



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

FABIANO ANTUNES

**NATUREZA DA CIÊNCIA OU DA TECNOCIÊNCIA?
CONCEPÇÕES DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO**

Londrina
2007

FABIANO ANTUNES

**NATUREZA DA CIÊNCIA OU DA TECNOCIÊNCIA?
CONCEPÇÕES DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação, em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Educação Matemática.

Orientador: Profa. Dra. Rosana Figueiredo Salvi.

Londrina
2007

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

A636n Antunes, Fabiano
Natureza da ciência ou da tecnociência? : concepções de alunos do ensino médio / Fabiano Antunes. – Londrina, PR: UEL, 2007.
154 f. ; 30 cm.

Orientador: Profª. Drª. Rosana Figueiredo Salvi.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Londrina
Bibliografia.

1. Ciências – Estudo e ensino. 2. Alunos – aprendizagem. I. Salvi, Rosana Figueiredo. II. Universidade Estadual de Londrina. III. Título.

CDD 22. ed. 507
CIP – NBR 12899

FABIANO ANTUNES

**NATUREZA DA CIÊNCIA OU DA TECNOCIÊNCIA?
CONCEPÇÕES DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação, em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Educação Matemática.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Rosana Figueiredo Salvi
Universidade Estadual de Londrina

Prof. Dr. Álvaro Lorencini Júnior
Universidade Estadual de Londrina

Prof. Dr. Pedro Guilherme Rocha dos Reis
Escola Superior de Educação do Instituto
Politécnico de Santarém - Portugal

Londrina, 18 de setembro de 2007.

A minha esposa Luciane.

Ao meu filho Raphael.

Aos meus pais Flori e Bernadete

Dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me guiar durante toda essa jornada que é a vida. Há algum tempo desejava prosseguir nos estudos e sei que para tudo há um momento certo, e agora é a hora de olhar para traz e dizer: Obrigado Senhor!

À amada da minh'alma, Luciane. Que pessoa maravilhosa que soube me apoiar, e posso dizer que foi a principal responsável por me ajudar a escolher trilhar o caminho da pós-graduação em Ensino de Ciências. Agradeço pela sua compreensão e pelo amor que demonstrava (e demonstra) por mim, fazendo com que "meu tanque" estivesse cheio para jamais desanimar.

Ao meu filho Raphael que me recebia entusiasmado quando eu voltava de viagem, deixando-me ainda mais contente.

Aos meus pais que sacrificaram muito de suas vidas para dar a mim o estudo, e principalmente a vida. Obrigado pela doação de vocês. Quero honrá-los por isso.

Agradeço a minha orientadora, professora Rosana, pelo apoio dado ao trabalho e, principalmente, por demonstrar tamanha humildade e confiança. Sem isso, não seria possível desenvolver esta pesquisa.

Ao professor Glenn Ainkenhead por ceder artigos "históricos" que foram importantíssimos para esta pesquisa. Descobri nele uma pessoa acessível.

Agradeço ao professor Pedro Reis pelos artigos (alguns deles, também "históricos") e estímulo dado ao projeto. Principalmente pela simplicidade demonstrada ao longo das sugestões dadas a este trabalho. Obrigado.

Ao professor Álvaro pela clareza demonstrada, tanto nas aulas que tive o prazer de participar como aluno, quanto nas observações e sugestões dadas a este trabalho.

Agradeço aos professores Sérgio de Araújo Ladário e Valentin Fernandes pelo encorajamento dado a pesquisa educacional.

Agradeço a meus colegas de Mestrado, em especial ao Fábio e à Meiri. Quão bom foi passar este tempo com pessoas tão legais quanto vocês!

A todos que passaram pela minha vida, meu muito obrigado.

Como todos os jovens eu decidi ser um gênio.
Mas felizmente o riso interveio.

Cléa - Lawrence Durrell

ANTUNES, Fabiano. **Natureza da Ciência ou da Tecnociência? Concepções de alunos do Ensino Médio**. 2007. 155f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2007.

RESUMO

A Natureza da Ciência tem sido pesquisada por diversos autores junto a alunos das mais diversas faixas etárias e níveis de escolarização. Porém, será que os alunos referem-se à Natureza da Ciência da mesma forma como os pesquisadores a entendem? Segundo Acevedo (1997) quando se trata de ciência moderna, trata-se muitas vezes não de uma Ciência acadêmica, mas sim de uma Tecnociência. Investigações a respeito da Natureza da Ciência (NdC) realizadas no século passado tinham atenção quase exclusiva aos traços característicos da natureza da Ciência acadêmica dominante. Isso, sem ter em conta que desde o último quarto do século XX uma boa parte da Ciência é Tecnociência e a sua natureza não responde aos mesmos padrões (ACEVEDO et. al., 2005). De acordo com Thomas (1997), algumas pesquisas têm revelado que a imagem pública da Ciência é determinada pelas questões sócio-científicas mais recentes. Questões controversas, como a utilização ou não de células tronco embrionárias e o plantio de transgênicos, têm sido alvo de repetidas reportagens tanto televisivas quanto impressas. Tais reportagens podem, então, contribuir para uma visão distorcida da Ciência em geral, dependendo de como a informação é tratada e transmitida a todo o público. Nesse sentido, a atual pesquisa propõe-se a investigar se as concepções trazidas pelos alunos sobre a Ciência, referem-se mais propriamente à Tecnociência. Também foi investigado se os alunos consideram a Ciência como universal ou influenciada por valores sociais e que características eles relacionam aos cientistas. Os dados foram tratados por meio da triangulação entre histórias de ficção científica escritas pelos alunos, e as respostas dadas por eles em questionários abertos. Os resultados encontrados apontam: os alunos pesquisados entendem a Ciência como uma Tecnociência; a visão de cientista é, em grande parte, estereotipada; a maioria dos alunos que considera a Ciência como universal (aproximadamente 50%), possui uma concepção ingênua da atividade científica, enquanto a maioria que a considera como influenciada por valores sociais (outros 50%) possuem uma concepção mais adequada de Ciência.

Palavras-chave: Concepções. Natureza da ciência. Tecnociência. Valores sociais.

ANTUNES, Fabiano. **Natureza da Ciência ou da Tecnociência? Concepções de alunos do Ensino Médio**. 2007. 155f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2007.

ABSTRACT

The Nature of Science has been researched by several authors close to students of the several age and grades. Even so, will it be that the students refer to Nature of Science in the same way how the researchers understand it? According to Acevedo (1997) when it is modern science, it's not a lot of times an academic Science, but a Technoscience. Investigations regarding the Nature of Science (NoS) accomplished last century had almost exclusive attention to the characteristic of the nature of the dominant academic Science. Without considering that since last quarter of the 20th century, a most part of the Science is Technoscience and its nature doesn't answer to the same patterns (ACEVEDO et. al., 2005). According Thomas (1997), some researches have been revealing that the public image of the Science is determined by the more recent socio-scientific events. Controversial events, as the use, or not, of embryonic stem cells and the transgenic plantation, have been focused repeatedly by television's reports and papers. Such reports can contribute for a distorted vision of the Science, depending how the information is transmitted to the whole public. In this way, the aim of this research is to investigate if the student's conceptions about the Science are more properly according to Technoscience. It was also investigated if the students consider the Science as universal or influenced by social values and that characteristics they relate the scientists. The data were treated by triangulation among histories of scientific fiction written by the students, and the answers given by them in open-ended questionnaires. The results show: the researched students understand the Science like a Technoscience; the concept of scientists is, largely, stereotyped; most of the students that considers the Science as universal (approximately 50%), possesses a ingenuous conception of the scientific activity, while most of that considers it as influenced by social values (other 50%) possess an appropriate conception of Science.

Keywords: Conceptions. Nature of the science. Technoscience. Social values.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	35
Figura 2	89
Figura 3	98
Figura 4	104
Figura 5	111
Figura 6	116
Figura 7	121
Figura 8	125
Figura 9	130
Figura 10	135
Figura 11	139
Figura 12	142

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	44
Tabela 2	46
Tabela 3	88
Tabela 4	91
Tabela 5	93
Tabela 6	96
Tabela 7	100
Tabela 8	102
Tabela 9	103

SUMARIO

CAPÍTULO I	12
1 INTRODUÇÃO	15
2 PROBLEMA	20
3 OBJETIVO GERAL	21
3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
4 TOMADA DE DADOS E METODOLOGIA DO TRABALHO	22
CAPÍTULO II	24
1 CONCEPÇÕES EPISTEMOLÓGICAS CONSIDERADAS ADEQUADAS NESTE TRABALHO	26
1.1 CONCEPÇÃO EPISTEMOLÓGICA I – CIÊNCIA.....	26
1.2 CONCEPÇÃO EPISTEMOLÓGICA II – TECNOLOGIA.....	28
1.3 CONCEPÇÃO EPISTEMOLÓGICA III – TECNOCIÊNCIA E A BIOTECNOLOGIA.....	29
2 O MOVIMENTO CTS E O ENSINO DA NATUREZA DA CIÊNCIA	32
2.1 ASPECTOS DE UM CURRÍCULO BASEADO NO MOVIMENTO CTS.....	34
2.2 QUAL A NATUREZA DA CIÊNCIA QUE DEVE SER ENSINADA E PARA QUÊ?.....	39
2.3 REVISÃO GERAL SOBRE PESQUISAS REALIZADAS NO DOMÍNIO DAS CONCEPÇÕES ACERCA DA NATUREZA DA CIÊNCIA - DOS INSTRUMENTOS.....	49
2.3.1 Test on Understanding Science – TOUS.....	51
2.3.2 Science Process Inventory – SPI.....	52
2.3.3 Wisconsin Inventory of Science Process – WISP.....	53
2.3.4 Nature of Science Scale – NOSS.....	53
2.3.5 Test on the Social Aspects of Science – TSAS.....	54
2.3.6 Views on Science-Technology-Society – VOSTS.....	55
2.3.7 Views of the Nature of Science, Form C - VNOSC e Adaptação para a língua portuguesa.....	57
2.4 REVISÃO GERAL SOBRE PESQUISAS REALIZADAS NO DOMÍNIO CONCEPÇÕES ACERCA DA NATUREZA DA CIÊNCIA – DOS RESULTADOS.....	60
2.4.1 A Utilização de Questionários do Tipo Complete a Frase - O pioneirismo de Mead e Métraux.....	60
2.4.2 A Utilização de Desenhos de Cientistas como Instrumento de Investigação - o DAST.....	63

2.4.3 Diagnóstico das Concepções dos Alunos a Respeito da Atividade Científica por Meio de Histórias de Ficção Científica.....	64
2.4.4 Triangulação entre Histórias de Ficção e o DAST	71
CAPÍTULO III.....	73
1 ETAPAS DA INVESTIGAÇÃO	75
CAPÍTULO IV.....	86
1 CONCEPÇÃO DO GRUPO MAIS AMPLO DE ALUNOS.....	88
2 TRIANGULAÇÃO ENTRE AS HISTÓRIAS DE FICÇÃO CIENTÍFICA E OS QUESTIONÁRIOS.....	105
2.1 Os ESTUDOS DE CASO.....	105
2.2 ANÁLISE GLOBAL DOS CASOS	140
CONSIDERAÇÕES FINAIS	146
REFERÊNCIAS.....	149

Capítulo I

CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A PESQUISA

Uma jornada pessoal...

Quero ser cientista!

Esta frase soava em minha cabeça por volta dos doze anos de idade, quando assistia aos programas de televisão que mostravam cientistas em laboratórios a desenvolver "a cura para doenças até então incuráveis"! - Diga-se de passagem, até hoje pesquisam.

Vidraria, "poções mágicas", curas...era o que me fascinava. Fazer o bem para a humanidade através do meu trabalho. Mas como chegar a realizar meu sonho? Já sei, pensei. Serei um médico. Mas...médico não faz essas coisas. Ele só medica. Eu não. Eu quero é descobrir coisas. Quero mesmo é ser um cientista!

Como é que eu faço? Quando aprenderei esta profissão?

O tempo passou. E quanta coisa aconteceu! A carreira de músico quase me tirou daquele sonho de criança. Mas enfm...faculdade. Tenho contato com a Ciência acadêmica. Agora sim. Mas a vida real não é bem aquela que eu via na televisão! Que decepção! O trabalho era árduo no laboratório, sendo que seguíamos protocolos (dos quais me pergunto até hoje como foram desenvolvidos) para chegar a resultados que não eram "as curas" que eu desejava descobrir. Outro inconveniente era esperar a chegada dos reagentes caríssimos! Como é difícil fazer ciência... Será que é isso que realmente eu quero?

Enfm...deparei-me com outra realidade: a docência. Confesso que foi sem querer que tornei-me professor. Bem...na verdade o fascínio que eu tinha por alguns de meus Mestres no cursinho preparatório para o vestibular me fez querer ser igual a eles. O que mais me chamava a atenção era o entusiasmo com que alguns deles lecionavam! Parecia a melhor coisa do mundo, ser professor. Porém, esqueci-me disso durante os três primeiros anos da faculdade de Biológicas, até que surgiu uma oportunidade: precisa-se de um monitor para um cursinho. ClickJ Sou eu mesmo a pessoa certa, pensei. E aí posso afirmar que me encontrei profissionalmente.

Formatura, docência. E lá vai um professor querendo desmistificar "aquela" ciência que o traiu! Queria ensinar a Ciência tal qual ela é trabalhada. Aquela "de verdade", mas nem eu mesmo a conhecia. Como ensinar algo que não se conhece? Mais um passo é necessário.

Quero ser um pesquisador sobre o ensino de ciências!

Acho que essa frase resume minha decisão de entrar numa pós-graduação voltada à Educação. E que escolha acertada. Como foi bom aprender tantas coisas com pessoas tão especiais que foram meus professores. Quão importante foi entrar em contato com tantas pesquisas e pesquisadores. Principalmente encontrar pessoas que investem no nosso sonho, como foi minha orientadora - a qual, eu prezo muito.

Prezo pelo seguinte: Estudar a Natureza da Ciência era o que me empolgava. E que bom quando alguém diz: "Vai, você tem potencial e no que eu puder te ajudo". Obrigadoprofa. Rosana.

Penso que a principal lição que tive é a seguinte: Estude e busque ser humilde durante a caminhada. É como diz um provérbio: "Tens visto alguém que é sábio aos seus próprios olhos? Pode-se esperar mais do tolo do que dele." (Pv. 26, 12). Não quero desmerecer em nada meu trabalho, apenas afirmo que sou um estudante iniciando na pesquisa e que tenho ainda muito a aprender nessa jornada que, parece-me, não tem fim.

1 INTRODUÇÃO

Formação para a cidadania. Este poderia ser o *slogan* para resumir qual seria o objetivo assumido no Brasil para a escola. É de se esperar que, durante a formação cidadã, haja participação da pessoa na sociedade na qual está inserida. Propondo idéias, questionando, discutindo. Enfim, sendo agente de sua própria história e não apenas objeto.

Neste sentido, a educação brasileira tem caminhado enfocando cada vez mais o exercício da intervenção e julgamento sobre questões do contexto histórico vivido. No ensino médio, por exemplo, as disciplinas escolares, nos Parâmetros Curriculares Nacionais, são reconhecidas em grandes áreas, sendo uma delas a: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Ao agregar ao final "Tecnologias" subentende-se que também são importantes, os conhecimentos das disciplinas que permitam aos alunos intervirem em situações que venham a enfrentar. Confirma-se isso nos PCNEM (1999), onde se refere:

"Ao se denominar a área como sendo não só de Ciências e Matemática, mas também de suas Tecnologias, sinaliza-se claramente que, em cada uma de suas disciplinas, pretende-se promover competências e habilidades que sirvam para o exercício de intervenções e julgamentos práticos." (BRASIL, Parte III, p. 6, 1999)

Para o exercício de intervenção e julgamentos práticos é necessário que se conheça a natureza da Ciência / Tecnologia, isto é, a epistemologia desses saberes. Segundo Abd-El-Khalick, Bell e Lederman (1998), geralmente a designação Natureza da Ciência refere-se à Ciência como uma forma de conhecimento ou aos valores e crenças inerentes ao desenvolvimento do conhecimento científico.

Podemos acrescentar ainda que o conhecimento da Natureza da Ciência, a que se refere a formação cidadã, não deve abster-se da epistemologia da Ciência e da Tecnologia. Ou ainda, a epistemologia da Tecnociência.

Com relação à Natureza da Ciência, esta tem sido pesquisada por diversos autores junto a alunos das mais diversas faixas etárias e níveis de escolarização. Porém, será o caso dos alunos referirem-se a Natureza da Ciência da mesma forma como os pesquisadores a entendem? Segundo Acevedo (1997)

quando se trata de Ciência moderna, trata-se muitas vezes não de uma Ciência acadêmica, mas sim de uma Tecnociência.

Investigações a respeito da Natureza da Ciência (NdC) realizadas no século passado tinham atenção quase exclusiva aos traços característicos da Natureza da Ciência acadêmica dominante, sem ter em conta que desde o último quarto do século XX uma boa parte da ciência é Tecnociência e a sua natureza não responde aos mesmos padrões (ACEVEDO et. al., 2005).

De acordo com Thomas (1997) algumas pesquisas têm revelado que a imagem pública da ciência é determinada pelas questões sócio-científicas mais recentes. Questões sócio-científicas controversas, como a utilização ou não de células tronco embrionárias e o plantio de transgênicos, têm sido alvo de repetidas reportagens tanto televisivas quanto impressas. Tais reportagens podem, então, determinar uma visão distorcida da ciência em geral, dependendo de como a informação é tratada e transmitida a todo o público.

Existe a convicção de que o conhecimento da Natureza da Ciência encoraja os alunos a apreciarem a ciência como um empreendimento humano com história, aventuras, personalidades, dramas, disputas, controvérsias, criatividade, normas e princípios éticos (DRIVER; LEACH; MILLAR; SCOTT, 1996).

Embora o conhecimento da Natureza da Ciência não tenha sido evidenciado (REIS; GALVÃO, 2006; VÁZQUEZ, A.; MANASSERO, M., 1999) a influência da mídia e a ausência de uma discussão crítica, por parte da escola, têm sido consideradas como responsáveis por uma concepção de ciência estereotipada (REIS, 2004).

