de valor 0,16. Este índice significa que o grupo de estudantes discorda da afirmação, mesmo sendo uma baixa discordância.

A frase I afirma que *os cientistas NÃO são afetados pela política do seu país porque a investigação científica não tem nada a ver com a política*. Esta frase é considerada ingênua pelos juízes e apresentou um índice atitudinal de 0,59, um valor muito bom, que significa que o grupo de estudantes não concorda com esta afirmação ingênua.

A frase J afirma que *os cientistas NÃO são afetados pela política do seu país porque os cientistas estão isolados da sociedade*. Esta é a última frase deste item e é mais uma frase ingênua de acordo com o padrão estabelecido. Aqui temos como resultado do pré-teste um índice atitudinal de 0,80, que é um resultado ótimo e mostra que o grupo de estudantes tem plena consciência de que a ciência está diretamente relacionada com a sociedade na qual ela é desenvolvida. A resposta dos alunos apresentou uma forte discordância com esta afirmação ingênua.

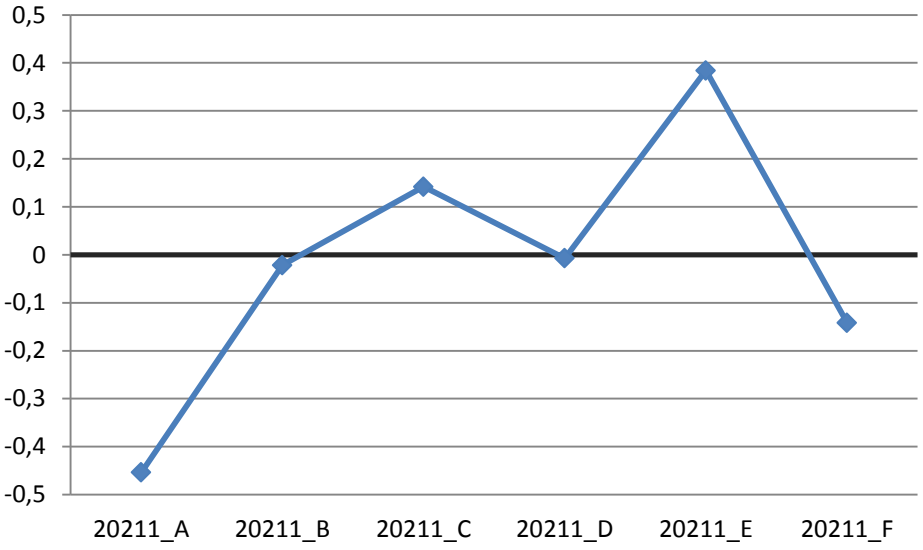
A questão apresenta ainda índices atitudinais por categoria da seguinte forma: adequada 0,34, plausível 0,00 e ingênua 0,37. Estes resultados significam que os estudantes possuem um bom desempenho nos grupos de frases adequadas e ingênuas e uma atitude neutra no grupo de frases plausíveis desta questão. A questão apresentou ainda um índice atitudinal global médio (frases) igual a 0,28 e um índice atitudinal global ponderado (categorias) igual a 0,24. Estes valores positivos indicam que o grupo de estudantes é moderadamente informado no que se refere ao tema que é tratado nesta questão do PIEARCTS.

3.1.2 Questão 20211

Este é um item do formulário que trata da relação entre ciência, tecnologia e a indústria, esta é a questão central deste trabalho, pois o quadrinho escolhido para motivar a discussão traz o tema da indústria bélica e seus impactos sobre a sociedade como um todo. No caso da controvérsia preparada para este trabalho queremos

discutir os interesses envolvidos nas escolhas que são feitas por quem é responsável por dirigir as empresas.

Gráfico 2 – Índices atitudinais por frase da questão 20211



Fonte: Dados da pesquisa

A frase A afirma que *deveriam ser principalmente as empresas a dirigir a ciência porque um controle mais estreito (rígido) pelas empresas tornaria a ciência mais útil e conseguiria descobertas mais rapidamente, graças às suas comunicações mais rápidas, melhor dotação econômica e mais competitividade*. Esta frase é considerada ingênua pelos juízes e apresentou um índice atitudinal muito baixo no pré-teste, com um valor de -0,45. Este valor representa uma atitude ingênua dos estudantes diante desta afirmação, que concordam em nível considerável com ela. Uma possível interpretação deste resultado é que o grupo de estudantes acredita que as empresas detém os melhores meios de fazer a ciência e a tecnologia avançar, independentemente dos interesses de quem as comanda. Poderíamos associar esta interpretação ao primeiro mito da ciência e da tecnologia, de acordo com Auler e Delizoicov (2006), a superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, ou seja, os tecnocratas das empresas estariam mais capacitados a tomar as decisões com relação aos desenvolvimentos de ciência e tecnologia do que o cidadão comum e ainda teriam uma postura neutra no que se refere a interesses relacionados a estas escolhas. Isto indica um ponto que deve ser discutido e trabalhado com este grupo de alunos na intenção de tentar superar este mito.

A frase B afirma que *deveriam ser principalmente as empresas a dirigir a*

ciência para melhorar a cooperação entre a ciência e a tecnologia, e portanto, resolver os problemas juntas. Esta frase é considerada plausível pelo padrão definido pelos juízes e apresentou um índice atitudinal negativo, com valor de -0,02. Apesar de um valor negativo representar uma atitude ingênua, este índice se encontra tão próximo de zero (que é nosso valor médio) que não chega a nos causar uma considerável preocupação com relação à afirmação presente nesta frase.

A frase C afirma que *deveriam ser principalmente as empresas a dirigir a ciência, mas as instituições do governo ou públicas deveriam poder dizer algo sobre o que a ciência pretende conseguir*. Esta é mais uma frase considerada plausível pelo grupo de juízes, porém ela apresentou um índice de 0,14, que indica certo grau de esclarecimento por parte dos alunos no que se refere a uma possível tendência a pensar que as empresas não devem tomar sozinhas as decisões relacionadas ao rumo dos avanços da ciência e da tecnologia, mas sim dialogar com a sociedade através das instituições públicas e do governo, para que haja um debate ou uma mediação das decisões tomadas, levando em conta o ponto de vista não só dos donos de empresas, mas da sociedade como um todo.

A frase D afirma que *as empresas NÃO deveriam dirigir a ciência porque se o fazem, as descobertas científicas estariam limitadas àquelas que beneficiam as empresas (por exemplo, ter lucros)*. Esta é mais uma frase considerada plausível pelo grupo de juízes e obteve no pré-teste um índice atitudinal de -0,01. Mais uma vez temos um índice negativo, mas muito próximo de zero, por este motivo não consideraremos uma atitude preocupante por parte do grupo de estudantes. Não podemos estabelecer uma relação de causa e efeito tão rígida como se apresenta na frase.

A frase E afirma que *as empresas NÃO deveriam dirigir a ciência porque, se o fazem, as empresas obstacularizariam a investigação de problemas importantes que as empresas não querem enfrentar (por exemplo, a contaminação produzida pela empresa)*. Esta frase é considerada adequada pelo padrão de respostas do PIEARCTS e obteve um índice de 0,38 no pré-teste, que significa uma concordância dos estudantes com esta afirmação.

A frase F afirma que *as empresas NÃO deveriam dirigir a ciência porque a ciência não pode ser dirigida nem pelas empresas nem por ninguém, porque nem sequer os cientistas podem controlar o que a ciência descobrirá*. Esta é mais uma frase classificada pelos juízes como plausível e obteve um índice de -0,14 no pré-teste. Podemos relacionar este valor negativo à crença ingênua do mito do

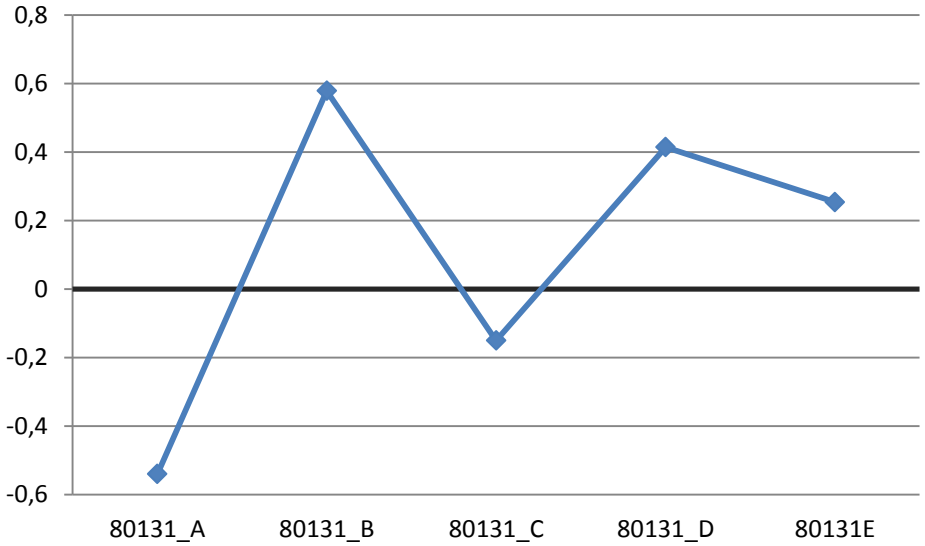
determinismo tecnológico, que apresenta a ideia de que a sociedade se ajusta à ciência e à tecnologia que tem à disposição, não podendo influenciar os rumos que os avanços destas tomarão. Neste caso a sociedade seria definida e delimitada pela ciência e pela tecnologia, enquanto os avanços destas se dariam independentemente da sociedade, neste caso a ciência e a tecnologia seriam entidades autorreguladas.