A presente pesquisa, sobre as concepções da Natureza da Ciência pode ser considerada como concepções da Natureza da Tecnociência, dado que, ao longo de todo o trabalho, as relações científicas e tecnológicas estão intimamente relacionadas nas concepções dos alunos investigados. Tal investigação na educação básica é necessária na atual situação em que o Brasil e, mais especificamente, o Paraná, se encontra. Questões sócio-científicas como: o plantio dos transgênicos, utilização de células-tronco, veiculadas pela mídia, podem ter impactado os alunos nas suas concepções sobre a Natureza da Tecnociência e dos cientistas de forma geral.

Nesse sentido, a atual pesquisa propõe-se a investigar se as concepções trazidas pelos alunos sobre a Ciência, referem-se mais propriamente à

Tecnociência. Também objetivou-se buscar quais concepções eles demonstram sobre os cientistas e sua atividade e se consideram a Ciência como universal ou influenciada por valores sociais. Alguns estudiosos afirmam que a ciência é impregnada por valores sociais e culturais (GIL-PÉREZ et al, 2001; KROPF; LIMA, 1999). Isto é, a ciência reflete os valores sociais e políticos, as suposições filosóficas e as normas intelectuais da cultura na qual ela é praticada. Outro investigador, Lacey (1998) afirma que a Ciência é caracterizada por seus valores cognitivos e que a influência que recebe da sociedade seria mais com relação as metodologias empregadas e aplicações, não na escolha de teorias.

Nesta investigação são consideradas concepções de Ciência não ingênuas aquelas que explicitam as influências sociais sobre o empreendimento científico e também aquelas que demonstram conhecimento sobre os aspectos universais da Ciência, a saber: os valores cognitivos.

O trabalho está organizado da seguinte forma:

O capítulo I trata da introdução posicionando o tema desta investigação num quadro mais amplo da área de Ensino de Ciências. Também são apresentadas neste capítulo, as questões que formam o problema de pesquisa e os objetivos geral e específicos.

O capítulo II trata do referencial teórico, o qual inicia com as concepções epistemológicas consideradas adequadas nesta investigação. Não é simplesmente a definição de termos. Mais do que isso. É a abrangência de algumas concepções encontradas na literatura sobre Ciência, Tecnologia, Tecnociência e Biotecnologia. Tais posicionamentos assumidos aqui são importantes para que não haja má interpretação do que aqui escrevemos. Por exemplo: quando abordamos o tema Ciência (e não Tecnociência) não consideraremos a produção de artefatos como sendo o seu fim. A mesma postura é assumida com cada termo citado acima.

Com relação ao tema epistemológico I (Ciência) abordamos também os valores associados à prática científica com referencial em Kuhn e Lacey. Tal abordagem serviu-nos para compreender os valores relatados pelos alunos quando questionados sobre a universalidade da Ciência.

A seguir fazemos uma revisão geral sobre as pesquisas realizadas com enfoque em Ciência, Tecnologia e Sociedade (adiante CTS). A descrição das pesquisas relacionadas tem dois propósitos. Primeiro, retratar diversas metodologias já empregadas (não todas) para enquadrar a metodologia desta investigação em um

quadro mais amplo. Segundo, retomar resultados já encontrados por pesquisas sobre concepções sobre a Natureza da Ciência (ora a atividade científica, o cientista, a tecnologia) para podermos comparar nossos resultados com os encontrados em outras investigações. Ao final do capítulo II tratamos a respeito do movimento CTS e o ensino da Natureza da Ciência.

Reservamos o capítulo III para apresentarmos os procedimentos metodológicos. Neste capítulo é apresentada a validação do instrumental (questionário, requerimento de histórias de ficção científica) bem como foram tratados os dados.

O capítulo IV trata dos resultados e da sua discussão. São apresentados primeiramente os dados (e discussão) do grupo mais amplo de alunos. As análises referem-se do deste referem-se às questões 1.4, 2.1 e 2.7 que são:

- 1.4 Você acredita que os cientistas são tal e qual você os descreve? Defenda seu ponto de vista.
- 2.1 Em sua opinião, os cientistas possuem certas características que os distinguem do resto da população? Quais são suas características?
- 2.7 Algumas pessoas afirmam que a ciência é impregnada por valores sociais e culturais. Isto é, a ciência reflete os valores sociais e políticos, as suposições filosóficas e as normas intelectuais da cultura na qual ela é praticada. Outras pessoas afirmam que a ciência é universal. Isto é, a ciência transcende as fronteiras nacionais e culturais e não é afetada por valores sociais, políticos e filosóficos e pelas normas intelectuais da cultura na qual ela é praticada. A) Se você acredita que a ciência reflete valores sociais e culturais, explique por que e como. Defenda sua resposta com exemplos. B) Se você acredita que a ciência é universal, explique por que e como. Defenda sua resposta com exemplos.

Já a segunda parte do capítulo IV refere-se aos estudos de caso, os quais são sete no total. Nestes são analisadas todas as respostas dadas ao questionário, seguido da triangulação destas com as histórias de ficção científica escritas por eles. Ao final foram elaborados os mapas conceituais que resume cada caso e é feita uma análise global dos casos com base em tais mapas.

No capítulo V apresentamos as considerações finais e questões de investigação que surgiram a partir deste trabalho. Finalmente, o capítulo VI traz as referências bibliográficas utilizadas neste estudo.

2 PROBLEMA

As concepções dos alunos a respeito da Ciência são concepções de Tecnociência?

Que concepções a respeito dos cientistas e da prática científica os alunos de ensino médio possuem e quais as suas origens?

A Ciência, na visão do aluno, é universal ou influenciada pela sociedade?

3 OBJETIVO GERAL

Investigar que concepções a respeito da atividade científica os alunos apresentam por meio da triangulação entre histórias de ficção científica escritas por eles e aplicação de questionário.

3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Buscar se as concepções sobre Ciência que os alunos do ensino médio apresentam estão mais relacionadas à Tecnociência do que a Ciência acadêmica.
2. Investigar que características os alunos associam aos cientistas.
3. Investigar se os alunos consideram a Ciência como universal ou influenciada por valores sociais e por que a consideram como tal.
4. Investigar se as histórias de ficção científica escrita pelos alunos podem explicitar concepções sobre ciência que vão além de indícios.

4 TOMADA DE DADOS E METODOLOGIA DO TRABALHO

Foram investigadas as concepções de alunos acerca da atividade científica por 3 turmas da 2ª série do Ensino Médio. O número total foi de 80 (oitenta) alunos, tanto para os questionários quanto para a elaboração das ficções científicas.

Foram cumpridas as seguintes etapas nesta investigação:

- Encontro com a direção da escola pesquisada e esclarecimento da pesquisa proposta

Neste encontro foram relatados os objetivos do projeto: investigar as concepções sobre o empreendimento científico. O pesquisador faz parte do corpo docente, o que facilitou o andamento da pesquisa, pois já havia um conhecimento sobre a cultura escolar: direção, ambiente e características dos alunos.

- Encontro com os alunos e solicitação das redações:

Foi solicitada a entrega por parte dos alunos de uma redação com uma história de ficção científica. Para a análise de conteúdo das redações, foi usado como referencial Bardin (1994) e La Ville e Dione (1999). Os textos foram lidos na íntegra e posteriormente lidos juntamente com o questionário respondido pelo aluno.

- Leitura das redações e clarificação.

Para clarificação das redações, foi utilizado um instrumento na forma de questionário. Este consta de uma série de perguntas sobre a história de ficção, buscando separar o que o aluno considera como "imaginativo" daquilo que ele considera real.

Para estudar a correspondência entre aquilo que o aluno escreve em sua história de ficção científica e aquilo que ele acredita (suas concepções a respeito da atividade científica), foram analisados seus questionários, principalmente as 4 (quatro) primeiras questões, as quais são perguntas direcionadas a própria história. As demais questões serviram para confirmar tal correspondência.

- Confeção e validação do questionário

A confeção do questionário teve como base um outro: o questionário Q1 e a guia de perguntas para entrevista, elaborada por Reis (2004), com adaptações da versão em português de Portugal para o português do Brasil.

Capítulo II

EM BUSCA DE UM REFERENCIAL TEÓRICO

Ao buscarmos fundamentos teóricos sobre a investigação de concepções sobre a natureza da ciência apresentada por alunos, nos deparamos com um campo fértil de debates que vai desde o movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade, até as discussões na área de Filosofia e de Sociologia da Ciência.

Diante de tal universo de pesquisas, nos empenhamos em levantar aquelas que tratavam mais diretamente do tema desta investigação. Assim, construímos nosso referencial a partir do estudo de pesquisas já realizadas, nestes dois campos do conhecimento, que serviram de guia e inspiração para construirmos nossa metodologia. Elas serão aqui explicitadas, com o intuito de nos orientar na pesquisa, bem como demonstrar as dificuldades, os problemas que surgem quando se depara com este tipo de investigação e as metodologias que acompanham tais estudos. Dividimos o capítulo em dois grandes grupos, de acordo com as temáticas:

- Movimento CTS e o ensino da natureza da ciência;
- Domínio das concepções acerca da natureza da ciência.

Antes, porém, faz-se necessário um posicionamento sobre as concepções de ciência, tecnologia, tecnociência e biotecnologia, tratadas em nossa pesquisa.

1 CONCEPÇÕES EPISTEMOLÓGICAS CONSIDERADAS ADEQUADAS NESTE TRABALHO

Importante que descrevamos aqui o que consideramos como Ciência, Tecnociência e Biotecnologia para não haver confusão de termos, pois muitas vezes são utilizados como sinônimos.

1.1 CONCEPÇÃO EPISTEMOLÓGICA I - CIÊNCIA

Quando o tema Natureza da Ciência é focado, abarca-se também a comunidade científica, pois é ela quem define a natureza do seu trabalho. Numa perspectiva kuhniana, deve-se atentar para os valores compartilhados pela comunidade científica dentro de um determinado período histórico. São estes valores compartilhados que acabam por caracterizar o trabalho do cientista (KROPF; LIMA, 1999).

Não seria correto considerar a Ciência, dentro de uma pesquisa normal, como aquela comprometida com a busca de grandes novidades, seja no domínio dos conceitos, seja no domínio dos fenômenos (KUHN, 2006, p. 57). Mais do que a busca dessas novidades, a comunidade científica procura elaborar uma agenda de perguntas pertinentes a serem pesquisadas tendo em vista o paradigma¹ vigente para tal comunidade. Ou seja, os problemas de pesquisa, para a comunidade científica, só possuem valor de pesquisa se podem ser pesquisados de acordo com aquilo que é partilhado pelos cientistas de uma determinada área do conhecimento. Ou seja, são válidos segundo as crenças, princípios e normas compartilhados por esta coletividade (KROPF; LIMA, 1999).

Uma visão moderna do que seja a Natureza da Ciência pressupõem considerar, além dos valores cognitivos presentes nela, os valores pessoais e sociais como importantes moduladores da atividade científica, a qual é uma atividade humana e, por isso, provisória, política, não-neutra. Também há que se

¹ Entende-se nesse trabalho o paradigma como aquilo que os membros de uma comunidade partilham (KUHN, p. 221).

ênfatizar a busca da sistematização do conhecimento, do rigor nos seus métodos e um constante questionamento a respeito dos fenômenos apresentados no mundo.

A busca em se conceituar a Ciência não é um trabalho fácil. Chalmers (1993) em seu livro - intitulado *O que é Ciência afinal?* - descreve que muitas áreas de estudo são consideradas por diferentes pessoas como Ciência. Ciência Política, Ciências Sociais são exemplos de termos que se utilizam da palavra Ciência, demonstrando a amplitude na qual ela é utilizada no dia a dia.

Não é o caso do presente estudo investigar se a palavra Ciência está sendo utilizada corretamente, pois estaríamos então perdendo o foco da investigação. Porém, é necessário que coloquemos nosso posicionamento quanto o que consideramos Ciência.

Consideramos Ciência como uma atividade social, caracterizada pela alta expressão de valores cognitivos² na escolha de teorias. Essa abordagem encontra em Lacey (1998) e Kuhn (1994) seu embasamento teórico quando trata da pesquisa científica. Outra concepção que assumimos aqui é no que diz respeito ao fim da Ciência: a produção de conhecimento (LACEY, 1998).

Para Lacey (2003) existem três momentos-chave na pesquisa científica nas quais é preciso fazer escolhas:

- Adotar uma estratégia (ou regras metodológicas);
- Aceitar teorias;
- Aplicar o conhecimento científico.

Os valores sociais, para Lacey, só podem ter papel legítimo no primeiro e no terceiro momento-chave, porém não no segundo. Neste, apenas os valores cognitivos e os dados empíricos seriam essenciais.

Nesse sentido, Lacey considera que estar a serviço de interesses favorecidos por valores sociais não pode ser considerado um valor cognitivo. Isto é, não é caráter que define a Ciência, embora possa ser encontrado com bastante frequência na Ciência moderna.

Reafirmamos que o conceito de Ciência usado nessa investigação não é o único possível de ser feito. Ziman (1981) já afirmara que quanto mais

² Valores cognitivos são critérios a serem satisfeitos por uma boa teoria científica, sendo constitutivos da Ciência. Lacey elabora uma lista de valores cognitivos que abrange: adequação empírica, consistência, simplicidade, fecundidade (dá origem a novas questões), poder explicativo, certeza (a estrutura dedutiva da teoria) (LACEY, 1998).

profundamente estudamos a história da Ciência, menos distinguimos os padrões e princípios que a definem. Não é de se espantar então que tanto se fala hoje em Ciência e uma questão pode levantar então: De que Ciência estamos falando? É exclusividade da Física, Química e da Biologia? E as Ciências sociais, são ciências?

1.2 CONCEPÇÃO EPISTEMOLÓGICA II - TECNOLOGIA

Para Santos e Mortimer (2002) a tecnologia pode ser compreendida como o conhecimento que nos permite controlar e modificar o mundo.

Para Borgmann *apud* Cupani (2004) a tecnologia está tão intrínseca ao cotidiano, que passa despercebida. Para aqueles que têm contato contínuo com tecnologias, tais como computador, telefone, controle remoto, relógio, os utiliza tão naturalmente como se fosse parte do próprio corpo. A tecnologia, para este autor ainda:

*"...promete-nos alívio de tarefas penosas, esperança de termos uma relação mais rica com o mundo graças à afluência de dispositivos; ela responde à nossa impaciência com coisas que exigem cuidado e reparação, ao nosso desejo de fornecer a nossos filhos o melhor desenvolvimento, e à vontade de nos afirmarmos na existência adquirindo bens que inspiram respeito."(BORGSMANN *apud* CUPANI, 2004. p. 504).*

Consideramos então, para a presente investigação, o conceito de Tecnologia, como a promessa de se facilitar um determinado trabalho, um fim específico. Também a consideramos como um conhecimento que nos permite controlar e modificar o mundo. Outras definições podem ser encontradas se for levada em conta uma discussão filosófica que há sobre a Tecnologia em uma perspectiva analítica ou ainda fenomenológica (OLIVEIRA, 2003). Porém, as definições aqui apresentadas são suficientes para servir de balizador para este estudo.

1.3 CONCEPÇÃO EPISTEMOLÓGICA III - TECNOCIÊNCIA E A BIOTECNOLOGIA

O conceito de Ciência pode ser entendido independentemente se há ou não utilização da Tecnologia por parte dos cientistas ou se o produto (ou resultados) da atividade científica irá gerá-la, sendo considerada como Ciência acadêmica aquela cujos resultados não geram necessariamente aplicações específicas (tecnologias).

Esta Ciência básica ainda persiste nas Universidades, mas tem sido amplamente substituída pela Ciência com fins práticos, isto é, tecnológicos. Acevedo (1997) afirma que a Ciência acadêmica, na atualidade, está cada vez mais sendo dirigida pelas finalidades tecnológicas. Este mesmo autor afirma que, para a imensa maioria dos cidadãos, a Ciência é um dos componentes do complexo denominado Tecnociência.

Porém, não podemos negar a contribuição que a Ciência básica tem concedido em termos de conhecimentos gerados para a comunidade científica e também na possibilidade futura de que tal conhecimento possa ser aplicado na prática. Ziman (1981), por exemplo, cita a história do desenvolvimento do eletromagnetismo. Segundo este autor, Faraday (um estudioso da metade do século XVIII e XIX) estava interessado em entender as relações entre a eletricidade e o magnetismo. Porém, só depois de 50 anos houve exploração técnica em larga escala desse conhecimento científico para a iluminação pública com utilização da lâmpada elétrica.

Todavia haja essa contribuição histórica da Ciência básica, a Tecnologia e a Ciência estão tão intimamente relacionadas atualmente que, na prática, torna-se difícil entendê-las separadamente. Oliveira (2003) afirma que, por uma perspectiva histórica, a Ciência e a Tecnologia vieram a se amalgamar dando origem a Tecnociência, sendo esse processo parte integrante do processo maior de desenvolvimento do capitalismo.

A tese da Tecnociência (Ibbidem) em sua versão mais forte considera que, embora abstratamente seja possível distinguir Ciência da Tecnologia, na prática é impossível separá-las.

O que sustenta tal tese é a relação dialógica entre os domínios científico e tecnológico. Vejamos. Não só a Ciência fornece recursos teóricos para o

desenvolvimento de Tecnologia. Esta também é necessária para o desenvolvimento da Ciência atual ao fornecer computadores, os quais podem fazer cálculos estatísticos com muitas variáveis, sendo que sem tais máquinas muitas pesquisas científicas não sairiam do papel, por questões de tempo, por exemplo. No campo da Biologia podemos citar a importância que teve a presença do microscópio para o desenvolvimento de um campo científico denominado Biologia Celular. Na Genética molecular, outro campo da Biologia, como foi importante a utilização de aparelhos que pudessem dar recursos empíricos para que Watson e Crick pudessem elaborar o modelo do DNA que é hoje amplamente utilizado. Outros exemplos poderiam ser acrescentados sobre a interdependência entre Ciência e Tecnologia na atualidade.

Oliveira (2003) acrescenta ainda que existe uma segunda razão para sustentar a tese da Tecnociência: a valorização que se tem dado a Ciência pelo seu potencial de gerar aplicações. O ideário neoliberal, na alocação de fundos para a pesquisa, exige cada vez mais justificativas que denotem as aplicações tecnológicas visadas, diminuindo ainda mais o terreno da Ciência básica. Para este autor, o mais alto grau de fusão entre Tecnologia e Ciência é observado na *Biotecnologia*.

A Biotecnologia é considerada então como o mais alto grau de expressão do que vem a ser uma Tecnociência.

Hugh Lacey tem sido um pesquisador que freqüentemente aborda a Biotecnologia (inclusive utilizando o neologismo Tecnociência) em vários artigos tais como:

- *As sementes e o conhecimento que elas incorporam.* (LACEY, 2000). Trata a respeito dos transgênicos;
- *Existe uma distinção relevante entre valores cognitivos e sociais?* (LACEY, 2003). Aborda a importância dos valores cognitivos na prática científica, a influência dos valores sociais e também a agroecologia como uma frente de pesquisa alternativa à biotecnologia.
- *O princípio da precaução e a autonomia da ciência.* (LACEY, 2006). Enfoca a importância do controle social sobre a Biotecnologia.

Nos três artigos citados acima podemos observar que Lacey tem constantemente abordado a questão tecnocientífica.

Concordamos com este autor sobre a necessidade da Tecnociência (como é o caso da Biotecnologia) ter controle social (LACEY, 2006). Para ele, antes

de serem implementadas as inovações tecnocientíficas, precauções especiais devem ser tomadas e pesquisa detalhada e de largo alcance deve ser realizada sobre os riscos potenciais dessas inovações.

2 O MOVIMENTO CTS E O ENSINO DA NATUREZA DA CIÊNCIA

É inegável a presença da Ciência e da Tecnologia no cotidiano. Suas aplicações na indústria de alimentos, energia e saúde estão presentes em tão alto grau que fazem parte da nossa vida, passando quase que despercebidas. A confiança que a sociedade tem depositado sobre esses ramos chega ao ponto de, como afirmam Santos e Mortimer (2002), serem tratadas como divindades. A lógica do comportamento humano passa a ser a lógica da tecnologia e as razões da Ciência, as suas razões.

O movimento CTS (*Ciência - Tecnologia - Sociedade*) surgiu como movimento social em resposta ao agravamento de problemas ambientais decorridos nas décadas de 60 e 70 (CUTTCLIFFE, 1990). Até então a ciência era considerada como uma atividade neutra onde se depositava uma confiança cega nos seus resultados positivos (MORTIMER; SANTOS, 2001) e sendo neutra, a ciência poderia, por si só, garantir respostas independentemente dos valores dos cientistas e da sociedade.

O questionamento dessa "neutralidade" fez com que a ciência fosse vista como um empreendimento social e, como tal, passível de influências político-ideológicas, econômicas e dos valores assumidos pelos envolvidos com a atividade científica.

Não só houve o questionamento da ciência. Também a alteração do *status quo* da educação sobre a ciência tem sido o objetivo de educadores de todo o mundo (AIKENHEAD, 2003). O objetivo do novo currículo para o ensino da ciência pode ser considerado então como centrado no desenvolvimento de conhecimentos, capacidades e atitudes úteis para a vida diária dos alunos. Tal currículo ocupa-se com a responsabilidade social em processos coletivos de tomada de decisão sobre assuntos relacionados com ciência e tecnologia (AIKENHEAD, 2000).

Com relação ao Brasil, esta visão não neutra da Ciência, segundo Krasilchik (1987) começou a ser incorporada nos currículos na década de 1970. A Ciência passaria, então, a ser considerada como produto do contexto econômico, político e social. A autora afirma que na década de 1980, a renovação do ensino de ciências passou a se orientar pelo objetivo de analisar as implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico.

Dos anos de 1980 até o final dos anos de 1990, a concepção de Ciência, como produto social, ganhou cada vez mais força. Tanto que o próprio ensino das Ciências objetiva a aplicação dos conhecimentos científicos / tecnológicos dentro da realidade social. Isso pode ser verificado, por exemplo, nas Leis de Diretrizes e Bases No. 9.394, de 1996 (LDB, 9.394). Nela, afirma-se que a educação escolar deve vincular-se ao mundo do trabalho e à prática social. Essa busca da preparação para o exercício da cidadania reflete aquilo que o movimento CTS, de forma semelhante, já vem enfatizado. Um ensino de Ciências que não apenas prepare futuros cientistas, mas que também dê o instrumental para que os alunos possam participar autonomamente da sociedade, analisando as questões sócio-científicas controversas, as influências dos valores pessoais e sociais sobre a prática científica e tomando decisões junto à coletividade.

Com relação a essa nova concepção de Ensino Médio, percebe-se que, desde 1998, o Governo Federal o tem sistematicamente avaliado por meio de uma prova que é caracterizada pela interdisciplinaridade e contextualização: o ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio). Este tem como principal objetivo avaliar o desempenho dos alunos ao final do Ensino Médio para aferir o desenvolvimento das competências consideradas fundamentais para exercer a cidadania. A própria estruturação do ENEM tem como ponto de partida o documento LDB 9.394 e, como consequência, busca refletir aquilo que foi assumido naquela lei e também reflete concepções do movimento CTS. Podemos verificar que, no próprio ENEM, em sua "estrela de 5 pontas", contendo as competências e habilidades, há conceitos que o movimento CTS também almeja que o aluno venha a apresentar. Por exemplo: na competência II (construir e aplicar conceitos das várias áreas do conhecimento para a compreensão de fenômenos naturais, de processos histórico-geográficos, da produção tecnológica e das manifestações artísticas) é enfocada a importância da aplicação do conhecimento científico e não a pura memorização de conceitos. Memorização esta que tem caracterizado o Ensino tradicional das Ciências.

O desenvolvimento de currículos que contemplem conteúdos CTS tem pesquisadores como Bybee e Aikenhead que dissertam sobre este tema.

Para Bybee (1987), os currículos de CTS devem contemplar, entre outras coisas:

- A apresentação de conhecimentos e habilidades científicos / tecnológicos em um contexto pessoal e social;

- A inclusão de conhecimentos e habilidades tecnológicos;
- A ampliação dos processos de investigação de maneira a incluir a tomada de decisão;
- A implementação de projetos de CTS no sistema escolar.

2.1 ASPECTOS DE UM CURRÍCULO BASEADO NO MOVIMENTO CTS

Para Aikenhead (1994) o currículo baseado no movimento CTS tem 4 aspectos que precisam ser clarificados para o entendimento do que seria tal currículo:

1. Da função: quais os objetivos do ensino CTS?
2. Do conteúdo: o que deveria ser ensinado?
3. Da estrutura: como o conteúdo CTS e o conteúdo disciplinar de ciências poderiam ser integradas?
4. Da seqüência: como podemos planejar a instrução CTS?

Da função

Para este autor, o ensino de ciências CTS é "aluno-orientado" em contraste com o ensino tradicional de ciência. A figura a seguir representa a posição central do estudante dentro da perspectiva CTS.

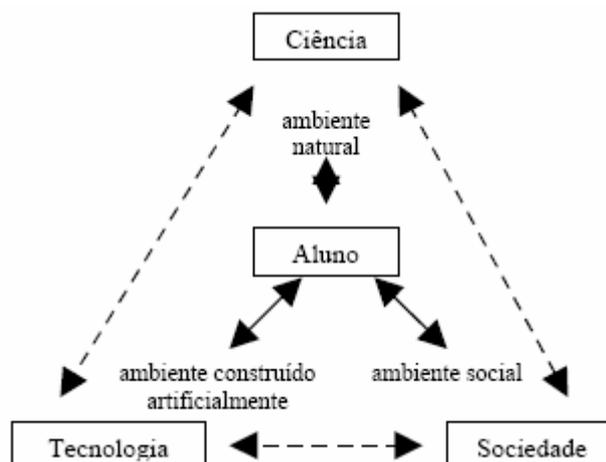


Figura 1 – a essência da educação CTS.

Fonte: AIKENHEAD, 1994. [tradução nossa]

Os alunos, então, devem integrar seus conhecimentos pessoais, aos ambientes social, natural e artificial. Ao estudo do mundo natural, Aikenhead denomina Ciência³. Ao estudo do mundo artificial, tecnologia. E ao estudo da sociedade, o próprio ambiente social.

O ensino CTS refere-se, então, ao ensino sobre fenômenos naturais como um problema que adequa (no sentido de encaixar) o estudo das ciências no ambiente social e tecnológico dos estudantes.

Espera-se que o currículo CTS venha ao encontro da responsabilidade social em tomadas de decisão da coletividade sobre temas relacionados à Ciência e Tecnologia. Para tanto, é necessário que haja cidadãos atentamente informados para discutirem tais temas.

Do conteúdo

No ensino médio, o currículo CTS posiciona-se entre as experiências concretas dos alunos, provendo-o com os aspectos humano e social da Ciência.

³ A caixa contendo Ciência, na figura, representa o conteúdo tradicional da disciplina de Ciência. No currículo tradicional de Ciência, o conteúdo científico é ensinado de forma isolada da Tecnologia e da Sociedade. No currículo CTS, o conteúdo de Ciências é conectado e integrado com o cotidiano dos alunos (seus mundos) e até certo ponto isso reflete esforços naturais dos estudantes a compreenderem esses mundos.

Para Aikenhead (opus cit.) o conteúdo a ser trabalhado num currículo CTS poderia assim ser resumido:

- Artefatos e processos tecnológicos;
- As interações entre a Tecnologia e a Sociedade;
- Temas sociais relacionados à Ciência ou Tecnologia;
- Conteúdo da Ciência Social que esclareça temas sociais relacionados à Ciência ou Tecnologia;
- Tema filosófico, histórico, ou social dentro da comunidade científica ou tecnológica.

Além do conteúdo relacionado à CTS, este autor afirma a necessidade de também serem trabalhados conteúdos específicos da própria Ciência, cujo conteúdo já é ensinado.

Da estrutura

Dentro de um curso, a estrutura do currículo CTS é caracterizada em termos da estrutura própria do conteúdo, da avaliação do estudante e das categorias de ensino abordando CTS:

- A estrutura do próprio conteúdo a ser ensinado - a proporção entre conteúdo CTS e conteúdo científico tradicional; e de que maneira tais conteúdos são combinados.
- A avaliação do estudante - a ênfase dada aos conteúdos CTS frente ao conteúdo tradicional. A descrição é um indicador aproximado de ênfase relativa, em lugar de uma prescrição para prática de sala de aula.
- Categorias de ensino abordando CTS:
 - Motivação por meio de conteúdo CTS: o conteúdo escolar tradicional mais o conteúdo CTS como uma forma de deixar a aula mais "interessante". Nesse caso não há avaliação do estudante no conteúdo CTS.
 - Incorporação eventual do conteúdo CTS: O conteúdo escolar tradicional, mais um estudo pequeno (aproximadamente 1/2 a 2 horas em duração) de conteúdo de CTS vinculado ao tópico de ciência. Os

estudantes são avaliados principalmente pelos conhecimentos de ciência pura e apenas superficialmente sobre CTS.

- Incorporação sistemática do conteúdo CTS: O conteúdo escolar tradicional, mais uma série de estudos pequenos (aproximadamente 1/2 a 2 horas em duração) de conteúdo de CTS integrado em tópicos de ciência para explorar o conteúdo de CTS sistematicamente. Os conteúdos são intimamente relacionados e são avaliados os estudantes até certo ponto na compreensão deles sobre o conteúdo de CTS (por exemplo, 10% CTS, 90% ciência).
- Uma única disciplina específica (Química, Física ou Biologia) por conteúdo de CTS: o conteúdo CTS serve como organizador do conteúdo de Ciências e sua seqüência. O conteúdo de ciência é selecionado de uma disciplina de ciência. Quanto à avaliação, esta é realizada sobre a compreensão dos alunos do conteúdo de CTS, mas não quase tão extensivamente quanto no conteúdo puro de ciência (por exemplo, 20% STS, 80% ciência).
- Ciências por conteúdo CTS: o conteúdo CTS serve como organizador do conteúdo de Ciências e sua seqüência. O conteúdo de Ciências é multidisciplinar, orientado pelo conteúdo CTS. São avaliados os estudantes na compreensão deles do conteúdo de CTS, mas não tão extensivamente quanto ao conteúdo puro de ciência (por exemplo, 30% CTS, 70% ciência).
- Ciências com conteúdo CTS: O conteúdo de CTS é o enfoque de instrução, sendo o conteúdo de ciência pertinente como enriquecedora desta aprendizagem. Os estudantes são avaliados igualmente quanto a CTS e ao conteúdo puro de ciência (por exemplo, 80% STS, 20% ciência).
- Incorporação das Ciências ao conteúdo CTS: O conteúdo de CTS é o enfoque de instrução. O conteúdo puro de ciência pertinente é mencionado, mas não sistematicamente ensinado. São avaliados os estudantes principalmente no conteúdo de CTS e só parcialmente em conteúdo puro de ciência (por exemplo, 80% STS, 20% ciência).
- Conteúdo de CTS: Uma tecnologia principal ou assunto social é estudado. O conteúdo puro de ciência é mencionado, mas só para

indicar um vínculo existente com o conteúdo CTS. Os alunos não são avaliados em conteúdo puro de ciência.

Percebe-se que as categorias de ensino acima apresentam um *continuum* que vai do 1 (abordagem praticamente nula de CTS) ao 8 (abordagem completa de CTS). Neste último, os conteúdos específicos de Ciências são praticamente abandonados. Segundo Santos e Mortimer (2002) os currículos nas categorias 6 e 7 poderiam ser propostos dentro da atual reforma do Ensino Médio, na tentativa de buscar a interdisciplinaridade na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, o que demandaria participação dos professores de forma ousada.

A partir do momento que a ciência é considerada um empreendimento social e não neutro, há que se controlá-la da forma mais democrática possível. E isso significa possibilitar ao maior número de pessoas, a participação das discussões que envolvem o desenvolvimento tecnocientífico, o que condiz com a cidadania que tanto se busca.

Porém, para que haja participação da sociedade junto à comunidade científica, é necessário que haja uma compreensão da linguagem utilizada nos meios acadêmicos e também dos valores que a comunidade científica apresenta. Desde valores cognitivos (aqueles que servem para escolha entre teorias) até valores pessoais e sociais (aqueles que envolvem as crenças de seus participantes).

Nesse sentido, a alfabetização e o letramento científico têm sido considerados como objetivos essenciais do ensino de ciências, tendo-se que definir aqui o que se entende neste trabalho como alfabetização científica e letramento científico.

Ser alfabetizado cientificamente, segundo Chassot (2003), é saber ler a linguagem em que está escrita a natureza. É compreender as manifestações do Universo com uma postura mais ampla. Alfabetização científica é, então, o conjunto de conhecimentos que facilitariam aos homens e mulheres fazer uma leitura do mundo onde vivem (Chassot, 2000, p. 19).

O termo letramento científico tem sido utilizado por alguns autores (MORTIMER; SANTOS, 2001; SOARES, 1998) com o propósito de considerar não apenas a leitura de mundo, mas também o exercício da cidadania que envolva tal alfabetização. Para Mamede e Zimmerman (2005) a alfabetização científica refere-

se às habilidades e conhecimentos que constituem a leitura e a escrita no plano individual enquanto o letramento refere-se às práticas efetivas no plano social.

Para Auler (2003), uma participação mais ativa da sociedade junto à comunidade científica justifica-se por vários motivos:

- Muitos dos graves problemas sociais contemporâneos não são solúveis utilizando-se apenas critérios científico-tecnológicos, considerando que estes estão configurados dentro de determinadas relações sociais;
- Direito que a sociedade, como um todo, possui de participar em definições que envolvem seu destino;
- O atual direcionamento, a definição da agenda de investigação, dá-se, cada vez mais, de tal forma que sejam ativados, seletivamente, aqueles campos de investigação, encaixáveis na lógica da maximização do lucro privado, relegando aqueles não imediatamente rentáveis.

Independentemente do termo que se queira usar - alfabetização ou letramento - o objetivo do ensino de ciências parece claro para o movimento CTS: dar condições para uma leitura do mundo. Isso requer familiaridade com não só com os conteúdos da ciência, mas também com a sua natureza.

Para Acevedo *et. al.* (2005) porém, a natureza da ciência moderna não corresponde aos mesmos padrões da ciência acadêmica predominante no passado, pois, desde o último quarto do século XX, boa parte da Ciência é Tecnociência. Para estes autores, então o letramento científico não deveria ater-se apenas em os alunos adquirirem conhecimentos sobre os fenômenos naturais, mas também as relações complexas que existem entre a Ciência Moderna, seus constituintes intrínsecos e seu entorno (sociedade).

2.2 QUAL A NATUREZA DA CIÊNCIA QUE DEVE SER ENSINADA E PARA QUÊ?

Pesquisadores têm argumentado recentemente sobre a importância de se ensinar a Natureza da Ciência e suas práticas sociais, além do conteúdo científico (OSBOURNE *et al.*, 2003).

Mas qual seria a razão, então, para que ensinar sobre a Natureza da Ciência? Já não é suficiente o ensino dos conteúdos disciplinares de Ciências (Física, Química e Biologia) para entender sobre o funcionamento da Ciência? Para responder essas perguntas, vejamos o que os autores Campanario e Otero (2000) afirmam a respeito das concepções epistemológicas dos alunos:

"[...]suas concepções epistemológicas (da Ciência) também influem nos resultados da aprendizagem e constituem um fator adicional que interfere nela." (CAMPANARIO; OTERO, 2000, p. 162).

Considera-se então que a concepção epistemológica de Ciência que o aluno traz para a aula influencia na aprendizagem. Para estes autores, as estratégias de aprendizagem dos alunos são decisivamente influenciadas pelas suas concepções epistemológicas prévias.

Também consideramos a importância do conhecimento sobre a Natureza da Ciência no que diz respeito à participação cidadã consciente que esperamos dos alunos ao saírem dos centros de formação - escolas e universidades. Tomadas de decisão com respeito a temas sócio-científicos controversos podem ser influenciadas pelas crenças que os alunos têm a respeito da Ciência. Se a concepção sobre ela for ingênua a ponto de considerar que cabe somente a comunidade científica decidir sobre a utilização ou não de células-tronco embrionárias, que participação o "cidadão" efetivamente terá?