A questão apresenta ainda índices atitudinais por categoria da seguinte forma: adequada 0,38, plausível -0,01 e ingênua -0,45. Estes resultados significam que os estudantes possuem um bom desempenho no grupo de frases adequadas, uma atitude neutra no grupo de frases plausíveis e uma atitude pouco informada no grupo de frases ingênuas desta questão. A questão apresentou ainda um índice atitudinal global médio (frases) igual a -0,02 e um índice atitudinal global ponderado (categorias) igual a -0,03. Estes valores, apesar de serem negativos, se encontram muito próximos do centro de nossa escala de índices (zero) e indicam que o grupo de estudantes possui uma atitude neutra no que se refere ao tema que é tratado nesta questão do PIEARCTS.

3.1.3 Questão 80131

Este é um item do formulário que trata de decisões tecnológicas e os fatores que influenciam esta tomada de decisões. No caso da controvérsia proposta neste trabalho queremos discutir esta tomada de decisões e os fatores que podem influenciá-la. Enquanto os outros dois itens tratavam de relações de sociologia externa da ciência através da influência da sociedade sobre a ciência e a tecnologia (governo e indústria), este item trata da sociologia interna da ciência através da discussão da construção social da ciência e levando em conta decisões tecnológicas.

Gráfico 3 – Índices atitudinais por frase da questão 80131



Fonte: Dados da pesquisa

A frase A afirma que *a decisão de usar uma nova tecnologia depende principalmente dos benefícios para a sociedade, porque se há demasiadas desvantagens, a sociedade não a aceitará e esta pode travar o seu desenvolvimento posterior*. Esta frase é considerada ingênua pelo grupo de juízes e obteve um índice atitudinal de -0,54 no pré-teste, o que é um resultado preocupante por representar concordância com uma afirmação ingênua. Este comportamento pode estar relacionado com o extremo oposto ao determinismo tecnológico, pois uma regulação e limitação deste tipo estariam muito relacionadas à ideia de determinismo social, onde os avanços científicos e tecnológicos estariam sempre sujeitos e dependentes das escolhas e decisões tomadas pela sociedade, de acordo com essa crença a ciência e a tecnologia só progrediriam como a sociedade quisesse e precisasse, e apenas até onde a sociedade permitisse. Em resumo: a tecnologia se ajustaria à sociedade.

A frase B afirma que *a decisão depende de algo mais do que só as vantagens e as desvantagens da tecnologia. Depende do bom funcionamento, do seu custo e da sua eficiência*. Esta frase é classificada como adequada pelos juízes e obteve um bom resultado no pré-teste da atividade, com um valor de 0,58, que indica um bom grau de concordância, o que é esperado de um cidadão esclarecido com relação a este tema.

A frase C afirma que a decisão *depende do ponto de vista que se tenha. O que*

é uma vantagem para uns, pode ser uma desvantagem para outros. Esta é a única frase plausível deste item de acordo com os juízes. O pré-teste apresentou um índice atitudinal negativo, com valor de -0,15, o que significa uma atitude um pouco ingênua do grupo de estudantes. Fazendo um paralelo com Auler e Delizoicov (2001), concordar de maneira acentuada com esta afirmação significa concordar com o determinismo social, enquanto discordar de maneira acentuada com esta afirmação significa concordar com o determinismo tecnológico. De acordo com esta análise, faz muito sentido que esta frase seja classificada como plausível, onde uma atitude ideal seja aquela que se afasta de uma opinião extrema de concordância ou discordância.

A frase D afirma que *muitas tecnologias novas puseram-se em funcionamento para ganhar dinheiro ou alcançar poder, ainda que as suas desvantagens fossem maiores que as suas vantagens*. Esta frase é classificada como adequada pelo padrão do PIEARCTS e apresentou um valor de índice atitudinal de 0,41 no pré-teste, o que significa que o grupo de estudantes concorda com esta afirmação, da maneira que se espera que seja a atitude de um cidadão alfabetizado cientificamente.

A frase E afirma que depende muito do tipo de nova tecnologia de que se trate. Nuns casos, a decisão dependerá das vantagens ou das desvantagens, e noutros casos, dependerá de outras coisas. Esta frase também é considerada adequada pelo grupo de juízes e obteve um valor de 0,25 para o índice atitudinal no pré-teste realizado com os estudantes. Este valor representa uma concordância, mesmo que baixa, e uma atitude considerada esclarecida por conta dos participantes desta pesquisa.

A questão apresenta ainda índices atitudinais por categoria da seguinte forma: adequada 0,42, plausível -0,15 e ingênua -0,54. Estes resultados significam que os estudantes possuem um bom desempenho no grupo de frases adequadas, uma atitude ingênua, mesmo que em um nível baixo, no grupo de frases plausíveis e uma atitude muito ingênua no grupo de frases ingênuas desta questão. A questão apresentou ainda um índice atitudinal global médio (frases) igual a 0,11 e um índice atitudinal global ponderado (categorias) igual a -0,09. Estes valores, apesar de serem negativos, se encontram bem próximos do centro de nossa escala de índices (zero) e indicam que o grupo de estudantes possui uma atitude ingênua, porém muito próxima de neutra no que se refere ao tema que é tratado nesta questão do PIEARCTS.

3.2 A atividade de controvérsia controlada

A análise das falas dos alunos durantes a atividade de controvérsia controlada levou em conta a predominância de posturas ingênuas ou adequadas no que diz respeito aos três principais mitos de ciência e tecnologia definidos por Auler e Delizoicov (2001), além de localizar a presença de conhecimentos de outras disciplinas que possam vir a fundamentar trechos de argumentações adequadas relacionadas ao tema da discussão.

Utilizaremos como codificação o padrão de uma sigla com algumas letras maiúsculas para cada grupo:

- LM – Líderes militares e governamentais;
- DI – Donos de indústrias;
- PFRC – Pessoas fora das regiões de conflito;
- PRC – Pessoas nas regiões de conflito.

O código de cada grupo será apresentado seguido de _ (*underline*) e um número de 1 a 4, que representa a turma da qual o grupo faz parte.

3.2.1 O mito da Superioridade do modelo de decisões tecnocráticas

Na análise das falas dos estudantes durante a atividade de controvérsia encontramos 59 ocorrências relacionadas a este mito, 51 destas foram adequadas e apenas 8 foram ingênuas. A seguir enumeraremos exemplificando os principais aspectos relacionados a este mito.

O primeiro aspecto adequado é a defesa da ideia de que ao invés de desenvolver armas, os cientistas poderiam desenvolver outras tecnologias mais voltadas para o bem estar social. Falas deste tipo carregam a concepção de que não deveriam ser os cientistas ou tecnocratas a definir sozinhos quais tipos de tecnologias deveriam ser desenvolvidos. Aqui ainda surge uma crítica a respeito da escolha de linhas de pesquisa para investimento. Seguem alguns exemplos de falas que apresentam esta visão:

"[...] vocês falaram muito da questão de patrocínio, que o governo patrocina vocês a fazer isso, você ganha dinheiro pra investir nas armas, mas eu acho que tudo

tem um limite. Você como ser humano, como pessoa, você tem a sua indústria, por mais que você ganhe um dinheiro absurdo do dinheiro que o governo te deu pra você criar uma arma nuclear, você tem que ter noção que isso vai matar muita gente. [...] você se sente confortável sabendo que a sua indústria faz uma arma que pode matar milhares de pessoas ou até milhões de pessoas ou até destruir o mundo inteiro." (PFRC_1, para DI).

"Então, se você sabe que a arma está sendo usada pra fazer uma guerra que a médio e longo prazo pode chegar ao seu país, de certa forma, acabar com a sua economia, por que ainda produzem arma? Não podiam pensar em outra forma de aumentar a economia?" (LM_3, para DI).

"[...] a maioria das responsabilidades depois dos líderes que vão proteger a gente são das próprias indústrias que fabricam essas armas e por eles serem, por eles terem consciência, eles sabem que isso tá acabando com os povos porque há países que eles entram em guerras, mesmo eles sabendo, eles continuam fabricando [...]" (PRC_3, para DI).

"E os cientistas não poderiam simplesmente se recusar diante dessa consequência das armas? Se recusar a fazer essas armas, como criar sempre algo mais potente de maior destruição pra agradar? Por que não recusar a fazer? Por que não deixar que a pessoa se vire com o que já tem, já que são eles que estão discutindo. Com que argumento você consegue dormir sossegado de noite pensando que está construindo uma arma para matar mais pessoas do que o que já tá construído?" (LM_4, para DI).

"[...] esse esforço que é usado na pesquisa da área bélica, se ele não fosse usado para a área, ele fosse usado pra outros tipos de tecnologias que gerassem mais benefícios ainda pra sociedade. [...] se você usasse todo esse esforço pra produzir apenas benefícios, você não acha que seria possível?" (PRC_4, para PFRC).

A discussão do tema controverso também trouxe uma quantidade considerável de vezes através das falas dos estudantes a concepção de que os tecnocratas não assumem uma posição de neutralidade diante de toda a situação, pois têm interesses próprios, e isso influencia no tipo de pesquisa que eles desenvolvem. Os estudantes se referem ao principal interesse das empresas encarregadas pelo desenvolvimento de tecnologia como sendo o lucro, como podemos verificar nos trechos a seguir:

"É.... se a gente for parar pra pensar que nós somos donos de empresas, nesse caso, bem né... empresa visa lucro, se o meu país está em uma guerra, não tem momento melhor pra eu lucrar, então é... eu vou querer que a nossa tecnologia

avance o máximo possível para que a minha concorrente não venda pro governo. Por isso é tão fácil chegar à armas em destruição em massa [...]" (DI_2, argumentação inicial)

"[...] a gente não tem exatamente uma ligação direta com a guerra, apesar de projetarmos armas pras guerras e isso é bom porque a nossa empresa, ela lucra com isso, mesmo não tendo essa ligação direta e acaba sendo menos afetada [...]" (DI_2, argumentação inicial)

"[...] então se a nossa empresa, por exemplo, tiver em crise, faremos com que desenvolva mais armas para que nossa empresa lucre [...]" (DI_2, argumentação inicial)

"[...] das empresas e indústrias que fabricam tecnologia, elas sempre vão se favorecer, primeiro, favorecer... elas sempre vão ficar, tipo assim, por exemplo, em número um no mercado quanto mais desenvolvem suas tecnologias e elas sempre vão ganhar mais dinheiro, independente do que elas façam, causando mal aos outros ou não." (PRC_3, argumentação inicial)

"Se a empresa não for para o governo, é uma empresa bélica que vende para qualquer lugar. Digamos que tenha um brasileiro e um americano querendo comprar armas de uma empresa bélica. Se o brasileiro tiver mais dinheiro, quem você acha que ela vai querer atender? Mesmo que a empresa seja do americano." (PFRC_2, para DI).

"Se eles quiserem uma tecnologia que a gente possua, a gente pode dizer o preço, aí eles vão dizer se estão aptos a comprar ou não, mas a gente não é obrigado a dar nada a eles, nem eles são obrigados a comprar nada da gente." (DI_2).

Também entendemos como adequada a defesa da ideia de que a origem do conflito ou as consequências deste não têm como causa a produção de tecnologia bélica por parte da empresa. Conflitos armados ocorrem por uma série de motivos que não são apenas o simples fato de que existe tecnologia disponível para o confronto, mas podem ser políticos ou econômicos, entre outros. Outra visão importante é de que as armas não representam um mal pelo simples fato de existirem, o uso que é dado às tecnologias bélicas é o que define os resultados que serão observados. As armas podem ser usadas para defesa e para manutenção de uma ordem social, quando necessário, ou podem ser usadas para tirar vidas de pessoas, porém o simples fato delas existirem não significa que elas serão usadas da pior maneira que se possa pensar. Neste ponto, as argumentações se colocam a favor da ideia de que o governo é responsável pela destinação da tecnologia e pela ocorrência de conflitos armados.

“Só que não é exatamente a nossa culpa a sociedade sofrer com isso por, por exemplo, jogarmos uma bomba e atingir a população que não tá envolvida na guerra. Não é exatamente nossa culpa porque nós não sabemos exatamente o que vai acontecer. Sabemos o que pode acontecer, mas não o que vai acontecer. E... porque a gente não tem controle total e eu acho que deve partir do governo [...]” (DI_2, argumentação inicial).

“[...] a gente como indústria bélica, a gente tem a convicção de que a gente vende a arma, mas se algumas pessoas usam essa arma para a guerra, aí já não é a parte nossa, a gente produz a arma e as pessoas que compram ela que dão o destino ao nosso produto.” (DI_3, argumentação inicial).

“[...] embora nós temos toda essa tecnologia, é... é necessário que o governo aplique ela de uma forma melhor, que traga mais benefício para a sociedade, sem ser na guerra [...]” (PFRC_4, argumentação inicial).

“É... a área de política dos líderes militares, eles influenciam uma série de tecnologias e também eles orientam a gente pra quais áreas pesquisar, então o nosso [...] os nossos desenvolvimentos são muito ligados à área que eles... então o que nós fazemos também não é só nossa responsabilidade, tem responsabilidade tanto da política quanto da tecnologia.” (DI_1, para LM).

“[...] então eu acho que o armamento não é uma coisa benéfica mesmo e ela tem que ser controlada, então eu não sou em nenhum momento a favor da tecnologia dos armamentos, eu não tinha falado isso de forma alguma, porque eu acho que não tem um controle, então a partir do momento que não há um controle, você não pode explorar o uso daquilo.” (PFRC_4, réplica).

A principal concepção ingênua associada à argumentação dos estudantes na atividade de controvérsia controlada é a ideia de que todo o avanço bélico vai se tornar no futuro uma aplicação benéfica para a sociedade, ou seja, após o conflito os avanços alcançados pelos cientistas se converterão sempre em bem-estar social. Assim, as decisões tomadas pelos cientistas e tecnocratas serão sempre as corretas e as aplicações de uma mesma tecnologia sempre se adequarão a cada conjuntura em que a sociedade se encontre, seja um momento de conflito ou de paz. Sabemos que na realidade nem sempre há a intenção de converter um avanço bélico em um avanço para o bem-estar social, além disso também consideramos ingênua a ideia de que os avanços bélicos são necessários para criar avanços em outras áreas do conhecimento. Seguem falas que representam estas posturas ingênuas:

“[...] os planos que foram utilizados para desenvolver aquela arma, fazer aquela

pistola, também são utilizados para desenvolver diversas outras coisas. Então a tecnologia a utilidade dela é sempre trabalhar pensando em desvendar alguma, coisas que não podemos responder, pra construir uma sociedade cada vez melhor." (DI_1, argumentação inicial).

"[...] porque muitas tecnologias são inventadas pra guerra e no futuro acabam se transformando em tecnologias boas pra sociedade [...]" (DI_2, argumentação inicial).

"[...] tipo, o 'cara' que produziu o drone, ele visou o uso militar, só que isso acabou gerando um bem muito maior pra sociedade, acabou abrindo um leque muito maior." (DI_3, argumentação inicial).

Consideramos que o comportamento do grupo de estudantes no que diz respeito a este mito é uma postura bastante esclarecida e com boa fundamentação, as discussões foram muito ricas e podemos sintetizar algumas conclusões parciais: 1) os estudantes pensam adequadamente que os cientistas poderiam escolher desenvolver outras tecnologias ao invés dos avanços bélicos; 2) que as decisões que as empresas tomam levam em conta interesses de quem as comanda, principalmente o lucro; 3) que os conflitos armados e as consequências negativas do uso da tecnologia bélica não são responsabilidade direta dos cientistas, pois existem outras pessoas, como os governantes e líderes militares, que participam na tomada de decisão que leva a estes resultados; 4) os estudantes pensam ingenuamente que a intenção por trás de toda pesquisa científica é contribuir para o bem-estar social, mesmo uma pesquisa bélica.

3.2.2 O mito da Perspectiva salvacionista da ciência e da tecnologia

Na análise das falas dos estudantes durante a atividade de controvérsia encontramos 55 ocorrências relacionadas a este mito, 18 destas foram adequadas e 37 foram ingênuas. A seguir enumeraremos exemplificando os principais aspectos relacionados a este mito. Começaremos nossa análise pelas concepções ingênuas relacionadas a este mito, por terem se apresentado em maior quantidade.

O primeiro tipo de concepção ingênua apresentado nas argumentações dos estudantes foi a ideia de que uma tecnologia mais avançada pode resolver os problemas relacionados à guerra. Algumas falas demonstram que os estudantes acreditam que o segredo para a vitória em um conflito armado é o uso de um arsenal

tecnologicamente superior que o do oponente. Outra concepção é a de que a tecnologia é a melhor forma de levar ao fim do conflito armado. Seguem trechos de falas que representam estas concepções:

"[...] a nossa opinião sobre implementar um novo tipo de tecnologia numa guerra seria pra ela ajudar a nós termos uma melhor estratégia para conseguir defender o nosso povo e levar segurança aos nossos soldados e ao mesmo tempo fazer com que nós consigamos terminar com a guerra de uma maneira mais fácil e rápido para também não causar tantos problemas à outra população." (LM_3, argumentação incial).

"[...] se a gente não construir uma arma muito melhor que a do inimigo, eles podem nos atacar e nosso país acabar sofrendo por causa deles, então a gente tem que construir uma coisa muito melhor do que os inimigos." (DI_2, réplica).