Que nível de entendimento sobre a Natureza da Ciência seria adequado de se esperar dos alunos com vistas à cidadania responsável? Segundo Smith e Sharmann (1999), para tomar decisões inteligentes sobre questões científicas, os futuros cidadãos deveriam ter um entendimento modesto⁴ sobre a Natureza da Ciência. Estes autores concordam que não se espera que os alunos venham a conhecê-la num nível de entendimento que os filósofos da Ciência têm.

Se o professor de Ciências assume que é importante (e acreditamos que seja) o ensino sobre a Natureza da Ciência, de que forma poderá tratá-la em suas aulas? Propostas metodológicas podem ser caracterizadas de dois tipos (EL-HANI; TAVARES; ROCHA, 2004):

⁴ modesto: tradução nossa para "[...]need a sound, but limited, understanding of the nature of science."

- Implícitas: quando utilizam instrução sobre habilidades relacionadas à prática científica ou engajamento em atividades investigativas como um meio para a melhoria das visões sobre a natureza da ciência.
- Explícitas: quando o ensino enfoca diretamente conteúdos epistemológicos ou emprega elementos de história e Filosofia das Ciências no tratamento de conteúdos específicos.

Abd-el-Khalick e Lederman (2000) concluíram que abordagens explícitas são relativamente mais bem sucedidas do que abordagens implícitas na promoção de melhorias das visões de professores em formação inicial ou em serviço sobre a natureza da ciência. Em vista disso, segundo El-Hani, Tavares e Rocha (2004), é recomendável que tentativas de promover mudanças das concepções epistemológicas de professores e alunos tenham um caráter explícito e reflexivo.

Devemos ter cuidado para não focar demais em que os estudantes tenham uma compreensão completa da Natureza da Ciência, fazendo-nos perder as razões pelas quais aderíamos a esta meta (SMITH; SHARMANN, 1999).

Ao contrário do conteúdo específico de Ciências, no qual há um consenso bem estabelecido, há bem menos unanimidade na comunidade científica sobre o que vem a ser a sua natureza (OSBOURNE *et al*, 2003).

Buscando determinar empiricamente qual o grau de concordância entre professores de ciências, cientistas, divulgadores da ciência, filósofos e sociólogos da ciência, Osbourne *et al.* (2003) contribuíram para solucionar a aparente dicotomia entre a comunidade acadêmica e a educacional. Desenvolveram um projeto com apoio das Universidades de *York, Leeds, Southampton* e *King's College London* e fundado pelo *UK Economic and Social Science Research Council* procurando prover evidências empíricas do que a comunidade de *experts* se empenha em praticar, comunicar e ensinar do pensamento científico como sendo importantes para o formação cidadã geral, para o entendimento sobre ciência ao final da educação formal (por volta dos 16 anos, na Inglaterra).

Naquele estudo realizado na Inglaterra foram envolvidos 23 participantes, oriundos de comunidades reconhecidas internacionalmente (educadores científicos, cientistas, historiadores, filósofos, sociólogos da ciência e

experts engajados em melhorar o entendimento público da ciência) dentro da metodologia Delphi⁵.

Tal projeto envolveu a seqüência de 3 estágios:

Estágio 1

No primeiro estágio, utilizando-se de um questionário aberto, buscou-se opiniões sobre o que poderia ser ensinado no currículo de ciências, por meio de um questionário aberto que perguntava: (a) O quê, se há algo, você pensa que poderia ser ensinado a respeito dos métodos científicos? (b) O quê, se há algo, você pensa que poderia ser ensinado sobre a natureza do conhecimento científico? e (c) O quê, se há algo, você pensa que poderia ser ensinado sobre as práticas institucionais e sociais da ciência? Ao final foram categorizados 30 temas agrupados em 3 categorias maiores: A Natureza do conhecimento científico; as práticas institucionais e sociais da ciência e os Métodos científicos.

Estágio 2

No segundo estágio, foi elaborado um questionário que apresentava os 30 temas obtidos do primeiro questionário. Foi requerido que cada participante indicasse o grau de importância, na escala Likert, de cada tema para o currículo escolar. Foi pedido também que fosse feita uma justificativa sobre o grau de importância considerado pelo participante.

Um alto grau de consenso⁶ foi encontrado para os seguintes temas:

- Métodos experimentais e testes críticos;
- A natureza do conhecimento científico como tentativo e;
- O desenvolvimento histórico do conhecimento científico.

⁵ O método Delphi objetiva a melhora na tomada de decisão de grupo, pela busca de opiniões sem interações face a face. É um método de solicitação sistemática e coleta de julgamentos sobre um tópico particular por meio de questionários projetados cuidadosamente, entremeados de informações resumidas e por respostas dadas anteriormente. (OSBORNE et al, 2003, p. 697).

⁶ A definição de consenso para o estudo foi definido como o mínimo de 2/3, ou 66%, com avaliação maior ou igual a 4 na escala Likert.

Estágio 3

Ao final do estudo foi decidido reduzir o número de temas para considerar aqueles mais altamente qualificados no estágio 2. Assim, apenas os temas qualificados acima de 3.6 foram usados para o terceiro estágio, reduzindo o número de temas para 18.

O questionário final do estudo Delphi apresentou os 18 temas do estágio 2. Foi requerido que os participantes qualificassem novamente cada tema, baseado na premissa de que tal tema poderia ser ensinado explicitamente, e fizessem um comentário em que o teor do sumário poderia ser melhorado para refletir a essência das idéias sobre a ciência.

Chegou-se, ao final do estudo Delphi, a um *set* de nove temas com idéias chave sobre que natureza da ciência é consensual que se ensine. Enfim, qual natureza da ciência deve ser considerada como sendo essencial para o currículo científico escolar.

Os nove temas considerados importantes ao final do projeto foram:

- Ciência e Certeza
- Análise e Interpretação de dados
- Método científico e teste crítico
- Hipótese e predição
- Criatividade - Ciência e Questionamento
- Cooperação e colaboração no desenvolvimento do conhecimento científico
- Ciência e Tecnologia
- Desenvolvimento histórico do desenvolvimento científico
- Diversidade do pensamento científico

Os temas descritos acima foram considerados importantes para o grupo como um todo. Muitos participantes reconheceram que a ciência representada por estes temas pode ser limitada e que poderia ser difícil especificar tais aspectos claramente. Entretanto, muitos sentiram (pelos seus comentários) que alguns dos temas estão interconectados, levando os autores a concluir que muitos dos aspectos da Natureza da Ciência representada pelos temas acima estão inter-relacionados, não podendo então ser ensinados independentemente uns dos outros.

Em outro estudo, de McComas e Olson's (1998), os temas referentes à Natureza da Ciência emergiram de uma pesquisa sobre documentos curriculares considerados importantes para o ensino. Comparando-se os estudos, o de Osborne et al (2003) e de McComas e Olson (1998), notou-se uma grande similaridade sobre os aspectos consensuais a serem ensinados sobre a Natureza da Ciência.

Estas similaridades estão na tabela a seguir, extraída de Osborne (2003):

Tabela 1 – Comparação dos temas emergentes dos estudos de McComas e Olsons (1998) (National Standards) e o estudo Delphi realizado por Osborne (2003) (tradução nossa).

McComas & Olson	Estudo Delphi - Osborne
O conhecimento científico é tentativo	Ciência e Certeza
A ciência confia na evidência empírica	Análise e Interpretação de dados
Cientistas requerem replicabilidade e informações verídicas	Método científico e teste crítico
A ciência é uma tentativa de explicar fenômenos	Hipótese e predição
Cientistas são criativos	Criatividade – Ciência e Questionamento
Ciência é parte de uma tradição social	Cooperação e colaboração no desenvolvimento do conhecimento científico
A ciência tem representado um papel importante na tecnologia.	Ciência e Tecnologia
Idéias científicas têm sido afetadas pelo seu ambiente histórico-social.	Desenvolvimento histórico do desenvolvimento científico
Mudanças na ciência ocorrem gradualmente	
Ciência tem implicações globais	
Conhecimento novo deve ser informado clara e abertamente	

Esses estudos desafiam um outro, feito por Alters (1997). Neste último, Alters questiona a inclusão da Natureza da Ciência no currículo, pois não encontrou consenso entre 176 filósofos da ciência (todos Ph. D. ou D. Sci.) a respeito de 15 itens obtidos textualmente da literatura.

Os 15 critérios considerados por Alters em sua pesquisa, aparecem em seu *survey* e são:

1. A força-motriz fundamental na ciência é a curiosidade concernente ao universo físico;
2. A ciência visa ao constante aumento do alcance e simplificação, usando a matemática como um método simples e preciso de apresentar relações;
3. Os métodos da ciência são melhor caracterizados por alguns atributos do tipo valor do que por técnicas;
4. A característica básica da ciência é a fé na susceptibilidade do universo físico à ordenação e ao entendimento humano;
5. A ciência tem um atributo único de franqueza, tanto de mente quanto no domínio da investigação;
6. Existe um mundo objetivo, externo, independente da existência de um observador;
7. Uma perspectiva ontológica consistente com o positivismo lógico é ingênua;
8. O uniformitarismo (a suposição de que os fenômenos são o produto de forças naturais operando por longos períodos de tempo com considerável, apesar de não necessariamente total, uniformidade) é uma suposição axiomática que ajuda a delinear o que conta como ciência e o que não conta.
9. Conhecimento científico é tentativo e nunca deveria ser equiparado com a verdade. Ele tem status temporário.
10. A ciência se apóia na suposição de que o mundo natural não pode ser alterado por um ser sobrenatural;
11. O consenso entre especialistas auto-indicados é base do conhecimento científico;
12. Não pode haver qualquer definição nítida entre observação e inferência;
13. Os cientistas operam sob a crença de que as regras básicas do universo podem ser descobertas através de estudo cuidadoso e sistemático;

14. Há tradições diferentes em ciência sobre o que é investigado e como, mas todas elas têm em comum certas crenças básicas sobre o valor de evidência, lógica e bons argumentos;
15. As disciplinas científicas diferem umas das outras quanto ao objeto de estudo, técnicas usadas e resultados procurados, mas compartilham um propósito e uma filosofia comuns.

Parte da metodologia empregada por Alters, baseou-se em um questionário contendo 15 critérios sobre a Natureza da Ciência (textos retirados da literatura) o qual pedia que os participantes assinalassem o grau de concordância em cada um. Estes graus de concordância seguiam a escala *Likert* (concordo fortemente, concordo, discordo, discordo fortemente).

A tabela abaixo contém alguns dos resultados encontrados por ele sobre os 15 critérios citados anteriormente.

Tabela 2 – Parte dos resultados apresentados por Alters (1997) com relação à concordância / discordância aos 15 itens obtidos da literatura. Resumido por Tavares (2006). ϕ = frequência absoluta.

Item	Concorda		Discorda	
	ϕ	%	ϕ	%
1	137	77,8	39	22,2
2	146	83,0	30	17,0
3	78	44,3	98	55,7
4	147	83,5	29	16,5
5	98	55,7	78	44,3
6	158	89,8	18	10,2
7	109	61,9	67	38,1
8	81	46,0	95	54,0
9	106	60,2	70	39,8
10	74	42,0	102	58,0
11	39	22,2	137	77,8
12	109	61,9	67	38,1
13	160	90,9	16	9,1
14	143	81,3	33	18,8
15	83	47,2	93	52,8

A partir dos resultados encontrados por Alters, ele conclui que:

*"As implicações para a comunidade de pesquisa em educação científica e suas organizações formais é que deveríamos reconhecer que não existe acordo sobre a Natureza da Ciência (NdC)."*⁷
(ALTERS, 1997, p. 48)

⁷ The implications for the science education research community and its formal organizations is that

Deve-se considerar que as metodologias utilizadas por Alters, McComas e Olson, e Osbourne foram diferentes devendo os resultados e conclusões apresentadas serem lidos com base em suas metodologias, pois foram estas que os levaram por caminhos diferentes.

Alters (1997) teve como sujeitos de pesquisa apenas filósofos da ciência. Por outro lado, a quantidade desses sujeitos foi superior à abordada por Osbourne - 176 sujeitos para o primeiro e 23 sujeitos para o segundo.

Em contrapartida, a pesquisa desenvolvida por Osbourne *et al* (2003), embora com menos sujeitos, teve maior heterogeneidade destes. Outro fator a ser levado em conta é que estes autores, Osbourne *et al* (2003), assumem a busca daquilo que a comunidade de *experts* acredita ser importante a ser ensinado no currículo de ciências. Alters, no entanto, foca o que os filósofos da ciência concordam, ou não, a respeito da Natureza da Ciência em si mesma, questionando, a partir daí, se haveria sentido em falar sobre o ensino dela.

Outro trabalho referente à Natureza da Ciência foi realizado por Gil Pérez *et al* (2001). Naquela investigação foi evidenciada a importância do reconhecimento das visões deformadas, que grupos de professores apresentaram, sobre o trabalho científico.

Além disso, estes autores também tecem orientações epistemologicamente mais adequadas para ajudar a (re)pensar e qualificar o trabalho científico.

Naquela investigação foram utilizadas duas estratégias para identificar as deformações relativas ao trabalho científico. Na primeira, por meio de *workshops*, os grupos de docentes foram colocados em situação de investigação. Estes grupos deveriam enumerar - a título de "conjectura" - as possíveis deformações no ensino de ciências que poderiam estar ocorrendo.

Outra estratégia utilizada foi a análise sobre artigos publicados entre os anos de 1984 a 1998, buscando conhecer essas possíveis deformações sobre a natureza da ciência, sobre o que é a construção do conhecimento científico e sobre o próprio trabalho científico. As revistas que serviram a tal propósito foram: *Science Education*, *International Journal of Science Education*, *Journal of Research in Science Teaching*; *Enseñanza de las Ciencias* etc., assim como de trabalhos

recolhidos no *International Handbook of Science Education*, editado por Fraser e Tobin (1998) e numa recompilação de McComas e Olson (1998) com o título *The Nature of Science in Science Education. Rationales and Strategies*.

Os resultados da segunda estratégia foram muito coincidentes com as "conjecturas" realizadas na primeira estratégia pelos docentes, reforçando a hipótese da validade das reflexões dos professores, devidamente apoiada.

Foram encontradas 7 deformações identificadas pelos pesquisadores (tanto nos grupos de professores, quanto na literatura)⁸ a respeito do trabalho científico foram:

- Conceção empírico-indutivista e ateorica;
- Visão rígida (algorítmica, exata, infalível) da ciência;
- Visão aproblemática e ahistórica;
- Visão exclusivamente analítica;
- Visão acumulativa de crescimento linear dos conhecimentos científicos;
- Visão individualista e elitista da ciência;
- Visão dos cientistas "acima do bem e do mal"

Em resposta às 7 deformações sobre o trabalho científico, Gil Pérez *et al* (2001) afirmam existir amplo consenso⁹ em alguns aspectos essenciais e que são resumidos aqui:

- A recusa de um "Método Científico" com regras definidas e aplicadas de forma mecânica. O que existe é um pluralismo metodológico;
- A recusa do empirismo que concebe os conhecimentos como resultados da inferência indutiva a partir de "dados puros". Toda procura de dados vem marcada por um paradigma¹¹;

⁸ Embora haja concordância entre as deformações pesquisadas junto aos professores e àquelas citadas na literatura, cabe ressaltar aqui que o que mais foi citado na literatura não é necessariamente o mais citado pelos grupos de professores. Um exemplo: a concepção empírico-indutivista e ateorica da ciência é a deformação mais estudada e criticada na literatura. No entanto, são poucos os grupos de professores que lhe fazem referências.

⁹ Gil Pérez *et al*, ao afirmarem existir amplo consenso em aspectos essenciais sobre o trabalho científico, não define como tal consenso foi mensurado. Pode-se encontrar no trabalho de Osborne *et al*. (2003) e McComas e Olson (1998) grande similaridade com o que propõem Gil Pérez *et al*, o que justifica o consenso aqui descrito.

- O destaque do papel atribuído pela investigação ao pensamento divergente. Não se raciocina em termos de "certezas", mas sim de hipóteses que são postas a prova da maneira mais rigorosa possível;
- É fundamental a procura de coerência global. Um dos fins mais importantes da ciência assenta no estabelecimento de laços entre domínios aparentemente sem conexão;
- É preciso compreender o caráter social do desenvolvimento científico, sendo norteado pelo paradigma da comunidade, pelas linhas de investigação estabelecidas e influências dos problemas e circunstâncias do momento histórico.

Partindo-se das pesquisas apresentadas a respeito de que Ciência deva ser ensinada, nota-se uma convergência das pesquisas realizadas por McComas e Olson's (1998) e Osborne *et al* (2003). Tal consenso é assumido por Gil Pérez *et al.* (2001) e (assim como as definições adiantadas sobre Ciência, Tecnologia, Tecnociência e Biotecnologia) servirá como um padrão no presente estudo para balizar as concepções sobre a Atividade Científica.

2.3 REVISÃO GERAL SOBRE PESQUISAS REALIZADAS NO DOMÍNIO DAS CONCEPÇÕES ACERCA DA NATUREZA DA CIÊNCIA - DOS INSTRUMENTOS

As pesquisas realizadas no domínio das concepções sobre a Natureza da Ciência apresentam um percurso com algumas décadas. Segundo Lederman (1992) este domínio pode ser dividido por quatro grandes áreas:

- Avaliação das concepções dos estudantes acerca da Natureza da Ciência;
- Desenvolvimento, utilização e avaliação dos programas e outras atividades curriculares concebidas e estruturadas para melhorar as concepções dos estudantes acerca da Natureza da Ciência;
- Avaliação das concepções dos professores acerca da Natureza da Ciência;
- Identificação da relação entre as práticas pedagógicas e as concepções de professores e estudantes acerca da Natureza da Ciência.

A presente investigação enquadra-se no primeiro item (Avaliação das concepções dos estudantes acerca da Natureza da Ciência).