"Se no meu país eu tenho uma empresa que ela tem uma ótima tecnologia e começa a ser travada uma guerra, é claro que eu vou precisar da tecnologia dessa empresa, eu não posso abrir mão de usar a tecnologia dessa empresa porque eu preciso defender meu povo. Se for um outro país, eles vão fazer a mesma coisa, eles vão utilizar a melhor tecnologia que eles tiverem na batalha e eu preciso revidar com a minha melhor tecnologia [...]" (LM_2, réplica).

"jogar uma bomba atômica na cidade foi um jeito de mostrar que a guerra já acabou pra eles e eles não têm pra onde... eles não têm como fazer pra, pra, vamos dizer, abalar o nosso exército e nós queremos mostrar que uma guerra traria muito mais caos do que uma bomba, uma não, duas bombas jogadas em um único país pudesse provocar. E não foi por um interesse econômico, foi por um interesse social. A gente não pensou em ganhar dinheiro quando a gente tacou bomba no Japão, a gente pensou em acabar com a guerra." (LM_4, réplica).

"Se eu tenho armas mais potentes que vão me proporcionar a vitória, eu vou usa-las, porque eu não quero muitas baixas e não quero perder... e não quero perder a guerra porque eu tenho motivos para estar nela." (LM_4, réplica).

Este mito ainda está diretamente ligado ao modelo tradicional/linear de progresso. Outro tipo de fala ingênua dos estudantes está relacionado à concepção de que toda tecnologia, mesmo a bélica, sempre se converterá em algum tipo de avanço econômico ou bem-estar social. Seguem trechos de falas que justificam esta afirmação nossa:

"E também a questão do emprego, por exemplo: Se um país tá em guerra, a empresa vai ter que dar o seu jeito pra construir mais armas pra conseguir chegar a

satisfazer o governo, então eles abrem muito mais emprego para a população, abrem muito mais chance de trabalho e uma vida social, uma vida melhor para a população quando o país se encontra em uma guerra." (DI_2, argumentação inicial).

"E eles produzindo as coisas, também é bom pra economia do próprio país, porque vai fornecer emprego pra várias pessoas." (LM_1, para DI).

"Sendo também que [...] abrindo portas de empregos para a população. [...] tendo uma empresa dentro do nosso... dentro da nossa população, dentro da nossa limitação ali, regional, a gente consegue ter o acesso mais rápido de armas para se defender e também gerar mais empregos [...]" (LM_2, para DI).

"Porque se aquele país não tiver aquela indústria, esse país vai perder a guerra e perdendo a guerra, ele vai ter que pagar taxa de guerra depois, vai ter muitos problemas, então um país quando ele entra numa guerra, principalmente uma guerra bélica, é pra ganhar, então esse país tem que ganhar, ele precisa da indústria, então não adianta você ficar culpando a indústria, que a indústria tá matando pessoas ou que ela tá criando armas pra outras pessoas matarem, que a indústria é culpada, sem visar a situação da indústria, sem visar a situação do país, que tá em guerra, e da população também, porque a população precisa de emprego." (DI_2, para PFRC).

"[...] muitas dessas empresas que [...] produzem tecnologia se instalam em nossos países, também crescendo o nosso desenvolvimento." (PFRC_3, para DI).

"[...] a gente entra no país de vocês como investimento, a gente leva o nosso dinheirinho e constrói tudo lá e produz as coisas no seu país, isso acaba aumentando a economia de vocês, então tipo, eu vejo isso como investimento." (DI_3, réplica).

"[...] a gente visa uma estruturação econômica, uma estruturação política, uma estruturação tecnológica da sociedade, [...] procurando ali trazer lucro, trazer avanço tecnológico, trazer um avanço bélico." (DI_3, réplica).

As falas adequadas relacionadas a este mito primeiramente apresentam a concepção de que os avanços científicos e tecnológicos não trarão apenas benefícios ou ocorrerão sem afetar outras estruturas sociais relacionadas ao contexto de cada situação. Algumas falas até mesmo questionam os resultados destes avanços:

"[...] e a tecnologia, assim como a maioria das coisas, tem tanto potencial destrutivo quanto construtivo, por exemplo, uma faca, ela pode ser usada tanto pra, pra você agredir outra pessoa, como pra, pra, pra você fazer coisas em casa, você cortar legumes e coisas do tipo. E... e a tecnologia, ela vai ser desenvolvida e ela pode ser usada na guerra..." (DI_1, argumentação inicial).

"[...] se a minha concorrente tá fazendo armas que disparam 60 balas por

segundo, eu tenho que fazer uma que dispara 80, consequentemente, eu vou matar mais gente, [...] porque se meu país tá numa guerra e eu sou uma empresa daquele país, eu provavelmente vou querer fazer armas que sejam superiores à do meu inimigo e com certeza vai agravar as mortes [...]" (DI_2, argumentação inicial).

"É o seguinte, eles estando no nosso país, eles trazem dinheiro e desenvolvimento tecnológico pra gente, tudo bem, a gente tem medo de... por eles estarem aqui, eles traírem a gente, eles trazerem a guerra para o nosso país, mas cara, a gente tem que visar o desenvolvimento econômico da gente [...]" (PFRC_3, réplica).

"Nós podemos pegar o caso de dois países fora da zona de conflito, um país pode ter futuramente uma relação negativa com esse outro país e as armas que vocês produziram para esse país poderá afetar a gente ou nós poderemos afetar eles, isso é uma coisa negativamente para ambos os países, que poderá levar a outra guerra." (PFRC_3, réplica).

As concepções de destaque que se referem a este mito ainda incluem comentários relacionados ao acesso aos benefícios dos avanços científicos e tecnológicos. Ainda que um avanço signifique um benefício social, não se pode garantir que todas as pessoas terão acesso a este benefício da mesma forma e além disso ainda temos situações onde um avanço representa benefícios pra um grupo social e prejuízo para outro. Seguem três ocorrências relacionadas a estes aspectos do mito (uma ingênua e duas adequadas):

"E tipo, a, o que a gente investe nessa área, acaba produzindo, a gente acaba melhorando, produzindo mais tecnologia, aprimorando mais equipamentos que acaba até indo pro país de vocês e até pros outros países." (DI_3, réplica, ingênua).

"[...] se você produz algo que é pra guerra, você tipo, se você não tá pensando no bem só das pessoas que são fora da área de conflito?" (PRC_3, para DI, adequada).

"Olha só, vocês tinham comentado que a evolução tecnológica a partir da pesquisa da área bélica trazia benefícios pra sociedade em geral, certo? Mas vocês se embolaram que na verdade os malefícios que trazem pra gente são muito maiores que os benefícios que foram pra vocês... é porque na verdade nós não participamos desses benefícios que você tá fazendo, são nossos os malefícios, enquanto vocês tão participando dos benefícios." (PRC_4, para PFRC, adequada).

Consideramos que as concepções referentes a este mito por parte do grupo de estudantes apresentam algumas deficiências por conta de uma defesa mais intensa de

algumas visões equivocadas a respeito das relações entre ciência, tecnologia e sociedade, os argumentos apresentados nas falas nos permitem enumerar algumas conclusões parciais: 1) os estudantes pensam ingenuamente que o uso de tecnologia mais avançada que a do inimigo pode evitar, vencer ou acabar com um conflito armado; 2) que as empresas/indústrias através de seus avanços em ciência e tecnologia sempre contribuirão para um maior estado de bem-estar social, seja gerando empregos, criando segurança ou fortalecendo economicamente a sociedade; 3) algumas falas se apresentam como argumentos adequados de que o uso da tecnologia não resultará sempre apenas em benefícios para a sociedade.

3.2.3 O mito do Determinismo tecnológico

A análise das falas dos estudantes durante a atividade de controvérsia apresentou 39 ocorrências relacionadas a este mito, 27 destas foram adequadas e 12 foram ingênuas. A seguir enumeraremos exemplificando os principais aspectos relacionados a este mito.

O primeiro tipo de concepção adequada apresentado nas falas dos alunos está relacionado à ideia de que os avanços tecnológicos relacionados a um conflito armado não são lineares e em apenas um sentido, ou seja, os usos e aplicações da tecnologia não seguem uma regra de progresso, os sistemas pelos quais estes avanços se dão são muito mais complexos e não podem ser reduzidos a uma visão determinista por existirem muitas possibilidades de aplicações para cada tecnologia. Seguem trechos de falas que se relacionam a este tipo de pensamento:

"O que acontece, muitas coisas que a gente usa hoje em dia foram feitas para as guerras. [...] A internet foi uma invenção pra exatamente esse propósito, muito por esse propósito. E o que acontece, foi algo que foi feito para a guerra, aprimorado para a guerra, mas que utilizamos hoje para outros fins. É uma coisa banal que a gente já deixou como uma coisa comum, a gente usa a internet sem mais nem menos. O avião, ao contrário, foi feito para que as pessoas se locomovessem de um local até outro de forma mais rápida e mais simples, só que ao invés disso ele foi aprimorado pra que as pessoas passassem mais tempo planejando ataques aéreos e a dispersão de bombas nucleares [...]" (PFRC_2, argumentação inicial).