A seguir, descrevemos abaixo uma série de instrumentos desenvolvidos com o intuito de investigar as opiniões de estudantes a respeito da Natureza da Ciência. Os instrumentos que serão descritos apresentam enfoques diferentes sobre quais aspectos da Natureza da Ciência pretendeu-se investigar. Ora um instrumento, em um de seus objetivos, busca investigar o que os alunos pensam a respeito da responsabilidade social do cientista (por exemplo, o instrumento TSAS), ora busca mais especificamente aspectos relacionados às definições utilizadas no campo científico, tais como: leis, teorias, hipóteses (por exemplo, o instrumento VNOS -forma C). De forma geral, há uma heterogeneidade de enfoques em cada instrumento, não sendo exclusividade de nenhum deles, por exemplo, a investigação sobre aspectos sociais da Ciência. Sendo assim, os resultados das pesquisas que levantam as opiniões dos alunos investigados devem ser lidos considerando-se a metodologia empregada. Comparações feitas entre seus resultados devem levar em conta as diferenças entre tais metodologias.

Segundo Aikenhead, (1973), muitos dos instrumentos padronizados para investigar as concepções de estudantes sobre questões relativas à Ciência foram desenvolvidos na década de 1960. Os principais instrumentos foram:

- TOUS (*Test on Understanding Science*) desenvolvido por Cooley e Klopfer em 1961;
- SPI (*Science Process Inventory*) desenvolvido por Welch em 1967;
- WISP (*Wisconsin Inventory of Science Process*) desenvolvido pelo *Scientific Literacy Research Center* da Universidade de Winsconsin.
- NOSS (*Nature of Science Scale*) desenvolvido por Kimball em 1968;
- TSAS (*Test of the Social Aspects of Science*) desenvolvido por Korth, também em 1968.

2.3.1 Test on Understanding Science - TOUS

O TOUS foi o instrumento mais consistentemente utilizado para medir o conhecimento sobre ciência e cientistas na década de 1960 (AIKENHEAD, 1973). Ele possui seus itens categorizados em três sub-escalas:

- Sub-escala I: Compreensão sobre o empreendimento científico (18 itens);
- Sub-escala II: O cientista (18 itens);
- Sub-escala III: Métodos e objetivos da ciência (24 itens).

A validação de seu conteúdo consiste na análise dos cientistas em serviço e sobre uma consulta da literatura, incluindo a história e a filosofia da ciência, relativas ao conteúdo dos itens. Ainda, de acordo com cada item do TOUS, foram consultados educadores científicos, professores de ciências (tanto de nível escolar quanto universitário) e professores de história e filosofia da ciência.

O piloto do TOUS foi testado com estudantes e seus resultados serviram para posterior revisão sobre o instrumento e uma padronização para estudantes do Ensino Médio¹⁰.

Embora tenha sido um instrumento bastante utilizado, há críticas a respeito da validade de tal instrumento. Wheeler (1968), por exemplo, sugeriu que o teste possui muitos itens que englobam pontos de vista negativos da ciência. Estes poderiam ser reescritos para minimizar suas reflexões de uma ciência e cientistas estereotipados. Este autor além de recomendar a inclusão de mais itens para melhorar a compreensão do teste, também recomenda que todos os itens sejam reagrupados em duas sub-escalas:

Sub-escala I: Os aspectos sociais da ciência

Sub-escala II: A natureza da investigação científica (WHEELER, 1968).

Ainda que críticas tenham sido feitas ao TOUS, o impacto deste instrumento, para a pesquisa em educação científica, foi notável. Por sua criação, a mais importante variável dependente tornou-se acessível aos pesquisadores e desenvolvedores de currículo. Ambos têm-se utilizado dos critérios de medida do

¹⁰ No original: "*standardization data from students in grades 10 to 12*", refere-se ao final do Ensino Médio brasileiro.

TOUS em um número crescente de estudos, tanto na utilização do TOUS per se, quanto como parte de uma bateria de instrumentos (AIKENHEAD, 1973).

2.3.2 Science Process Inventory - SPI

O instrumento denominado SPI foi desenvolvido por Welch em 1966 e consta de uma relação de 150 itens do tipo "concordo" ou "discordo" abrangendo o entendimento dos métodos e processos pelos quais o conhecimento científico evolui (WELCH, 1968).

Para a construção e a validação do SPI foi utilizada a literatura científica, a opinião de *experts* e o retorno do inventário, em estudos preliminares. Porém, mesmo sendo validado dessa forma, Aikenhead e Ryan (1992) observaram que poderia haver ambigüidade na interpretação dos estudantes sobre o que vinha escrito em um questionário. Exemplificando, em um dos itens do SPI é feita a seguinte afirmação:

"O conhecimento científico é experimental (ou tentativo)¹¹". O estudante, então, deveria manifestar sua concordância ou não com o item.

Se o respondente não entendesse o que significa "experimental" não haveria como ele manifestar a falta de entendimento. Aikenhead (1979) utilizou-se do mesmo item junto a alunos que estavam para terminar sua carreira escolar (o que equivaleria ao final do Ensino Médio brasileiro). Contudo, além dos itens "concordo" e "discordo", Aikenhead adicionou mais um item: "Não compreendo". Assim, este pesquisador verificou que mais de % dos estudantes que responderam ao item, afirmaram não o terem entendido.

Com relação à ambigüidade, passível de uma pesquisa que naturalmente envolve a linguagem, Aikenhead (1988) adiantou as vantagens em se utilizar de entrevistas semi-estruturadas ou ainda de um questionário empiricamente construído. Sendo este último denominado VOSTS, o qual aprofundaremos mais adiante.

¹¹ Do inglês: "*Scientific knowledge is tentative*"

2.3.3 Wisconsin Inventory of Science Process - WISP

Segundo Aikenhead (1973), o WISP foi desenvolvido pelo *Scientific Literacy Research Center* e seu conteúdo é quase o mesmo daquele observado no SPI. Tanto o SPI quanto o WISP são considerados instrumentos similares, sendo que este último diferencia-se quanto às três opções de respostas oferecidas aos respondentes: "exato (a), inexato (b), e não entendido (c)". São noventa e três afirmações para que os estudantes façam o julgamento. Entretanto, as respostas (b) e (c) - são consideradas pelo pesquisador como opostas à resposta (a) e, na verdade, deveriam ser consideradas em separado.

2.3.4 Nature of Science Scale - NOSS

O instrumento NOSS, elaborado por Kimball em 1961, pretende medir opiniões sobre a natureza da ciência. O respondente pode responder às 29 afirmações de três modos: (a) concordo; (b) discordo; (c) não tenho certeza, não tenho opinião formada. Comparado aos instrumentos até aqui discutidos, este apresenta uma forma diferente de pontuação. As respostas marcadas em (a) recebem dois pontos. As em (c), um ponto e nenhum ponto é marcado para os itens assinalados em (b) (AIKENHEAD, 1973).

O modelo de Kimball para o NOSS consiste de oito aspectos importantes da natureza da ciência. Estes são derivados da literatura sobre a natureza e a filosofia da ciência e todas são concordantes com as visões de Bronowski e Conant (AIKENHEAD, 1973).

O conteúdo do NOSS foi validado, mais adiante, por nove educadores em ciência. Kimball estabeleceu alguma validade empírica pela habilidade do teste em discriminar entre graduados, formados em ciências, daqueles que não o eram.

O desenvolvimento, validação, e medidas de confiabilidade do NOSS foram realizados com graduados em faculdade faltando, assim, dados de confiabilidade e validade para sua utilização no Ensino Médio (AIKENHEAD, 1973).

2.3.5 Test on the social aspects of science - TSAS

O TSAS trata das interações entre a ciência e a sociedade e aquelas características relacionadas à natureza social própria do empreendimento científico. O teste consta de cinquenta e duas afirmações, as quais o estudante deve responder em uma escala de cinco pontos, desde "discordo fortemente" até "concordo fortemente". As afirmações derivam de um modelo de três sub-escalas:

- Sub-escala I: Interação entre ciência, tecnologia e sociedade (19 itens);
- Sub-escala II: Natureza social do empreendimento científico (21 itens);
- Sub-escala III: Responsabilidades sociais e políticas dos cientistas (12 itens).

São consideradas como corretas, de acordo com o modelo, as respostas "concordo" e "concordo fortemente", assim como "discordo" e "discordo fortemente". As respostas marcadas como "neutro" foram consideradas sempre como incorretas.

A validade do teste é baseada em declarações advindas da literatura e sobre as interpretações dos estudantes em um teste preliminar do TSAS. O conteúdo do TSAS assemelha-se ao do TOUS sub-escala I. (AIKENHEAD, 1973).

Todos os instrumentos citados anteriormente eram de abordagem quantitativa. Aikenhead (1973), em um estudo a respeito das abordagens anteriores, adiantou as vantagens de uma abordagem qualitativa. Segundo este autor:

"O que significa para um grupo de estudantes ter, no teste TOUS, um escore de 4.27 pontos maior que outro grupo? O que significa para estudantes de um curso X ter ganho de 2.05 mais pontos, no teste TOUS, do que estudantes do curso T? Confiar em dados quantitativos propaga estas ambigüidades." (AIKENHEAD, 1973. p. 546)¹²

Ao apontar os problemas relacionados a uma abordagem quantitativa, Aikenhead não a menospreza. Pelo contrário, afirma que:

¹² Do ingles: *"What does it mean for one group of students to have an average TOUS score 4.27 points greater than another group? What does mean for students of course X to gain 2.05 more points on the TOUS than students of course T? A reliance on quantitative data propagates these ambiguities."*

"Dados quantitativos elegantemente manipulados, com estatística refinada, têm seu lugar; mas talvez deveriam ser considerados como secundário ao se utilizar de instrumentos como o TOUS". (AIKENHEAD, 1973. p. 546)¹³

Ao se utilizar de testes em estudantes, Aikenhead (1973) afirma que estes poderiam prover o pesquisador, ou o professor de ciências, de um *feedback* qualitativo de grande utilidade, ao responder a perguntas tais como: - Que idéias os estudantes têm aprendido? Que enganos eles ainda mantêm?

Nos últimos anos tem-se desenvolvido novos instrumentos com enfoque nas concepções de estudantes tanto sobre a natureza da ciência em si, como nas relações estabelecidas entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Um dos instrumentos mais importantes e que tem servido de modelo para diversas adaptações em outras línguas, é o VOSTS, desenvolvido por Aikenhead, Fleming e Ryan (1987). Outras metodologias têm também sido utilizadas com o mesmo intuito. São elas: a utilização de questionários *Views of the Nature of Science, Form C* (VNOS-C) elaborado por Lederman *et al* (2001) e a triangulação entre histórias de ficção científica redigidas pelos alunos e entrevistas semi-estruturadas.

2.3.6 Views on Science-Technology-Society - VOSTS

Um dos trabalhos mais importantes, envolvendo a pesquisa sobre as concepções de estudantes sobre as relações CTS, foi realizado por Aikenhead, Fleming e Ryan (1987) junto a Allan Ryan, intitulado VOSTS.

Atualmente tem sido um instrumento padronizado, de questões fechadas (múltipla escolha), bastante utilizado nas publicações atuais. Tal instrumento buscou compreender as visões que os estudantes canadenses tinham a respeito da ciência e das suas relações com a tecnologia e a sociedade. Uma das novidades exploradas por estes pesquisadores foi a construção de seus questionários fechados empiricamente construídos.

¹³ Do inglês: *"Quantitative data elegantly manipulated with sophisticated statistics do have their place; but perhaps it should be a relatively minor one when using instruments like the TOUS."*

Um dos principais obstáculos a ser considerado quando se trabalha com um questionário fechado é a sua construção, pois as visões dos pesquisadores, ao construírem cada questão e cada alternativa, podem estar enviesando as respostas. Outro problema a ser considerado é o entendimento que os informantes (aqueles que respondem ao questionário) têm das questões, isto é, o entendimento da linguagem utilizada. Isto se deve ao fato de que o entendimento que os pesquisadores podem ter das questões, pode ser significativamente diferente do entendimento que os respondentes têm delas.

Para aproximar o entendimento sobre as questões dos pesquisadores e respondentes, Aikenhead e Ryan (1992) elaboraram o instrumento denominado "Views on Science -Technology - Society (VOSTS).

O processo de construção do instrumento foi realizado baseando-se em respostas de alunos canadenses de 16 e 17 anos (LEDERMAN; WADE; BELL,1998). Seu desenvolvimento fez-se ao longo de um período relativamente longo, desde 1984 a 1987, envolvendo 10.800 estudantes. (CANAVARRO, 2000).

O VOSTS é constituído por questões de múltipla escolha, cujas respostas foram construídas empiricamente com um grande número de estudantes. Isto é, as alternativas para cada questão do questionário, são aquelas elaboradas a partir de questionários abertos aplicados anteriormente. Sendo assim, buscou-se com o VOSTS compreender as visões que os alunos canadenses tinham a respeito das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, não classificando-as como certas ou erradas (ibidem).

Desde a criação do VOSTS, investigações tem sido realizadas com as devidas adaptações em diversos locais (VAZQUEZ ALONSO; MANASSERO MAS, 1999; GUIMARÃES; TOMAZELO, 2004) ora investigando concepções, ora atribuindo escores, ou seja, qualificando como respostas mais adequadas ou menos adequadas, segundo um determinado referencial assumido.

2.3.7 Views of the Nature of Science, Form C - VNOSC e Adaptação para a língua portuguesa

A construção do VNOS (forma A) iniciou com Lederman e O'Malley, em 1990, com a aplicação de um questionário aberto contendo sete itens que, em conjunto com entrevistas, permitiam acesso às crenças dos estudantes do ensino médio a respeito da Natureza da Ciência.

O uso do questionário aberto tentava resolver, pelo menos em parte, o problema de questionários de questões fechadas que obrigam o respondente a escolher entre alternativas ali presentes. Estas poderiam não evidenciar a crença do estudante, devido ao fato dele sentir-se obrigado a assinalar uma alternativa por não haver uma outra que melhor lhe pareça. Ou ainda assinalaria aquela que lhe fosse conveniente - lhe parecesse "mais correto" - mas, assim sendo, não expressaria qual era a convicção do estudante.

Após as entrevistas realizadas e readequações do questionário na forma B, chegou-se a sua forma C. Esta forma foi inicialmente construída por Abd-El-Khalick, em 1998, e aplicada posteriormente, em 2000, por Abd-El-Khalick e Lederman, a alunos universitários graduados e não graduados.

O questionário VNOS - forma C - não é considerado pelos autores como sendo algo acabado e pronto a ser usado em toda e qualquer situação. Porém, levando em consideração sua validação, ele pode ser utilizado para acessar crenças de estudantes sobre a Natureza da Ciência, sempre considerando que poderá haver desvios dependendo dos alunos respondentes.

A validação do questionário VNOS deu-se ao longo de um período relativamente longo, assim como o VOSTS. Foi aplicado a aproximadamente 2000 estudantes de ensino médio e universitário (graduandos e graduados) e professores de ciências de outros 4 continentes. Ainda, 500 entrevistas individuais foram realizadas para aumentar o nível da validade dessas questões.

No Brasil o questionário VNOS - forma C - foi utilizado por El-Hani, Tavares e Rocha (2004) como um instrumento para medir as transformações ocorridas, em nível universitário, nas concepções de estudantes de Biologia, por uma proposta explícita de ensino sobre História e Filosofia das Ciências. Tal instrumento foi aplicado no início e no final da disciplina e a leitura das respostas

foram tabuladas e consideradas apropriadas ou não segundo referencial de Gil Pérez et al (2001).

A abordagem do trabalho foi quali-quantitativa, explicitando tanto o número de respostas agrupadas para cada item, quanto os tipos de respostas.

Para validar o questionário para a situação brasileira, após a tradução para o português este foi retro-traduzido. A forma C do VNOS ficou assim estabelecida para aquela situação de estudo:

1. Na sua visão, o que é ciência?
2. O que torna a ciência (ou uma disciplina científica como a física, a biologia etc.) diferente de outras formas de investigação (por exemplo, religião, filosofia)?
3. O que é um experimento?
4. O desenvolvimento do conhecimento científico requer experimentos? a) Se sim, explique por que. Dê um exemplo para defender sua posição. b) Se não, explique por que. Dê um exemplo para defender sua posição.
5. Livros-texto de ciência freqüentemente representam o átomo como um núcleo central composto de prótons (partículas carregadas positivamente) e nêutrons (partículas neutras), com elétrons (partículas carregadas negativamente) orbitando ao redor daquele núcleo. Qual o grau de certeza que os cientistas têm acerca da estrutura do átomo? Que evidência específica, ou tipos de evidência, você pensa que os cientistas utilizaram para determinar com que um átomo se parece?
6. Você acha que há diferença entre uma teoria científica e uma lei científica? a) Se sim, explique por que. Dê um exemplo para defender sua posição. b) Se não, explique por que. Dê um exemplo para defender sua posição.
7. Após os cientistas terem desenvolvido uma teoria científica (por exemplo, a teoria atômica, a teoria da evolução), a teoria pode transformar-se? a) Se você acredita que as teorias científicas não mudam, explique por que. Defenda sua resposta com exemplos. b) Se você acredita que as teorias científicas de fato mudam: (b1) Explique por que as teorias mudam. (b2) Explique por que nós nos preocupamos em aprender teorias científicas, considerando que as teorias que aprendemos poderão mudar. Defenda sua resposta com exemplos.

8. Livros-texto de ciências definem uma espécie como um grupo de organismos que compartilham características similares e podem cruzar uns com os outros produzindo filhos férteis. Qual o grau de certeza que os cientistas têm acerca de sua caracterização do que é uma espécie? Que evidência específica você pensa que os cientistas utilizaram para determinar o que é uma espécie?
9. Acredita-se que há cerca de 65 milhões de anos os dinossauros se extinguiram. Entre as hipóteses formuladas pelos cientistas para explicar a extinção, duas gozam de maior apoio. A primeira, formulada por um grupo de cientistas, sugere que um imenso meteorito atingiu a Terra há 65 milhões de anos e acarretou uma série de eventos que causou a extinção. A segunda hipótese, formulada por um outro grupo de cientistas, sugere que grandes e violentas erupções vulcânicas foram responsáveis pela extinção. Como essas conclusões diferentes são possíveis se os cientistas de ambos os grupos tiveram acesso a e utilizaram o mesmo conjunto de dados para obter suas conclusões?
10. Os cientistas realizam experimentos/investigações científicas quando estão tentando encontrar respostas para as questões que eles propuseram. Os cientistas usam sua criatividade e imaginação durante suas investigações? a) Se sim, então em que estágios das investigações você acredita que os cientistas utilizam sua imaginação e criatividade: projeto e planejamento; coleta de dados; após a coleta de dados? Por favor, explique por que os cientistas usam a imaginação e a criatividade. Forneça exemplos se for apropriado. b) Se você acredita que cientistas não usam a imaginação e a criatividade, por favor, explique por que. Forneça exemplos se for apropriado.
11. Algumas pessoas afirmam que a ciência é impregnada por valores sociais e culturais. Isto é, a ciência reflete os valores sociais e políticos, as suposições filosóficas e as normas intelectuais da cultura na qual ela é praticada. Outras pessoas afirmam que a ciência é universal. Isto é, a ciência transcende as fronteiras nacionais e culturais e não é afetada por valores sociais, políticos e filosóficos e pelas normas intelectuais da cultura na qual ela é praticada. a) Se você acredita que a ciência reflete valores sociais e culturais, explique por que e como. Defenda sua resposta com exemplos. b) Se você acredita que a ciência é universal, explique por que e como. Defenda sua resposta com exemplos.

2.4 REVISÃO GERAL SOBRE PESQUISAS REALIZADAS NO DOMÍNIO CONCEPÇÕES ACERCA DA NATUREZA DA CIÊNCIA - DOS RESULTADOS

2.4.1 A utilização de questionários do tipo complete a frase - O pioneirismo de Mead & Métraux

Mead e Métraux (1957), foram pioneiros em abordar a temática Concepções sobre a atividade científica (REIS; RODRIGUES; SANTOS, 2006). Em um estudo envolvendo mais de 120 escolas, com 43.500 alunos da *high school* (equivalente ao Ensino Médio brasileiro) nos Estados Unidos, pesquisaram que concepções estes estudantes tinham a respeito da Ciência. Para tanto, utilizaram-se de uma metodologia, na qual os estudantes recebiam um questionário contendo frases que deveriam ser completadas pelos alunos. A Ciência, de um modo geral, foi relacionada como uma coisa boa. Em geral, as concepções de Ciência que estes pesquisadores encontraram no grupo pesquisado foram: sem a Ciência viveríamos em cavernas; ela é responsável pelo progresso; é necessária para a defesa da nação; é responsável pela preservação da vida e por promover saúde e conforto à população.

Mais especificamente, estes pesquisadores levantaram concepções a respeito da Ciência (em geral), da imagem consensual a respeito do cientista (afirmações comuns a todos os respondentes); da imagem positiva do cientista e da imagem negativa deste.

Mead e Métraux encontraram no grupo de alunos estudados, as seguintes concepções sobre Ciência:

- É um campo muito amplo e que pode ser considerada como uma única unidade ou ainda composta por entidades como a química, física e biologia unidas pela personalidade do cientista;
- Relaciona-se pouco com a concepção do homem construído socialmente, a não ser que os produtos da Ciência (medicina, bombas) afetem sua vida;
- Os assuntos da Ciência são a física, química e a biologia;
- A matemática não é uma ciência, mas sim uma ferramenta dos cientistas;

- Os métodos da Ciência são: pesquisa e experimentação, invenção, descoberta, exploração e melhoria de coisas já existentes;
- O foco da Ciência é sobre o presente. Quanto ao futuro, é importante para encontrar curas, vida em Marte, novos combustíveis;
- Ciência é feita em laboratório ou em um lugar distante;
- O objetivo da Ciência pode ser altruísta ou, em contraste, pode ser a busca da fama, dinheiro, glória, ou ainda a destruição (dissecação, inimigos, fabricação de explosivos).

Imagem consensual sobre quem é o cientista.

Com relação à imagem consensual sobre o cientista, ele é visto como um homem de jaleco branco que trabalha em laboratório, idoso ou de meia idade e que usa óculos. Ele é pequeno, às vezes pequeno e robusto ou alto e magro. Pode ser calvo, despenteado, usar barba ou deixá-la por fazer. O cientista é cercado por equipamentos como tubos de ensaio, telescópios (ou microscópios) e máquinas misteriosas com cronômetro. Ele gasta seus dias fazendo experimentos, escaneando o céu, misturando substâncias e fazendo experimentações com plantas e animais. Tudo registrado minuciosamente em uma agenda preta.

Também foram encontradas concepções divergentes sobre o cientista: uma positiva e outra negativa.

Imagem positiva do cientista

Quanto à imagem positiva sobre o cientista, ele é considerado como um homem muito inteligente (gênio ou quase gênio), com longos anos de treinamento (no colégio, universidade ou escola técnica). Bastante dedicado ao trabalho e o vê com seriedade. Ele é cuidadoso, paciente, corajoso e de mente aberta. Ele conhece seu trabalho e registra seus experimentos cuidadosamente. Não tira conclusões precipitadas e defende sempre suas idéias quando atacadas. Suporta trabalhar por horas (ou até dia e noite) em laboratório sem comer ou dormir. É preparado para trabalhar por anos sem alcançar resultados e com a possibilidade de fracassar. Mas isso não o desencoraja, pois ele tentará novamente e um dia poderá exclamar "Eu encontrei! Eu encontrei!". Ele é dedicado e não trabalha pelo dinheiro, fama ou glória, mas pelo gênero humano tal como foi a Sra. Curie, Einstein, Oppenheimer e Salk. Pelo seu trabalho as pessoas viverão mais e melhor. Terão

produtos melhores para facilitar a vida e trazer conforto. O cientista é um homem verdadeiramente maravilhoso. Onde estaríamos sem eles? O futuro está sobre seus ombros.

Imagem negativa do cientista

Quanto à imagem negativa, o cientista é um "cérebro". Gasta seus dias em recinto fechado, em laboratório colocando coisas de um tubo em outro. Seu trabalho é desinteressante, lerdo, monótono, tedioso. Depois de anos de trabalho ele pode não encontrar resultados e falhar. Provavelmente não receberá recompensa pelo que fez, nem reconhecimento. Ele pode morar em um lugar úmido, frio e seu laboratório pode ser sujo. Trabalha por si próprio, vive sozinho e tem muitos gastos. Se trabalhar para uma grande companhia, é apenas um "dente na engrenagem" tendo que fazer o que lhe é dito. Suas descobertas podem ficar para a companhia ou não serem utilizadas. Se trabalhar para o governo, tem que manter segredos perigosos, estando sua vida sob constante vigilância e investigação. O cientista nunca está em casa. Está sempre lendo livro. Traz insetos e "coisas arrepiantes" quando vai para a casa. Logo, volta correndo para o laboratório. Ninguém quer ser como um cientista ou casar com ele.

Essas foram, então, as concepções encontradas. Os alunos daquela década (1950) também caracterizaram os cientistas em dois extremos. Ora é calvo, ou é barbudo. Ora busca fama e dinheiro, ou vive pobre por causa de sua integridade.

Embora a imagem com relação a Ciência seja, no geral, positiva, quando os alunos foram questionados sobre a carreira que pretendiam seguir, ou maridos com quem gostariam de casar, a visão da Ciência demonstra-se muito negativa.

O estudo realizado por tais pesquisadores não teve como objetivo pesquisar que proporção de estudantes demonstrou (ou demonstraria) interesse pela carreira científica. Mas objetivou saber como pensam os alunos sobre Ciência e como esses dados poderiam ser usados no ensino de Ciências nos Estados Unidos.

2.4.2 A Utilização de Desenhos de Cientistas como Instrumento de Investigação - o DAST

Fort e Varney (1989) utilizaram-se de um instrumento para aferir concepções a respeito dos cientistas: o DAST (Draw-a-Scientist-Test), o qual foi desenvolvido, em 1983, por Chambers.

O referido instrumento consta da solicitação de um desenho sobre um cientista, acompanhado de legendas que o aluno poderia escrever para explicitar melhor o que desenhou ou o que gostaria de expor.

Por meio do DAST, Fort e Varney (1989) analisaram os desenhos (acompanhados por legendas) feitos por 1654 alunos norte-americanos. Estes eram da 2º ano ao 12º ano de escolaridade nos Estados Unidos. As concepções a respeito das características do cientista foram: quase a totalidade dos desenhos refere-se a cientistas do sexo masculino (99% dos alunos e 89% das alunas desenharam assim); a imagem do cientista "louco" não foi tão freqüente quanto em estudos anteriores; todos os desenhos que denotavam um cientista louco referiam-se a imagens estereotipadas veiculadas por filmes, televisão, livros e revistas. Houve notória influência dos filmes *Frankenstein*, *O médico e o monstro* e *De volta para o futuro*.

Com relação ao que seria um cientista, boa parte dos alunos relacionou como qualquer pessoa que tenha curiosidade sobre o mundo (os cientistas poderiam ser os amigos, pais, professores e colegas). Porém, personalidades famosas foram mais retratadas, tais como: Einstein, Sra. Curie, Pasteur, Carl Sagan, Galileu Galilei, Aristóteles, Thomas Edison e Isaac Newton, dentre outros.

Outros dois pesquisadores a se utilizarem do DAST foram Matthews e Davies (1990). Tal instrumento foi aplicado a alunos da faixa etária de 5 a 11 anos juntamente com uma entrevista, sendo que, no total foram 562 desenhos analisados e 281 alunos entrevistados.

As imagens referidas pelos alunos foram relacionadas com o que viam na escola e também fora dela, sendo que as imagens provenientes externamente à escola demonstraram ser mais expressivas. Assim, as imagens desenhadas têm como origem: livros (83%), televisão (72%), revista em quadrinho

(44%), museus (17%), posters (17%) e "na rua" (5%). Outros 5% afirmaram nunca ter visto uma imagem de um cientista e apenas 5% dos alunos referiram-se diretamente aos professores como sendo as principais influências sobre os desenhos. Apesar de 33% dos alunos afirmarem que houve discussão sobre ciência, no ano letivo anterior, apenas 5% afirmaram lembrar de seus professores terem discutido acerca de ciência e cientistas.

Tais resultados levaram à conclusão de que as imagens que os alunos têm dos cientistas são, na maioria, provenientes de influências externas à escola.

2.4.3 Diagnóstico das Concepções dos Alunos a Respeito da Atividade Científica por Meio de Histórias de Ficção Científica

Reis (2004) desenvolveu uma metodologia que se utiliza das histórias de ficção científica redigidas pelos alunos, como suporte para discussão e análise, sobre a prática científica e características dos cientistas. Segundo Reis e Galvão (2006), os enredos das histórias de ficção demonstram uma combinação de vários elementos:

- a) as idéias e sentimentos dos alunos acerca da ciência;
- b) os valores dos alunos;
- c) as imagens provenientes dos meios de comunicação social, de filmes e de livros de ficção científica;
- d) as representações sociais relativamente aos cientistas e à atividade científica;
- e) o conjunto de elementos que os alunos identificam como parte integrante de uma boa história de ficção científica.

As histórias de ficção científica foram redigidas a pedido do investigador, mas solicitadas aos alunos como um trabalho de casa inserido nas atividades previstas pelas suas professoras. Foi pedido a cada um dos alunos que escrevesse uma história de ficção científica imaginando um grupo de cientistas a

trabalhar numa situação concreta à sua escolha. Estas histórias representaram uma forma de aceder a eventuais concepções dos sujeitos sobre os assuntos em estudo, proporcionando o pretexto para uma discussão aprofundada durante as entrevistas.

Ao final do estudo, o pesquisador concluiu que:

"A metodologia utilizada revelou-se bastante adequada ao diagnóstico de concepções dos alunos sobre as características dos cientistas, a atividade científica e as interações entre ciência, tecnologia e sociedade. Entre os participantes, foi notória a falta de conhecimentos processuais e epistemológicos sobre a ciência, bem como a existência de diversas concepções estereotipadas e deturpadas sobre as características e a atividade dos cientistas." (REIS, 2006, p. 213).

Utilizando-se desse instrumental - as histórias de ficção científica redigidas pelos alunos, questionários e entrevistas para clarificação - Reis (2004) investigou as concepções de um grupo de 5 (cinco) alunos a respeito da CTS. Sua metodologia teve caráter qualitativo em forma de estudos de caso, onde procurou entender as concepções dos alunos por meio de suas falas e escritas a respeito da atividade científica.

Do grupo de alunos pesquisados descrevemos abaixo, sucintamente, os seus títulos de redação, temas e os comentários feitos sobre as concepções a respeito do conhecimento científico e tecnológico, os quais foram o alvo do pesquisador daquele estudo.

O caso de Ana Margarida: "Ninguém consegue investigar sozinho. Tem que ter sempre outros dados que outras pessoas já tenham descoberto antes".

Título da história de ficção científica: A cura para o câncer

Tema: a cura do câncer

Comentários sobre o caso:

Ana Margarida, uma aluna de 17 anos, escreveu sobre a cura do câncer, buscando informações com um parente, o qual é médico. Seu sonho em também ser médica e diminuir o sofrimento humano é retratado no enredo de sua história de ficção.

As concepções a respeito do conhecimento científico e tecnológico evidenciados nesse caso foram:

- Cientistas como pessoas especiais, de forma altruísta, determinada, persistente e dedicada;
- Procuram descobrir soluções para os problemas da sociedade;
- Trabalho do cientista é árduo com noites sem descanso;
- O que motiva um cientista é o desejo de diminuir o sofrimento humano;
- Outra motivação é a fama e o reconhecimento da comunidade científica, porém em segundo plano;
- Atividade científica é coletiva;
- Teorias científicas são universalmente aceitas após terem sido estabelecidas como verdadeiras pela comunidade de cientistas (a busca do consenso);
- O futuro é promissor quanto ao avanço científico e tecnológico, mas a ciência pode ser utilizada de forma positiva ou negativa. Muitas curas serão descobertas e dependerá inteiramente da ética e moral dos cientistas e cidadãos decidir como utilizar o conhecimento científico;
- Considera questão controversa a clonagem e não concorda com a clonagem de humanos para doação de órgãos.
- Quem contribui para seu conhecimento sobre questões científicas / tecnológicas controversas são a família e os professores.

O Caso de Miguel: "Acredito que existe muita investigação feita em segredo... Depois acontecem acidentes e as pessoas não sabem".

Título da história de ficção científica: A Conspiração.

Tema: trabalho científico em segredo, problemas ambientais.

Comentários sobre o caso:

Miguel, um aluno de 17 anos, escreveu sobre o trabalho científico realizado em segredo. O que o levou a escrever sobre a problemática ambiental foi sua atração pela Engenharia e pela temática da radiação. Para ele, o enredo da sua história revela muitas das suas idéias e preocupações, notadamente sobre a forma como pensa que o empreendimento científico é conduzido.

As concepções a respeito do conhecimento científico e tecnológico evidenciados nesse caso foram:

- Cientistas como pessoas normais (onde considera constitutivo da humanidade a ganância e a ambição).
- Os trabalhos secretos são assegurados pelo estado e a mídia é manipulada pelos cientistas e grupos de poder;
- A população não tem controle nenhum sobre a atividade científica, e é manipulada por tal atividade;
- A Ciência é caracterizada pela produção de artefatos tecnológicos;
- Outra motivação é a fama e o reconhecimento da comunidade científica, porém em segundo plano;
- Atividade científica embora seja coletiva é norteadas pelos grupos mais poderosos;
- As teorias científicas são provisórias, nunca assumindo o estatuto de verdades em virtude da possibilidade de sofrerem reformulação, após descoberta de novos dados.
- Considera como questões controversas a interpretação do genoma humano, clonagem de seres humanos e radiações emitidas por telefone celular. Considera ainda que a engenharia genética e a clonagem são desafios às leis da natureza, com os quais não concorda, independentemente das suas potencialidades.
- Declara que a discussão dos temas controversos em sala de aula está mal organizada, quando quem ensina não estimula a discussão.
- A televisão é citada como principal responsável pelo esclarecimento de questões sócio-científicas controversas, embora também afirme que ela seja limitada.

O Caso de Jaime: "Deve haver cientistas assim, um pouco... fora do normal".

Título da história de ficção científica: O monstro

Tema: clonagem, manipulação genética.

Comentários sobre o caso:

Jaime, um aluno de 17 anos, escreveu sobre um monstro criado a partir da fusão de códigos genéticos entre humano e outro animal. Segundo Jaime, isso foi possível graças a clonagem e a transferência de códigos genéticos. Para escrever a história, inspirou-se no filme "O médico e o monstro" e, embora a história seja inventada, admite a possibilidade de que seja também real.

As concepções a respeito do conhecimento científico e tecnológico evidenciados nesse caso foram:

- Cientistas vistos de forma bastante heterogênea: como pessoas que trabalham em segredo; altruístas; loucos com projetos perigosos e eticamente questionáveis.
- Concepção utilitária da ciência: ela é motivada pela resolução de problemas da humanidade e não com a produção de conhecimento.
- Outra motivação é a fama e o reconhecimento da comunidade científica, porém em segundo plano;
- Esclarecimento de questões sócio-científicas controversas: a internet, primeiramente e depois por "alguns professores".
- Quanto ao futuro da ciência / tecnologia demonstra confiança e cautela (para evitar efeitos colaterais não previstos).

O Caso de Nídia: "Não foi por querer que escrevi acerca de um cientista homem. Calhou... Geralmente, ouve-se isso."

Título da história de ficção científica: O que será?!

Tema: extraterrestres e cientista que busca interpretar fenômenos

Comentários sobre o caso:

Nídia, uma aluna de 18 anos, escreveu sobre a observação de OVNIS e extraterrestres e a busca de um cientista em interpretar tais fenômenos, sendo seu interesse por tal temática que a levou a escrever uma história assim. Para o enredo, baseou-se em filmes e *internet*.