"[...] o avião, quando o Santos Dumont criou o avião, foi para o sistema da

sociedade, pra levar e trazer numa maior velocidade e numa maior rapidez e com o início das guerras o avião foi totalmente modificado pra guerra, pra levar mantimentos, pra tacar bomba, pra ter guerra no ar [...]" (DI_2, argumentação inicial).

"A defesa do país e tecnologias comuns, tipo o micro-ondas, a tecnologia do micro-ondas é uma tecnologia radioativa que também é a mesma coisa que uma bomba nuclear, uma coisa que nós podemos expandir com a sua área de pensamento e criar uma tecnologia que irá positivamente virar pra nós e a parte negativa nós iremos utilizar suas armas, nós iremos utilizar suas armas porque não somos... uma zona de conflito, estamos falando de um país, existem mais países fora da zona de conflito." (PFRC_3, réplica).

A segunda concepção adequada referente a este mito é a de que a tecnologia não é a causadora do conflito. O simples fato de existir uma tecnologia disponível para ser usada durante um conflito armado não é determinante para que o conflito armado aconteça. É errado pensar que se não houvesse pesquisa e avanços na área bélica, não haveria guerras. Seguem trechos de falas que corroboram nossa teoria:

"[...] desde o princípio da humanidade a gente tem guerras. Antigamente a gente tinha tribos que batalhavam por território, então estas tribos tinham os seus líderes e haviam guerras desde o princípio, é claro com proporções menores em relação a estrago [...]" (LM_2, argumentação inicial).

"[...] não é a indústria de armas que começa a guerra, é o governo [...]" (DI_1, para LM)

"Eu acho que você, não importa se tá todo mundo com arco e flecha, vai rolar guerra. Todo mundo com lança, arco e flecha, tu pode ter, um monte de índio, você bota um monte de índio com mesma arma ali, eles vão ter guerra, a guerra não parte das armas, a guerra parte das pessoas. A arma não faz nada, a arma não mata. Então eu posso ter uma bomba atômica hoje como eu tive um arco e flecha ontem [...]" (LM_1, réplica).

"[...] o fato da arma existir ou não existir não implica no desenvolvimento tecnológico pra outras possíveis criações e criações que não venham a matar pessoas, nem prejudicar ninguém." (PFRC_2, réplica).

Outra concepção adequada referente a este mito é que os avanços tecnológicos não se dão de uma forma autônoma e dependem de vários outros fatores sociais, como a política e a economia. As falas dos estudantes apresentam fatores como diplomacia e financiamento da pesquisa:

"A maioria das coisas que nós pesquisamos são orientadas, nós não podemos

simplesmente pesquisar a la vonté porque precisamos de dinheiro pra realizar essas pesquisas e esse dinheiro, infelizmente, nós não conseguimos tão facilmente. E esse dinheiro a maior parte vem de quê? Vem dos líderes. Gostaríamos também de desenvolver mais tecnologias pra ajudar a nação, mais patrocínios." (DI_1, para LM).

"Os patrocínios são pra gente desenvolver nas áreas que eles patrocinam, então se a gente tiver em época de guerra os líderes militares patrocinam a gente para desenvolver armas, a gente vai desenvolver armas, a gente não pode pegar o dinheiro deles e desenvolver outras coisas." (DI_1, para LM).

"[...] vocês perguntaram como... se afeta o meu país, como é que eu continuo mantendo relações com vocês? Então, é... como eu já, eu falei quando eu tava apresentando é... tem vários tipos de relações diplomáticas, econômicas e políticas entre os líderes militares e os países, então uma diplomacia entre um país e outro pode ser afetada se eu fechar relações com vocês, então a gente continua mantendo relações com vocês para continuar desenvolvendo a tecnologia do nosso país." (PFRC_3, réplica).

Como última concepção adequada, algumas falas defenderam a ideia de que os avanços bélicos não são necessários ou indispensáveis para que haja avanços tecnológicos em outras áreas. Seguem exemplos:

"[...] o fato da arma existir ou não existir não implica no desenvolvimento tecnológico pra outras possíveis criações e criações que não venham a matar pessoas, nem prejudicar ninguém." (PFRC_3, réplica).

"Mas você não acha que, por exemplo, essas descobertas científicas que vocês falaram, diversas criações, como o micro-ondas e a internet, você acha que elas precisam ser descobertas e criadas a partir de pesquisas que na verdade têm como objetivo criações de armas e guerra [...] as indústrias, pra criar esse tipo de coisa se voltar pra questão bélica, entendeu?" (PRC_4, para PFRC).

As afirmações ingênuas presentes na discussão em sua maioria estavam relacionadas ao determinismo social, que seria o extremo oposto do determinismo tecnológico, de acordo com esta concepção os avanços tecnológicos sempre teriam origem em necessidades da sociedade. A sociedade seria responsável por definir como a tecnologia continuaria a progredir. Sabemos que esta visão é equivocada, pois a tecnologia não é autônoma e também não está totalmente sujeita às escolhas da sociedade, os avanços se dão através de processos que ocorrem em algum ponto entre o determinismo tecnológico e o social, mas não de acordo com apenas um deles. Seguem exemplos de falas que demonstram esta postura ingênua:

“às vezes as empresas, elas fazem tecnologias pra sociedade e por causa da guerra acabam se transformando pra fazer, virando uma indústria bélica, porque como tá numa guerra, precisa de armas, precisa de armamento bélico, mas depois da guerra, como não há mais necessidade dessa indústria bélica, essa tecnologia que foi criada, esse avanço tecnológico que foi feito durante a guerra, a favor da guerra, acaba sendo usado pra população, que é o que aconteceu em várias guerras, até a segunda guerra Mundial.” (DI_3, argumentação inicial).

“Não só a indústria bélica também, mas a indústria de eletrônicos e indústrias que produzem comida pra sustento de soldados durante a guerra, tudo isso é modificado na economia de um país, principalmente visando a guerra.” (DI_3, argumentação inicial).

“[...] um exemplo, durante a guerra fria, muitos equipamentos, eles foram criados a partir dela, então eu acho que a guerra impulsiona essa criação, se não fosse ela, eu acho que muitas invenções ou muitas coisas não teriam acontecido. A população poderia ter ficado num estado de inércia, então eu acho que a guerra, ela impulsionou as inovações tecnológicas e com certeza beneficiou a população de alguma forma.” (PFRC_4, argumentação inicial).

Chegamos a algumas conclusões parciais a respeito das concepções do grupo de estudantes, observando que estes possuem uma visão bastante informada diante da variedade de concepções adequadas que emergiram da discussão durante a atividade de controvérsia controlada: 1) os estudantes pensam adequadamente que um avanço tecnológico não se limitará a um tipo específico de uso ou aplicação; 2) que não é a tecnologia a causa das guerras; 3) que os avanços tecnológicos não ocorrem de forma autônoma, mas dependem de outros fatores sociais; 4) que não é necessário que haja pesquisa bélica para criar outras tecnologias que representem bem-estar social; 5) os estudantes possuem a concepção ingênua de que durante a guerra as indústrias irão voltar todos os seus esforços para atender às necessidades geradas pelo conflito.

3.2.4 Outras observações importantes

No processo de categorização dos dados referentes às falas dos alunos durante a atividade de controvérsia controlada surgiram ocorrências interessantes de

conteúdos destas falas relacionados a conhecimentos de outras disciplinas (história, geografia e filosofia, por exemplo). Além de conteúdos formais do currículo, conteúdos fora do currículo escolar e conhecimentos de atualidades foram utilizados pelos estudantes para construir argumentações que visavam discutir os impactos da ciência e da tecnologia nos conflitos armados. É importante ressaltar que os estudantes foram livres para analisar o tema da maneira mais ampla possível e isso acarretou algumas argumentações que apesar de não tratarem diretamente da ciência e da tecnologia relacionadas ao conflito, discutiam impactos sociais originários deste.

Daremos grande importância a estas ocorrências inesperadas que nos levaram a criar novas categorias de dados ao longo da análise por defendermos a ideia de rede de conhecimentos para o ensino. O conceito de rede é muito pertinente para nossa investigação, pois não nos propusemos a criar a discussão a respeito de um conceito ou uma situação bem delimitada, mas a respeito de um tema global sobre o qual os estudantes têm acesso a grande quantidade de informação através das mais variadas mídias, mas que não costumam ser discutidos fora do conteúdo programático das ciências humanas.

Para levar a cabo uma proposta audaciosa como esta, que visa construir conhecimento elaborado e esclarecido através da informação e da discussão dos pontos de vista dos estudantes que representam os vários grupos que participam de um conflito armado real, concordamos com a definição que Machado (2001) nos dá,

> A ideia de rede constitui uma imagem emergente para a representação do conhecimento, inspirada, em grande parte, nas tecnologias informacionais. Nesta perspectiva, conhecer é como enredar, tecer significações, partilhar significados. Os significados, por sua vez, são construídos por meio de relações estabelecidas entre os objetos, as noções, os conceitos. Um significado é como um feixe de relações. O significado de algo é construído falando-se sobre o tema, estabelecendo conexões pertinentes, às vezes insuspeitadas, entre diversos temas. Os feixes de relações, por sua vez, articulam-se em uma grande teia de significações e o conhecimento é uma teia desse tipo. (MACHADO, 2001, p. 337).

Machado (2001) ainda nos mostra três qualidades importantes da produção de conhecimentos como rede: *acentrismo, historicidade* e *heterogeneidade*. Essas três características fizeram parte da discussão que ocorreu em nossa proposta de trabalho.

O *acentrismo* significa que não existe um centro absoluto para a discussão, ou para a elaboração de conhecimento. Principalmente em temas transdisciplinares, como é o caso da indústria da guerra, não existe uma porta de entrada bem definida para a discussão, nem mesmo uma porta de saída única. Múltiplos são os caminhos

que podem ser percorridos na rede de significações. Entendemos os subtemas que serão apresentados aqui como alguns centros que foram percorridos durante as argumentações a fim de construir conhecimento a respeito do tema global da discussão.

A *historicidade* está ligada à defesa que o autor faz de que "Para apreender o sentido das transformações, o caminho é um só: é preciso estudar História" (MACHADO, 2001, p. 339). Não se pode discutir nenhum tipo de conteúdo do conhecimento sem uma visão histórica de seu desenvolvimento. Os estudantes apresentaram vários argumentados fundamentados em história e vemos isto de uma maneira muito positiva, pois através da história podemos perceber como os significados ou concepções foram construídos, reforçados ou abandonas ao longo do tempo.

Por fim, a *heterogeneidade* nos mostra que temas sociocientíficos como o abordado neste estudo, onde queremos estudar concepções e significados, são conhecimentos heterogêneos, que na maioria das vezes são compostos por relações pertencentes a vários conteúdos de várias disciplinas. "As noções, os conceitos realmente relevantes sempre terminam por ultrapassar as fronteiras disciplinares" (MACHADO, 2001, p. 339).

Começaremos a apresentar estas ocorrências importantes pelos conteúdos de história, visto que os estudantes fizeram uso de seus conhecimentos sobre esta disciplina pra discutir aspectos científicos e tecnológicos relacionados aos grandes conflitos estudados na escola. Todas as turmas usaram a Segunda Guerra Mundial como exemplo em suas argumentações:

"[...] por exemplo na, na, na Segunda Guerra Mundial, 64% dos mortos não tinham nada a ver com o conflito, tipo, morreram só por tá lá na zona do próprio conflito [...]" (PRC_1, argumentação inicial).

"[...] na Segunda Guerra Mundial ou até mesmo Hitler, que ele tinha o pensamento da raça ariana, que era a raça superior. Então os pensamentos dele, as crenças dele, vingança, acabaram levando à morte de milhões [...]" (DI_2, para LM).

"[...] o Brasil, ele entrou na Segunda Guerra Mundial depois que eles tavam fazendo comércio de, de produtos pro exterior e navios alemães atacaram alguns navios brasileiros, isso fez com que o Brasil entrasse na guerra junto com os países aliados, que era da América, porque antes ele era neutro [...]" (PFRC_3, argumentação inicial).

"E além da, além das bombas atômicas, também na Segunda Guerra,

principalmente na China, foram usadas as armas biológicas e foram usados acordos para que elas não fossem usadas porque além delas atacarem os soldados, os seres humanos, elas infectam o solo, a água, o ar, podendo trazer, vamos dizer... podendo trazer a infertilidade do solo [...]" (LM_4, argumentação inicial).

Três das turmas participantes apresentaram dados sobre a Guerra do Vietnã:

"[...] como foi no Vietnã, que os americanos acabaram fazendo, matando muita gente porque você não tinha essa noção de quem era soldado e de quem era civil [...] (LM_1, réplica).

"[...] na Guerra do Vietnam, por exemplo, o Japão, que não tava envolvido na guerra diretamente, começou a enviar suprimentos comprados por vietnamitas do Japão [...]" (DI_2, para PFRC).

"[...] A gente tem exemplo do Vietnã, que o agente laranja que os Estados Unidos lançou é pesticidas sobre o Vietnã e até hoje eles sofrem com as consequências que contaminou a água, a população e tudo mais [...]" (PRC_4, argumentação inicial).

Os estudantes também usaram argumentos relacionados à Guerra do Iraque:

"[...] o governo pra invadir o lugar precisa de forte apoio popular e forte apoio das indústrias, porque você não vai invadir lá sozinho, sem a sua autorização da população. Parece que em 2003, eu acho, invadiu o Iraque por forte apoio popular." (LM_1, réplica).

'[...] na guerra de 2003 no Iraque as forças armadas Americanas acabou com o estoque de M1 Abrams, que é o tanque que eles têm lá e do míssil Tomahawk [...]" (DI_2, argumentação inicial).

"[...] a justificativa da invasão do Iraque e dos países do Oriente Médio foram além da tomada do petróleo, a suposta desculpa de que o Iraque estava sim, tendo, sustentando e construindo bombas biológicas e químicas [...]" (LM_4, réplica).

Estudantes de três turmas citaram a Guerra Fria em seus argumentos:

"[...] na Guerra Fria, no caso, tanto a União Soviética quanto os Estados Unidos, os dois tinham bombas atômicas pra jogar, então não tinha nenhum deles na vantagem [...]" (LM_1, argumentação inicial).

"[...] sempre será questão de corrida armamentista, que aí chega muito com a Guerra Fria, que não teve muito combate, mas foi questão de corrida armamentista [...]" (LM_2, réplica).

"[...] então a Guerra Fria foi um jeito de mostrar várias, várias superpotências, pessoas que tinham, vários países que tinham armamentos melhores que os outros

[...]" (DI_4, argumentação inicial).

A turma 4 citou a Primeira Guerra Mundial:

"[...] teve também na Primeira Guerra que quando os países saíram, eles tavam bem devastados e a Alemanha tava também [...] (LM_4, réplica).

A turma 1 apresentou dados sobre a Guerra do Golfo para questionar os investimentos no conflito:

"Eu vou dar um exemplo de uma guerra que foi recente, a guerra do Golfo, dos anos 90, vou falar quantas pessoas morreram e quanto o governo americano gastou, só o americano. Eles gastaram 61 bilhões de dólares, é um dinheiro absurdo que podia ser investido no próprio país, em escolas, hospitais, qualidade de vida pras pessoas e que foi usado pra guerra. Também teve uma quantidade de 35 mil vidas perdidas no conflito todo, tanto pessoas locais, quanto soldados, civis ou então soldados, assim, eu entendo que a tecnologia aumenta, mas eu acho que nada justifica a guerra. Acho que o diálogo pode prevalecer." (PFRC_1, argumentação inicial).

Três turmas citaram o terrorismo em suas argumentações:

"[...] mas e as pessoas de 2001, quando as torres foram atacadas [...]" (LM_1, réplica).

"[...] mas você acha que algum americano fora do conflito se beneficiou com, por exemplo, o atentado do 11 de setembro? Porque aquilo foi por causa das guerras. Foi uma coisa que aconteceu devido às guerras." (PRC_2, réplica).

"Outra coisa, é... atos terroristas. Bom, pra mim, qualquer tipo de ato terrorista está errado." (PFRC_3, réplica).

A grande quantidade de notícias sobre o conflito na Síria e a morte de pessoas que tentavam se refugiar fugindo em botes contribuiu para que este tipo de informação surgisse na argumentação de estudantes de três turmas:

"Porque as pessoas que estão ali, elas vão querer fugir, como na guerra que tá havendo agora mesmo, na Síria, que as pessoas estão basicamente todas correndo pra Europa. A Europa tá conseguindo barrar quase, muita gente, mas muita gente também tá entrando e está fazendo com que a economia da Europa toda seja totalmente reformulada por quê? Porque é um lugar pequeno e tá vindo muita gente, então outros países também tão sendo afetados por essa guerra." (PRC_1, argumentação inicial).

"Trazer essas pessoas que estão gera um conflito dentro da nossa sociedade também, porque a gente não vai ter como gerar emprego pra todas as pessoas que

vão vir buscar abrigo no nosso país [...]" (PFRC_2, para PRC).

"E um exemplo bem claro agora foi a guerra da Síria, né, que o povo sofre muito, vira refugiado, corre pra Europa, alguns países dão asilo, outros não." (PRC_3, argumentação inicial).

Duas turmas discutiram relações políticas dos países em um conflito:

"E o desenvolvimento político desses países que são, quando são envolvidos em guerra, tipo que ele aumenta muito, ao ponto de quando acaba a guerra, eles entrarem nos outros países afetados e conseguirem ajuda-los." (PFRC_3, argumentação inicial).

"[...] por que não tentaram assinar um tratado? Ao invés dos líderes militares entrarem começando uma guerra, por que os líderes políticos não tentaram obter um acordo para que os países produzissem as armas." (PFRC_4, para LM).

Argumentos relacionados à economia foram utilizados por estudantes de duas turmas em suas falas:

"Apesar do país não ser influenciado diretamente, indiretamente o dinheiro que ele possui é desvalorizado e diminui, pois é necessário comprar armas e suprimentos para estabelecer na guerra." (PFRC_2, argumentação inicial).

"[...] é tem várias consequências, ainda a morte, né, que é a mais evidente, além da queda de economia. A guerra com certeza acaba desestabilizando o país, por causa dos esforços da guerra [...]" (PRC_4, argumentação inicial).