As concepções a respeito do conhecimento científico e tecnológico evidenciados nesse caso foram:

- Cientistas do gênero masculino, pois, segundo ela, geralmente ouve-se isso;

- Cientistas distinguem-se das demais pessoas por trabalharem mais arduamente com as "novas tecnologias";
- Atividade científica é coletiva;
- A construção de teorias científicas se dá pela acumulação de evidências experimentais;
- Quanto ao futuro, admite a possibilidade de surgirem aspectos positivos (melhoria das condições de vida, por exemplo) e negativos (poluição e efeitos colaterais adversos), dependendo das opções dos cientistas e dos cidadãos.
- Considera questão controversa a clonagem e a co-incineração, sendo que recebe as informações deste temas por meio da televisão. Afirma jamais ter discutido tais temas em aula.

O Caso de Ana Sofia: "A ciência não é uma exclusividade dos cientistas, afeta toda a sociedade e, portanto, as pessoas têm que estar bem informadas para poderem fazer uma opção."

Título da história de ficção científica: Viagem ao futuro.

Tema: Eventos catastróficos originados do uso irresponsável da Ciência e da Tecnologia (clonagem).

Comentários sobre o caso:

Ana Sofia, uma aluna de 17 anos, escreveu sobre as conseqüências da utilização irresponsável da clonagem. Também é identificado em sua história de ficção o descontrole que os cientistas têm sobre o resultado da clonagem. Embora seja de nacionalidade portuguesa, Sofia descreve uma ficção dentro de uma perspectiva norte-americana. Isso, segundo ela, se deve a influência que recebe de filmes de ficção científica que são, na maioria das vezes, feitos pelos Estados Unidos.

As concepções a respeito do conhecimento científico e tecnológico evidenciados nesse caso foram:

- Ciência e a tecnologia têm duas faces: uma boa (gera bem-estar) e outra ruim (efeitos imprevistos no ambiente e sociedade).

- Quanto a clonagem, acredita que todos os cidadãos devem estar suficientemente informados para refletirem e poderem tomar decisões conscientes.
- Cientistas são pessoas extremamente objetivas e considera que eles sejam predominantemente do sexo masculino.
- Discutiu poucos temas controversos (como a clonagem e a engenharia genética) em sala de aula. Quando discutiu tais temas eram limitados as aulas de Filosofia.
- Considera a televisão e revistas como principais fontes de informação a respeito de temas controversos.

Da análise global das 41 redações de ficção científica, Reis encontrou 63% correspondente a cientistas exclusivamente do sexo masculino. Apenas uma redação foi escrita com cientista exclusivamente do sexo feminino e em seis redações há presença dos dois sexos. Em oito redações não foram especificados os sexos dos cientistas.

Para Reis (2004) as histórias de ficção científica escritas pelos alunos alvo de sua pesquisa não constituem um retrato fiel de suas concepções. Ele acredita que tais histórias mesclam valores pessoais, concepções e sentimentos acerca da Ciência e Tecnologia, imagens provenientes de programas de televisão, filmes e livros de ficção científica. Também estariam inclusos aspectos que os alunos consideram como integrantes de uma boa história. Assim, essas histórias proporcionaram indícios de eventuais concepções sobre o empreendimento científico que poderiam ser clarificados, aprofundados e discutidos por meio de entrevista. Essas histórias incluíam elementos de concepções sobre:

- a) os conceitos de Ciência e Tecnologia;
- b) as interações entre Ciência, Tecnologia e sociedade;
- c) as características dos cientistas e da sua atividade.

2.4.4 Triangulação entre histórias de ficção e o DAST

Mais recentemente Reis, Rodrigues e Santos (2006) utilizaram-se também de desenhos de cientistas (contendo legendas), elaborados pelos alunos. Juntamente com os desenhos, foi requerida uma redação de uma história imaginando um grupo de cientistas a trabalhar numa situação concreta a escolha do aluno. Seguiu-se, então, uma entrevista semi-estruturada com alguns alunos. Ao todo foram 48 alunos como grupo pesquisado, do 2º e 4º ano de escolaridade (7 a 9 anos de idade). Destes alunos, foram selecionados 4, por sorteio, sendo dois meninos e duas meninas para a realização da entrevista. Enquanto a análise geral dos alunos proporcionou uma visão geral sobre as concepções, no estudo destes 4 casos obteve-se um maior aprofundamento acerca das concepções de ciência, dos cientistas e das eventuais origens de tais concepções.

Os resultados encontrados por estes pesquisadores foram no geral:

- Grande entusiasmo pela atividade científica;
- Idéias deturpadas e estereotipadas sobre o empreendimento científico entre os alunos;
- As idéias sobre ciência têm origem principalmente de telejornais, revistas em quadrinho, desenhos animados e filmes;
- Ausência de discussão de temas científicos em sala de aula.

De forma mais específica, os investigadores encontraram no seu grupo de pesquisa influências de filmes, desenhos animados e quadrinhos no enredo de 19,6% das histórias feitas pelos alunos. Muitos dos cientistas representados, tanto nos desenhos quanto nas histórias, eram de estereótipos já encontrados na literatura (MATTEWS; DAVIES, 1999). A maioria dos cientistas foi representada como sendo do sexo masculino (apenas 9 desenhos e 4 histórias elaborados por alunas referem-se ao sexo feminino e apenas 1 rapaz representa cientistas do sexo feminino). Eles também vestem jaleco (34% dos desenhos), usam óculos (10,6% dos desenhos), têm barba (10,6% dos desenhos) e aspecto excêntrico (6,4% dos desenhos).

Quanto às histórias, 8 delas (ou seja, 17,4%) referiam-se a cientistas loucos, frequentemente divulgados por filmes e desenhos. No enredo de 12 histórias

(26,1%), o cientista é motivado pelo seu altruísmo (o bem estar da humanidade). O reconhecimento pessoal aparece em 8 histórias (17,4%). A obtenção de conhecimento aparece também em 8 histórias (17,4%) e a ganância ou desejo de poder aparece em 4 histórias (8,7%).

De acordo com a maioria dos desenhos e das histórias, a atividade científica desenvolve-se em laboratório (27 desenhos - 57,5% e 16 histórias - (27 desenhos -57,5%; 16 histórias - 34,8%) e envolve, essencialmente: a) a preparação de "poções" pela mistura de líquidos contidos em tubos de ensaio, provetas e frascos de vidro (17 desenhos - 36,2%; 9 histórias - 19,6%); b) a descoberta de seres vivos ou corpos celestes por meio da utilização de instrumentos ópticos como o microscópio, o telescópio ou a lupa (10 desenhos - 21,3%; 3 histórias - 6,5%); e c) a realização de experiências envolvendo animais (5 desenhos - 10,6%; 5 histórias - 10,9%).

De modo geral, houve a conclusão de que os alunos vêm a ciência positivamente. Contudo, acreditam que ela possa ter duas faces (assim como foi relatado na investigação de MEAD; MÉATRAUX, 1957).

Capítulo III

**DETALHAMENTO DA METODOLOGIA DO TRABALHO
E DA TOMADA DE DADOS**

Devido à subjetividade dos pesquisados (alunos) e as possibilidades diversas de interpretação de cada um dos sujeitos sobre a realidade (neste caso a ciência e os cientistas), o presente estudo configura-se com dois caracteres: um quantitativo e outro qualitativo.

A análise quantitativa dos dados servirá para explicitar as proporções de alunos com determinados tipos de concepções sobre:

- A ciência como sendo universal ou refletindo valores sociais e culturais;
- O número de alunos que considera suas histórias de ficção com características de um cientista real;
- Características mais frequentemente citadas sobre os cientistas.

Devido ao número de alunos, sujeitos da pesquisa, não ser demasiadamente grande - 80 alunos - não houve enfoque no sentido de fazer generalizações estatísticas. O que se pode então fazer, por parte de grupos de pesquisa sobre o mesmo tema, são generalizações naturalísticas. Isto é, partindo das descobertas realizadas na presente investigação, outro pesquisador pode indagar:

"o que eu posso (ou não) aplicar deste caso na minha situação?"
(LÜDKE; ANDRÉ, 2005, p. 19.)

Por sua vez, o enfoque qualitativo busca o sentido expresso nas escritas dos alunos de modo que se possam inferir possíveis explicações a respeito daquilo que eles escrevem sobre a prática científica. Para tal, foi utilizado um enfoque interpretativo (DENZIN; LINCOLN, 2000) por análise de conteúdo (BARDIN, 1994; BOGDAN; BICKLEN, 1994. LAVILLE; DIONNE, 1999) utilizando-se de mapas conceituais construídos sobre os elementos inferidos a partir das histórias de ficção e questionários.

Para Bardin (1994) a análise de conteúdo compreende:

"Um conjunto de técnicas de análise de comunicações, que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) dessas mensagens."
(BARDIN, 1994, p. 15).

1 ETAPAS DA INVESTIGAÇÃO

1 - Encontro com a direção da escola pesquisada e esclarecimento da pesquisa proposta.

O primeiro encontro com a direção escolar teve como objetivo o esclarecimento do projeto de pesquisa. Neste encontro foram relatados os objetivos do projeto: investigar as concepções sobre o empreendimento científico. Também foi apresentado um termo de consentimento livre e esclarecido, no qual constava a garantia do anonimato dos participantes do projeto. Não houve resistência por parte da escola, pois o pesquisador faz parte do corpo docente. Isto também facilitou o andamento da pesquisa, pois já havia, por parte do professor-pesquisador, um conhecimento sobre a cultura escolar: direção, ambiente e características dos alunos.

2 - Encontro com os alunos e solicitação das redações.

Foi acordado com os sujeitos da pesquisa o tempo de 2 semanas para elaboração das histórias. Como a escola disponibilizava seu laboratório de informática, foi requerido que cada participante digitasse sua história em formato .doc. Outras recomendações foram: utilização da fonte ARIAL, tamanho 12, para padronizar as redações. Deveria constar, no início da história, um título sobre o tema.

Cada aluno, participante do grupo pesquisado, levou consigo um termo de consentimento (autorização) para seu pai ou responsável optar por estar ou não de acordo com a participação do menor.

3 - Leitura das redações e clarificação.

Para clarificação das redações, foi utilizado um instrumento na forma de questionário. Este consta de uma série de perguntas sobre a história de ficção, buscando separar o que o aluno considera como "imaginativo" daquilo que ele considera real. Isto é, o professor-pesquisador trabalha com a hipótese de que os

alunos, mesmo escrevendo uma história inventada, demonstram seus valores e crenças sobre aquilo que escreveram. Acredita-se, segundo Reis (2004), que os enredos das histórias de ficção científica elaboradas demonstram uma combinação de vários elementos, tais como:

- a) as idéias e sentimentos dos alunos acerca da ciência;
- b) os valores dos alunos;
- c) as imagens provenientes dos meios de comunicação social, de filmes e de livros de ficção científica;
- d) as representações sociais relativamente aos cientistas e à atividade científica;
- e) o conjunto de elementos que os alunos identificam como parte integrante de uma boa história de ficção científica.

Logo, o enredo das histórias de ficção científica torna-se um misto de imaginação e de crenças pessoais. As histórias, por si mesmas, não dão um retrato direto sobre as concepções que os alunos possuem a respeito da atividade científica, mas são passíveis de clarificação. Ou seja, dessas histórias pode-se extrair as concepções a respeito de tal atividade, neste caso por meio de um questionário validado para tal.

Partindo da premissa de que os agentes não-formais são, em parte, responsáveis por transmitir uma imagem distorcida a respeito dos cientistas e da sua atividade (REIS, 2004), e que os alunos estão constantemente expostos a estes agentes, buscou-se os temas freqüentes em suas redações. Em diversos estudos (FORT; VARNEY, 1989; AIKENHEAD, 1998; MATTHEWS; DAVIES, 1999) realizados com alunos com idade escolar que variavam entre 8 e 18 anos, foram creditados, como responsáveis pela transmissão de um estereótipo de ciência, nomeadamente: a televisão, filmes (como Frankenstein; O Médico e o Monstro), jornais, revistas, livros, escola e colegas. Nas primeiras investigações (FORT; VARNEY, 1989. AIKENHEAD, 1998) a televisão foi o principal agente não-formal considerado pelos alunos como responsável pela transmissão dessa imagem distorcida dos cientistas. Porém, com Mathews e Davies (1999) a responsabilidade, do ponto de vista dos alunos, foi creditada tanto para a televisão quanto para a escola. Convém ressaltar que este último estudo envolveu 132 alunos entre 13 e 15

anos, enquanto no somatório dos alunos pesquisados nos dois primeiros estudos é de 1627.

Acredita-se, também, que as questões sócio-científicas controversas (como a utilização de células tronco embrionárias, por exemplo) poderiam servir como tema para as redações. Durante a leitura das redações, os temas enfocados por parte dos alunos foram sondados pelo professor-investigador, com o intuito de se verificar a presença de título para cada história, como foi requerido no início. A importância do título, para o pesquisador, deve-se a padronização desses documentos para que, futuramente na análise de conteúdo, facilitasse a referência do texto. Quando houve ausência de título, o pesquisador requisitou novamente àqueles que faltaram com este quesito. Para que as redações pudessem servir como um documento importante para a investigação sobre as concepções a respeito da atividade científica, foram excluídas, para análise de conteúdo, as redações de alunos que, na questão 1.4 do questionário (encontra-se, a seguir, intitulado como: História de ficção científica), afirmaram que consideram os cientistas descritos na história apenas como cientistas fictícios.

Para a análise de conteúdo das redações, foi usado como referencial Bardin (1994) e La Ville e Dione (2005). Os textos foram lidos na íntegra e posteriormente lidos juntamente com o questionário respondido pelo aluno.

Para estudar a correspondência entre aquilo que o aluno escreve em sua história de ficção científica e aquilo que ele acredita (suas concepções a respeito da atividade científica), foram analisados seus questionários, principalmente as 4

(quatro) primeiras questões, as quais são perguntas direcionadas a própria história. As demais questões serviram para confirmar tal correspondência.

Outros objetivos do questionário, além da clarificação das redações, foram:

- Buscar se os alunos referem-se à Tecnociência (como a Biotecnologia) quando questionados sobre Ciência;
- Investigar se os alunos diferenciam Tecnologia e Ciência;
- Investigar que perspectivas os alunos expressam a respeito das interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade;
- Levantar quais as fontes de informação dos alunos sobre as questões científicas (ou tecnocientíficas) de forma geral.

4 - Confeção e validação do questionário

A confeção do questionário teve como base um outro: o questionário Q1 e a guia de perguntas para entrevista, elaborada por Reis (2004), com adaptações da versão em português de Portugal para o português do Brasil. Na guia, Reis utiliza-a em forma de entrevista para a clarificação dos enredos das histórias de ficção científica.

Para que a adaptação pudesse ser feita, foi requerido junto ao autor do questionário e da guia, neste caso Pedro Reis, uma autorização para que se pudesse utilizá-las nos moldes dessa pesquisa. A autorização foi concedida, desde que as questões presentes no questionário passassem por uma pilotagem com um grupo de alunos com características semelhantes (idade e escolaridade) para adaptar as questões do formato entrevista para o formato questionário. A adaptação, além de buscar o ajuste para a linguagem brasileira, objetivou também transformar a guia de entrevista em uma série de questões em forma de questionário.

Uma adição feita ao questionário foi a de número 2.7. No questionário piloto ela encontrava-se escrita da seguinte maneira:

2.7 A ciência é afetada por valores sociais, políticos e filosóficos? Defenda seu posicionamento.

Já no questionário final optou-se por sua substituição pela seguinte questão:

2.7 Algumas pessoas afirmam que a ciência é impregnada por valores sociais e culturais. Isto é, a ciência reflete os valores sociais e políticos, as suposições filosóficas e as normas intelectuais da cultura na qual ela é praticada. Outras pessoas afirmam que a ciência é universal. Isto é, a ciência transcende as fronteiras nacionais e culturais e não é afetada por valores sociais, políticos e filosóficos e pelas normas intelectuais da cultura na qual ela é praticada.

a) Se você acredita que a ciência reflete valores sociais e culturais, explique por que e como. Defenda sua resposta com exemplos.

b) Se você acredita que a ciência é universal, explique por que e como. Defenda sua resposta com exemplos.

O principal motivo que levou a substituição da questão foi o fato desta última já fazer parte de um instrumento elaborado e validado por Norm Lederman et al (2002), intitulado VNOS - C (Views of the Nature of Science, Form C). A versão para o português brasileiro foi validada por El-Hani *et al.*(2004) por retro-tradução¹⁴.

Durante o processo de validação do questionário do presente estudo, foi consultado um perito em língua portuguesa brasileira (possuidor de doutorado na área) para que pudesse fazer as correções e modificações em termos de melhor clareza para o aluno de ensino médio.

Desta forma, após a pilotagem, envolvendo 57 alunos, os questionários foram lidos e as questões foram remodeladas para diminuir a ambigüidade na interpretação das perguntas.

Segue abaixo os questionários originais e modificações feitas:

Questionário original de Pedro Reis (2006)

¹⁴ Retro-tradução é um processo para aumentar a confiabilidade de questionários traduzidos. A tradução é feita para a língua materna e após essa tradução, outra pessoa *expert* na língua de origem do documento, o traduz novamente para a língua original. Os documentos, traduzido e retro-traduzido, são então cotejados para, finalmente, chegar a uma versão final.

QUESTIONÁRIO SOBRE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

1.1 Nome _____ 1.2 Idade ____ 1.3 Ano que frequentas _____

2.1 Indica três palavras que associes a ciência.

2.2 Indica três palavras que associes a tecnologia.

2.1 Nos últimos anos, várias questões científicas e/ou tecnológicas têm sido marcadas pela controvérsia e por fortes discussões. Lembras-te de algumas?

2.2 Qual é a tua opinião sobre estas questões polémicas?

2.3 Nas tuas aulas de Ciências Naturais já abordaram/discutiram alguma questão polémica relacionada com ciência e tecnologia? Em caso afirmativo, indica qual (ou quais).