Duas turmas citaram manifestações populares como uma opção que a população tem de mostrar sua opinião quando o governo resolve participar de um conflito:

"[...] se você tem algum problema com o ideal e não quer participar de guerra, você chega ao seu líder, de alguma forma, uma manifestação popular, e decide isso com o seu líder [...]" (PFRC_3, réplica).

"Posso usar como exemplos os movimentos aqui do Brasil, em 2013, eu acho, mesmo fazendo protesto pacífico, ainda houve intervenção... e depois do protesto seguinte, começaram a haver vandalismo, quebra de edifícios, etc e tal. Não dá pra fazer algo totalmente pacífico." (PFRC_4, réplica).

Uma das turmas usou como argumentos os auxílios que os países mandam para as populações que sofrem com o conflito:

"Até a ONG que ajudou o pessoal lá na Ucrânia na guerra que teve em 2013 ou 2014." (PFRC_3, argumentação inicial).

"Ou o Brasil enviando soldados na África pra poder ajudar nas doenças lá."

(PFRC_3, argumentação inicial).

“E também vamos ter, teve doença na, as doenças na África na Europa e tal e os outros países enviavam...” (PFRC_3, argumentação inicial).

“É, na Primeira Guerra, o Brasil só entrou na Guerra pra enviar auxílio médico e hospitalar e de suprimentos.” (PFRC_3, argumentação inicial).

Grupos de estudantes de duas turmas apresentaram argumentos baseados em ética durante sua argumentação:

“[...] você tem a sua indústria, por mais que você ganhe um dinheiro absurdo do dinheiro que o governo te deu pra você criar uma arma nuclear, você tem que ter noção que isso vai matar muita gente. Tô perguntando a vocês como ser humano, não como um capitalista adoidado que só quer dinheiro. Você acha que assim, você se sente confortável sabendo que a sua indústria faz uma arma que pode matar milhares de pessoas ou até milhões de pessoas ou até destruir o mundo inteiro?” (PFRC_1, para DI).

“Será que se acontecesse em outro lugar, elas continuariam se opondo à guerra? Será que estou me preocupando apenas com a gente ou com todos os seres humanos?” (PFRC_4, para PRC).

Por fim, em uma das turmas o grupo de estudantes que representou os Líderes Militares fez uma analogia entre guerras maiores e a questão do tráfico no Rio de Janeiro:

“A gente quis dizer aqui também as pequenas guerras, foi o que eu falei no início, são as guerras que ocorrem de dentro, as pessoas que tão dentro da área de conflito elas não podem reclamar não sei se teriam argumentos pra reclamar contra a polícia e seus líderes militares tendo tomado o poder de toda, todos o... os líderes militares opostos, que são os bandidos em si, os traficantes. Os policiais estão sempre tentando tomar o poder dos traficantes, assim como os traficantes defendem o seu território. E sim, sempre acaba sobrando pro pessoal que tá morrendo...” (LM_4, réplica).

Todas estas ocorrências surgiram de forma natural e inesperada nas argumentações dos grupos de estudantes das várias turmas que participaram desta investigação. Consideramos importante relacionar estas ocorrências, além da simples análise relacionada aos mitos, para justificar o uso de temas sociocientíficos globais controversos na construção de conhecimento em uma proposta de educação CTS que contribua para uma alfabetização científica em uma perspectiva ampliada.

3.3 Pós-teste com o PIEARCTS

Fizemos opção por não discutir aqui os resultados referentes ao pós-teste feito com o PIEARCTS, utilizando as mesmas questões do pré-teste. Não nos aprofundaremos nesta análise e nem a utilizaremos como parâmetro de comparação, pois devido ao tempo que teve que ser esperado para a aplicação do pós-teste, muitos alunos não se apresentaram para respondê-lo e outros, que se disponibilizaram a responder, não entregaram os questionários preenchidos. Este problema ocorreu principalmente pelo fato de que os estudantes que foram aprovados sem recuperação acabaram sendo dispensados aproximadamente um mês antes do fim do ano letivo, situação que afetou esta investigação de maneira inesperada.

A primeira tentativa de execução do pós-teste foi feita através do e-mail das turmas, mas não surtiu resultado no período de férias escolares. A segunda tentativa, que nos retornou os resultados que serão aqui apresentados, foi feita presencialmente, na escola, no início do ano letivo seguinte. Houve uma significativa discrepância nas quantidades de alunos respondentes dos questionários, sendo 70 no pré-teste e apenas 30 no pós-teste, sendo .

Considerações Finais

Diante da análise dos resultados observados na atividade de controvérsia controlada proposta, podemos fazer algumas considerações bastante animadoras.

Primeiramente os estudantes se mostraram muito motivados em participar de uma atividade que foge aos moldes tradicionais da aula de física. A atividade permitiu uma participação muito intensa e frutífera de estudantes que geralmente não se saem bem ou não tem interesse por um conteúdo programático que prioriza conceitos isolados e cálculos de valores referentes a variáveis que muitas vezes não são experimentais, nem ao menos contextualizadas. A atividade teve sucesso sob este aspecto pelo fato de valorizar outras competências e habilidades que não apenas o cálculo numérico e a memorização.

A proposta da atividade alcançou sucesso em sua intenção de suscitar uma discussão ampla e rica sobre a tecnologia e a indústria da guerra. As pesquisas feitas pelos estudantes apresentaram dados estatísticos que são claramente conhecimentos de geografia, muitos fatos históricos referentes a conflitos importantes e uma análise crítica de como estes se deram, discussões envolvendo a ética na tomada de decisões, seja dos desenvolvedores e comerciantes de tecnologia, seja dos líderes militares e governamentais que fazem uso da tecnologia. O simples fato de uma mesma fala de um estudante poder ser organizada em torno de uma variedade de conhecimentos como esta já torna a atividade bem sucedida na construção de um tipo de conhecimento que pode ser considerado transdisciplinar a partir de uma rede de significados.

O conhecimento construído na atividade ainda mostrou em muitas falas dos estudantes o combate de visões relacionadas aos mitos. Os estudantes defenderam que existem interesses relacionados à tomada de decisões que envolvem tecnologia, que o simples avanço tecnológico não resolverá o problema das guerras, assim como não é ele o fator determinante pra que as guerras ocorram, que não é a tecnologia que define a forma como a guerra vai acontecer, mas outros fatores sociais e políticos relacionados ao conflito. Podemos concluir que estas ideias relacionadas ao tema, mesmo em uma atividade isolada, contribuíram para uma visão mais adequada de assuntos relacionados à natureza da ciência.

A utilização do trecho de história em quadrinhos mostrou-se satisfatória para motivar vários aspectos da discussão. Ela foi citada em muitos momentos da

atividade, durante as argumentações dos estudantes, quando eles traçavam paralelos entre as questões discutidas e o que era representado no quadrinho. A pesquisa confirma de maneira prática que a proposta feita por Lisingen (2008) em seu trabalho, utilizando mangás (quadrinhos orientais) como exemplo, pode ser colocada em prática de maneira efetiva. Nossa investigação ainda confirma que com uma pesquisa atenciosa é possível encontrar materiais em quadrinhos produzidos em uma sociedade imersa em tecnologia que ocasionalmente tratam de temas relacionados à ciência e à tecnologia e suas relações com a sociedade, estes materiais só precisam ser identificados e levados para a sala de aula. Concluímos que quadrinhos em circulação no mercado são mais uma possibilidade de material de discussão de temas CTS entre tantas outras.

Os resultados do PIEARCTS não apresentaram variações consideráveis, mas não consideraremos isto uma falha nos objetivos do trabalho. Neste ponto fazemos a opção por concluir que apenas uma atividade de controvérsia controlada deste tipo não é o suficiente para produzir uma mudança considerável nos resultados do grupo neste instrumento de verificação. Entretanto os resultados do PIEARCTS apontam concepções ou crenças que nos mostram a necessidade de outras oportunidades de discussão de temas CTS importantes para uma alfabetização científica dos alunos em perspectiva ampliada. Sabemos que uma cultura CTS não se faz apenas em uma aula, mas em uma proposta educacional elaborada, ainda assim, os resultados dos testes poderiam ajudar a escolher os rumos que essa proposta tomaria.

Os resultados deste trabalho ainda nos oferecem outras possibilidades de pesquisa como um estudo mais amplo, abordando outras metodologias didáticas e de investigação que possam vir a contribuir em novas propostas de educação CTS no contexto do ensino brasileiro. Ainda há muito temas praticamente inexplorados nas salas de aula, muitas possibilidades de abordagens diferenciadas e a necessidade de entender melhor como pensam os estudantes dos diferentes níveis do ensino básico, para que as propostas de ensino oferecidas a eles possam estar mais de acordo com as suas necessidades de formação.

Referências

ACEVEDO-DÍAZ, José Antonio; VÁZQUEZ-ALONSO, Ángel; MANASSERO-MAS, María Antonia. **El Movimiento Ciencia-Tecnología-Sociedad y la Enseñanza de las Ciencias**. 2001. que reproduz Manassero-Mas, Ma A, Vasquez-Alonso, A. y Acevedo-Díaz, J.A. Avaluació dels temes de ciència, tecnologia i societat. Palma de Mallorca (España): Conselleria d'Educació i Cultura del Govern de les Illes Ballears. 2001. Disponível em: <http://www.oei.es/salactsi/acevedo13.htm> Acesso em 15 de maio de 2015.

ACEVEDO-DÍAZ, José Antonio; VÁZQUEZ-ALONSO, Ángel; MANASSERO-MAS, María Antonia.. Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. **REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias**, v. 2, n. 2, p. 1, 2003.

ALVES, Elaine Moreira et al. Reflexões entre o enfoque ciência, tecnologia, sociedade e as práticas dos professores de ciências. **Ciência em Tela**, v. 2, n. 2, 2009.

ALVES, Elaine Moreira; MESSEDER, Jorge Cardoso. Elaboração de um vídeo com enfoque ciência-tecnologia-sociedade (CTS) como instrumento facilitador do ensino experimental de ciências. VII Encontro Nacional De Pesquisa Em Educação Em Ciências (ENPEC). **Atas**, 2009.

AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização científico-tecnológica para quê?. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 3, n. 2, p. 122-134, 2001.

BAZZO, Walter. **Ciência, Tecnologia, Sociedade**: e o Contexto da Educação Tecnológica. Florianópolis: Ed. UFSC, 1998.

BAZZO, Walter; LISINGEN, Irlan von e TEIXEIRA, Luiz T. do V.. **Introdução aos Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**. Cadernos de Ibero América. OEI-Organização dos Estados Ibero-americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura. Espanha: Madrid, 2003.

BENNÀSSAR-ROIG, Antoni et al. (Org.). **Ciencia, Tecnología y Sociedad en Iberoamérica**: uma evaluación de la comprensión de la naturaliza de ciência y tecnología. Madrid: gráfica futura, 2007.

BOGDAN, Roberto C; BIKLEN, Sari. **Investigação qualitativa em educação**. Porto: Porto Editora, p. 134-301, 1994.

BONADIMAN, Helio; NONENMACHER, Sandra EB. O gostar e o Aprender no Ensino de Física: Uma proposta metodológica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 2, p. 194-223, 2007.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei n. 9.394 de 20 de dezembro de 1996. DOU, 23/12/1996.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: ensino médio. Brasília: Ministério da Educação, 1999.

BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.

BUSH, Vannevar. **Science: the endless frontier**: a report to the president on a program for postwar scientific research. National Science Foundation. Washington, 1960.

BYBEE, Rodger W.; MAU, Teri. Science and technology related global problems: An international survey of science educators. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 23, n. 7, p. 599-618, 1986.

CACHAPUZ, António et al. Do estado da arte da pesquisa em educação em ciências: linhas de pesquisa e o caso “Ciência-Tecnologia-Sociedade”. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, p. 27-49, 2008.

CARVALHO, Marília Gomes de. Tecnologia, desenvolvimento social e educação tecnológica. **Revista Educação & Tecnologia**, n. 1, p. 70-87, 1997.

CHASSOT, Attico. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, n.21, p. 89-100, 2003.

CHRISPINO, Alvaro. **Introdução ao Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade Na educação e no ensino**. Material de estudos para as disciplinas do programa de Pós-graduação do CEFET/RJ), 2013.

COUTINHO, Clara Pereira. A qualidade da investigação educativa de natureza qualitativa: questões relativas à fidelidade e validade. **Educação Unisinos**, v. 12, n. 1, p. 5-15, 2008.

COUTINHO, Clara Pereira; CHAVES, José Henrique. O estudo de caso na investigação em Tecnologia Educativa em Portugal. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 15, n.1, p. 221-243, 2002.

CUTCLIFFE, Stephen H. **Ideas, máquinas y valores**: Los estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad. Anthropos Editorial, 2004.

DIAS, Cláudia Augusto. Grupo focal: técnica de coleta de dados em pesquisas qualitativas. **Informação & Sociedade**, v. 10, n. 2, 2000.

GONZÁLEZ GARCÍA, Marta Isabel; LUJÁN LÓPEZ, José Luis; LÓPEZ CEREZO, José **Antonio. Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología**. Madrid: Tecnos, 1996.

GÓMEZ, R. J. Progreso, determinismo y pesimismo tecnológico. **Redes**. Buenos Aires: v. 4, n. 10, p.59-94, 1997.

HURD, Paul DeHart. Scientific literacy: New minds for a changing world. **Science education**, v. 82, n. 3, p. 407-416, 1998.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, María-Pilar. La catástrofe del prestige: racionalidad crítica versus racionalidad instrumental. **Cultura y educación**, v. 16, n. 3, p. 305-319, 2004.

KRASILCHIK, Myriam. Ensino de ciências e a formação do cidadão. **Em Aberto**, v. 7, n. 40, 1988.

LAUGKSCH, Rüdiger C. Scientific literacy: A conceptual overview. **Science education**, v. 84, n. 1, p. 71-94, 2000.

LINSINGEN, Luana Von. Mangás e sua utilização pedagógica no ensino de ciências sob a perspectiva CTS. **Ciência & Ensino** (ISSN 1980-8631), v. 1, 2008.

LOPEZ-CEREZO, José Antonio. Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos. **Revista iberoamericana de educación**, v. 18, p. 41-68, 1998.

MACHADO, Nilson José. A Universidade e a organização do conhecimento: a rede, o tácito, a dádiva. **Estudos avançados**, v. 15, n. 42, p. 333-352, 2001.

MCCLOUD, Scott. **Desvendando os quadrinhos**. São Paulo: M. Books, v. 2, 1995.

MCCLOUD, Scott. **Reinventando os quadrinhos**. São Paulo: M. Books do Brasil Editora Ltda, 2006.

MCCOMAS, William F.; OLSON, Joanne K. The nature of science in international

science education standards documents. In: **The nature of science in science education**. Springer Netherlands, 1998. p. 41-52.

MILLER, Jon D. Scientific literacy: A conceptual and empirical review. **Daedalus**, p. 29-48, 1983.

PEREIRA, Andréia Silva et al. Um estudo exploratório das concepções dos alunos sobre a Física do ensino médio. **Simpósio Nacional de Ensino de Física**, v. 17, p. 1-12, 2007.

PARKER, Walter C.; HESS, Diana. Teaching with and for discussion.**Teaching and teacher education**, v. 17, n. 3, p. 273-289, 2001.

PIAGET, Jean. **Estudos sociológicos**. Rio de Janeiro: Forense, 1973.

RAMOS, Paulo. **A leitura dos quadrinhos**. Editora Contexto, 2010.

REIS, P. **A escola e as controvérsias sociocientíficas**: Perspectivas de alunos e professores. Lisboa: Escolar Editora, 2008.

RESSEL, Lúcia Beatriz et al. O uso do grupo focal em pesquisa qualitativa. **Texto & Contexto-Enfermagem**, v. 17, n. 4, p. 779-786, 2008.

ROSA, Vivian Leyser da et al. **Genética Humana e Sociedade**: conhecimentos, significados e atitudes sobre a ciência da hereditariedade na formação de profissionais de saúde. 2000. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

SANMARTÍN, J. (1990) **Tecnología y Futuro Humano**. Barcelona: Anthropos.

SAREWITZ, Daniel. **Frontiers of illusion: Science, technology, and the politics of progress**. Temple University Press, 1996.

SCHLEMMER, Eliane. Projetos de Aprendizagem Baseados em Problemas: uma metodologia interacionista/construtivista para formação de comunidades em Ambientes Virtuais de Aprendizagem. **Colabor@-A Revista Digital da CVA-RICESU**, v. 1, n. 2, 2010.

SOUZA, Eduardo Oliveira Ribeiro de. **Física em Quadrinhos**: Uma abordagem de ensino. 2014. Dissertação de Mestrado. Instituto Oswaldo Cruz.

SOUZA, Eduardo Oliveira Ribeiro de; VIANNA, Deise Miranda. Usando física em quadrinhos para discutir a diferença entre inversão e reversão da imagem em um espelho plano. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 3, p. 601-613,

2014.

SOUZA, Eduardo Oliveira Ribeiro de; VIANNA, Deise Miranda. Reflexões sobre o uso de histórias em quadrinhos para promover o discurso na aula. In IX ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2013, Águas de Lindóia. **Atas**... Águas de Lindóia, ABRAPEC, 2013. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R1028-1.pdf> Acesso em: 18 de jun. de 2015.

THUILLIER, Pierre. O contexto cultural da ciência. **Ciência Hoje**, v. 9, n. 50, p. 18-23, 1989.

VACCAREZZA, Leonardo Silvio. Ciência, tecnologia e sociedade: o estado da arte na América Latina. Santos LW. et al. In: **Ciência, tecnologia e sociedade: o desafio da interação**. Londrina: IAPAR, 2004. Disponível em espanhol em: <http://rieoei.org/oeivirt/rie18a01.htm> Acesso em: 18 de jun. de 2015.

YIN, Robert K. **Case study research: Design and methods**. Sage publications, 2002.