2.4 Na tua opinião, quem contribui para o teu esclarecimento acerca destas questões científicas polémicas?

Guia para entrevistas de Pedro Reis (2004):

GUIA PARA A DISCUSSÃO DOS ENREDOS DAS HISTÓRIAS DE FICÇÃO CIENTÍFICA DURANTE A ENTREVISTA

1. Por que razão escolheste este enredo para a tua história de ficção científica?

2. Qual é a tua opinião pessoal sobre o tema da história?

3. Qual é a proveniência da informação que utilizaste na história?

4. Acreditas que os cientistas são tal e qual como os descreveste?

5. Acreditas que os cientistas possuem certas características que os distinguem do resto da população? Na tua opinião, em que consiste o trabalho de um cientista? Quais são as motivações profissionais dos cientistas?

6. Qual é a tua opinião sobre o futuro da ciência e da tecnologia?

Questionário adaptado para a presente investigação:

HISTÓRIA DE FICÇÃO CIENTÍFICA

Questionário sobre ciência/tecnologia e sociedade

As suas respostas são muito importantes. Procure **esclarecê-las ao máximo**.

Nome: Idade: Série:

1.1 Por que razão você escolheu este enredo para a sua história de ficção científica?

1.2 Qual a sua opinião sobre o tema da história?

1.3 Além da sua imaginação, de onde são provenientes as informações utilizadas na história?

1.4 Você acredita que os cientistas são tal e qual você os descreve? Defenda seu ponto de vista.

2.1 Em sua opinião, os cientistas possuem certas características que os distinguem do resto da população? Quais são suas características?

2.2 Para você, em que consiste o trabalho de um cientista e quais são suas motivações profissionais?

2.3 Que relação você percebe entre a ciência e a sociedade? São positivas ou negativas? Por quê?

2.4 Para você o que é biotecnologia? É uma ciência? Defenda seu ponto de vista.

2.5 Há diferenças entre os cientistas envolvidos com a biotecnologia e os demais cientistas? (características, motivações, etc.). Defenda seu ponto de vista.

2.6 Para você a tecnologia é sinônimo de ciência? Marque um X: **Em a** - Se você acredita que sim, cite três palavras que você associa a ela. **Ou em b** - Se você acredita que não são sinônimos, cite três palavras que você associa à tecnologia e três palavras que você associa à ciência.

a

b

Ciência:

Tecnologia:

2.7 Algumas pessoas afirmam que a ciência é impregnada por valores sociais e culturais. Isto é, a ciência reflete os valores sociais e políticos, as suposições filosóficas e as normas intelectuais da cultura na qual ela é praticada. Outras pessoas afirmam que a ciência é universal. Isto é, a ciência transcende as fronteiras nacionais e culturais e não é afetada por valores sociais, políticos e filosóficos e pelas normas intelectuais da cultura na qual ela é praticada.

a) Se você acredita que a ciência reflete valores sociais e culturais, explique por que e como. Defenda sua resposta com exemplos.

b) Se você acredita que a ciência é universal, explique por que e como. Defenda sua resposta com exemplos.

2.8 Qual é a sua opinião sobre o futuro da biotecnologia, da ciência e da sociedade?

2.9 Nos últimos anos, várias questões científicas e/ou tecnológicas têm sido marcadas pela controvérsia e por fortes discussões. Lembra-se de algumas? Quais?

2.10 Qual a sua opinião sobre estas questões?

2.11 Em sua opinião quem tem contribuído para seu conhecimento a respeito dessas questões? Como?

2.12 Em suas aulas de Ciências (Química, Física, Biologia) já abordaram/discutiram alguma questão polêmica relacionada com ciência e tecnologia? Em caso afirmativo, indique qual (ou quais).

2.13 Qual é a sua opinião sobre o futuro da ciência?

Obrigado.

Fabiano Antunes

Neste questionário adaptado, foram incluídas questões referentes à biotecnologia para que se pudesse comparar o conhecimento do termo "biotecnologia" com as demais questões do questionário e com a história de ficção por ele escrita.

A opção metodológica pelo questionário deveu-se principalmente pela possibilidade de serem analisados vários sujeitos de pesquisa em um tempo menor do que seria necessário para as entrevistas. Outro fator levado em consideração, na escolha de questionários, foi a disponibilidade de computadores na

escola, onde os alunos puderam utilizar do programa *Excel* para digitarem suas respostas, o que também facilitou no tratamento posterior dos dados.

5 - A aplicação dos questionários

Após a entrega das histórias de ficção científica foi solicitado que os alunos respondessem ao questionário (já pilotado) exposto anteriormente.

Foram 3 turmas da 2ª série do Ensino Médio a responderem os questionários. O número total de respondentes foi de 80 (oitenta) alunos, tanto para os questionários quanto para a elaboração das ficções científicas.

Para a aplicação dos questionários, as turmas foram divididas em grupos de 20 alunos. Isso possibilitou que, durante a aplicação do questionário, o professor investigador pudesse esclarecer quaisquer dúvidas que viessem surgir durante a elaboração das respostas dos alunos. Estes tiveram o tempo de 1 hora / aula (50 minutos) para a conclusão de suas respostas.

6 - O tratamento dos dados: as histórias de ficção científica e os questionários.

Acredita-se que as histórias de ficção científica escritas pelos alunos contenham elementos de suas concepções sobre a atividade científica, passíveis de clarificação (REIS, 2004).

A leitura das histórias de ficção foi realizada conjuntamente com a leitura da questão 1.4: *Você acredita que os cientistas são tal e qual você os descreve? Defenda seu ponto de vista.* Quando houve concordância nessa questão, se buscou os elementos que caracterizavam a atividade científica dentro da história e também em outras questões presentes no próprio questionário. Quando a resposta foi negativa: *"Minha história de ficção não tem relação com o que eu penso da ciência (ou do cientista). É apenas uma história interessante..."* a história de ficção não foi aprofundada nem tampouco triangulada com o questionário.

As histórias dos alunos que enfaticamente responderam Sim à questão 1.4 foram agrupadas de modo que sofressem posterior triangulação com as demais questões presentes no questionário.

Foram sorteados 7 alunos deste grupo, sendo que as concepções de cada um deles foram aprofundadas em forma de estudos de caso.

Em cada caso, com caráter claramente qualitativo, consta:

- Nome do aluno, sendo este nome criado pelo pesquisador devido ao sigilo acordado;
- Um texto, elaborado pelo pesquisador, que abrange as respostas do aluno no questionário;
- A história de ficção científica escrita pelo aluno, na qual se adicionou a numeração dos parágrafos com o objetivo de facilitar sua leitura na análise de conteúdo;
- Análise do conteúdo, tanto do texto quanto da história de ficção científica escrita, comparando tal análise com os resultados encontrados por outros pesquisadores;
- Mapa conceitual, elaborado pelo pesquisador com base na análise de conteúdo, que resume os elementos que demonstraram relação com: Ciência, cientista, Tecnociência, Biotecnologia e a sociedade.

Ao final dos casos foi realizada uma análise global destes tendo como referência os sete mapas conceituais construídos pelo pesquisador.

Após os estudos de caso, os questionários de todos os sujeitos de pesquisa foram analisados quantitativamente e também qualitativamente. Esta última modalidade de pesquisa, porém, não pôde ser tão aprofundada quanto no caso daqueles onde se construíram os mapas conceituais, enfocando-se somente a questão 2.7 para entender o que os alunos pensam sobre valores associados à Ciência. Das respostas dadas a esta questão foram feitas considerações com o referencial de Lacey (1998) e de Gil Pérez *et al* (2001).

Ao final foram feitas considerações sobre o ensino da Natureza da Ciência, frente aos resultados obtidos na presente pesquisa.

Capítulo IV

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Gostaríamos de situar como serão apresentados os resultados e sua discussão antes de dar prosseguimento. Os resultados a seguir são apresentados em conjunto com sua discussão e tal opção teve o propósito de facilitar a leitura de tais resultados, sendo que deixá-los para discutir somente ao final poderia tornar a leitura "crua" de resultados, a nosso ver, uma tarefa enfadonha.

Primeiramente apresentamos o grupo de alunos alvo da pesquisa: 80 alunos. Estes foram classificados em grupos e subgrupos, com o intuito de encontrar que alunos poderiam ter suas redações de ficção científica cotejadas com os questionários, para formar os estudos de caso.

Mais adiante apresentamos os estudos de caso, os quais são seguidos por seus respectivos mapas conceituais, construídos pelo pesquisador. Ao final dos estudos de caso (que são sete) é feita uma análise global destes.

Por fim, é feita uma análise sobre o grupo mais amplo de alunos (enfoque mais quantitativo, mas ainda com características qualitativas) com respeito à Ciência (ou Tecnociência). Buscou-se interpretar as respostas dadas pelos alunos à questão 2.7 do questionário (anexo) para investigar se os alunos consideram a Ciência como universal ou influenciada por valores sociais.

1 CONCEPÇÕES DO GRUPO MAIS AMPLO DE ALUNOS

O professor-pesquisador requisitou de seus alunos as ficções científicas (conforme consta na metodologia) e, destas ficções, foram excluídas do grupo dos sujeitos da pesquisa aquelas que não envolveram cientista(s) em sua redação.

Tabela 3 –

Total de alunos	Redações	Questionários respondidos	Redações em que havia(m) cientista(s)
90	80	80	74

As questões 1.1 a 1.4 do questionário referem-se diretamente à ficção científica escrita pelos alunos e que estão descritas abaixo:

- Por que razão você escolheu este enredo para a sua história de ficção científica?
- Qual a sua opinião sobre o tema da história?
- Além da sua imaginação, de onde são provenientes as informações utilizadas na história?
- Você acredita que os cientistas são tal e qual você os descreve? Defenda seu ponto de vista.

A respeito da questão 1.4, esta serviu para separar os sujeitos de pesquisa em 6 grupos, identificados aqui como grupos A, B, C, D, E e F, conforme as respostas dadas ao questionamento feito:

- **A** - Aqueles que responderam SIM de forma enfática (os cientistas reais são exatamente como os descrevi na história ou, pelo menos, a maioria deles é assim);

- **B** - Aqueles que responderam SIM, mas afirmaram haver vários tipos de cientistas;
- **C** - Aqueles que responderam SIM, mas afirmaram que haveria características comuns entre os reais e os fictícios, não todas descritas.
- **D** - Aqueles que afirmaram NÃO. Os cientistas descritos não são considerados como os reais;
- **E** - Aqueles que afirmaram NÃO SEI / TALVEZ;
- **F** - Não responderam à questão.

Destas respostas segue o gráfico a seguir:

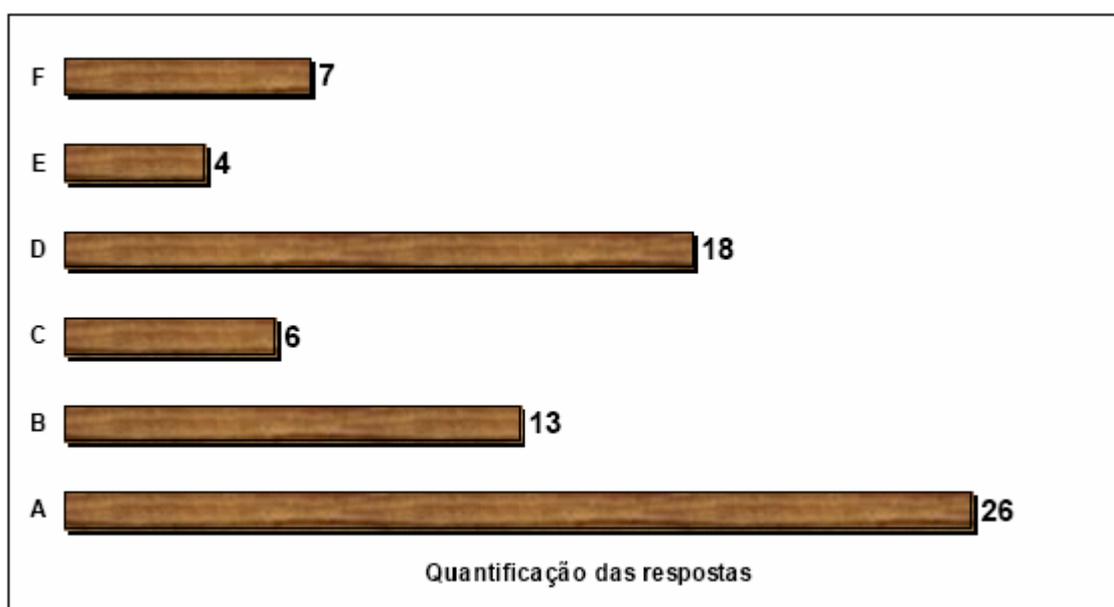


Figura 2 – Quantificação das respostas dos alunos de acordo com suas posições em relação aos cientistas descritos em suas histórias. Total de 74 respostas. Respostas válidas: 63 (dos grupos A, B, C e D)

Observa-se, a partir do gráfico acima, que a maior parte dos alunos considera os cientistas de suas histórias como sendo cientistas reais.

Dos 63 alunos que responderam à questão 1.4, dentro dos grupos A, B, C e D, 45 afirmaram que havia características comuns nos cientistas de suas histórias de ficção e os da vida real.

Deste total, 26 alunos, isto é, a totalidade dos alunos do grupo A (aproximadamente 40% do total - 63), afirmaram enfaticamente que os cientistas reais são exatamente como os da história contada.

Com este dado surgiu o seguinte questionamento:

Q1: Será que aqueles alunos que consideram seus cientistas fictícios com características de um cientista real, também os considerarão com qualidades que os distinguem do resto da população?

Com relação à questão levantada acima foi elaborada a seguinte hipótese: *H1: Se os alunos dos grupos A, B e C consideram seus cientistas (de suas histórias) com características de um cientista real¹⁵, a presença de elementos que tornam a história "interessante", isto é, não comum, estará relacionada à presença de características especiais aos cientistas.*

Para testar a hipótese acima, dos 6 grupos foram descartados os dois últimos: aqueles que afirmaram não saber (grupo E) e aqueles que não responderam (grupo F). Isto feito para facilitar o trabalho com os dados. As respostas dos grupos A, B, C e D foram então analisadas sob a luz de outra questão:

2.1 (a) Em sua opinião, os cientistas possuem certas características que os distinguem do resto da população?

Com relação às respostas dadas à questão, foi obtido o seguinte resultado expresso na tabela a seguir:

¹⁵ cientista real é considerado aqui como aquele que, no entender do aluno, corresponde às características que ele acredita existirem em um cientista. O termo "cientista real" serve-nos apenas para distinguir do cientista fictício (características inventadas, não consideradas reais pelo aluno).

Tabela 4 – Classificação dos alunos dos quatro grupos referentes às suas respostas da questão 2.1

Grupos	Respostas referentes à questão 2.1
A	SIM: 25
	NÃO: 1
B	SIM: 10
	NÃO: 2
	DEPENDENTE: 1
C	SIM: 4
	NÃO: 2
D	SIM: 12
	NÃO: 6
Total de respostas	63

Comparando-se os grupos mais enfáticos em suas respostas (Grupos A e D) pode-se verificar:

- Apenas 1 aluno do grupo A afirmou que não há características dos cientistas que os distinguem dos demais da população em geral. O que equivale a 3%.
- No grupo D, 6 alunos afirmaram não haver características dos cientistas que os distinguem dos demais da população em geral. O que equivale a 33%.

A partir dessa tabela, observa-se que a maioria dos alunos, dos quatro grupos analisados, considera os cientistas com características que os distinguem dos demais da população.

Com os dados referentes aos grupos A e D foram construídas explicações para essas diferenças de respostas:

- Ao ser requerida a ficção científica que envolvesse um grupo de cientistas em uma situação real, os elementos ficcionais, colocados na trama da história, poderiam servir de base para o desenrolar da história que o aluno pretendia contar.

A utilização de elementos ficcionais, isto é, não reais, serviriam para deixar a história mais interessante. Sendo assim, os elementos utilizados na realização da história tenderiam a ser aqueles que não são rotineiramente encontrados na vida real, pois, se assim o fossem, poderiam deixar a história não tão interessante. Não prenderiam a atenção do leitor. Isto pode ser evidenciado pela

triangulação feita sobre a história de ficção de uma aluna, e suas respostas no questionário: questões 1.4 e 2.1 transcritas abaixo:

História de ficção científica

Título: Esperança de vida

Características especiais dos cientistas na história e que os diferencia das demais pessoas: nenhuma (resposta da aluna em entrevista)¹⁶.

Resposta da questão 1.4:

"Na minha opinião sim (os cientistas são tal e qual os descrevo), pois buscam estudar a fundo o tema que está sendo pesquisado e analisado, além de que acompanham os resultados de seus estudos em suas devidas aplicações."

Resposta da questão 2.1:

"Não, eles são pessoas normais, a única diferença é que estudam muito, e vão atrás de muitas soluções para problemas, desde os mais pequenos (sic) até os mais complicados."

Ao afirmarem que as características dos cientistas da história são características que, do ponto de vista destes alunos, são reais, os elementos que caracterizam a atividade científica denotada em suas histórias, poderiam ser considerados como distintos da população em geral, para tal atividade. Tal hipótese será mais bem aprofundada posteriormente numa análise de conteúdo destas redações.

Apenas 1 aluna do grupo A respondeu que não há características que diferem os cientistas dos demais da população. Ao ler sua história de ficção, não são encontradas características distintas dos cientistas e, em entrevista com esta aluna, ela disse que sua história não tinha "muita graça", isto é, sem muitos elementos que chamassem a atenção do leitor (história citada anteriormente: *Esperança de Vida*).

¹⁶ O levantamento de dados por meio de entrevistas não foi proposto na metodologia. Esta entrevista surgiu da necessidade em aprofundar este caso que se distingue de todos os demais do grupo A

Conclui-se, então, que a hipótese H1 levantada acima se confirma na presente investigação.

Os demais grupos também expressaram, em sua maioria, concordância em afirmar que os cientistas são distintos das demais pessoas, embora não de forma tão expressiva.

Outro dado relevante com relação à questão 2.1 é no que diz respeito às características consideradas distintas para os cientistas. Dos 51 alunos, que responderam que havia diferenças entre os cientistas e as demais pessoas, várias delas foram citadas como exclusivas e/ou mais marcantes dos cientistas, conforme é apresentado na tabela a seguir:

2.1 (b) *Quais são suas características?*

Tabela 5 – Cada aluno poderia, livremente, citar as características de um cientista, o que explica o número de citações maior que o número total de alunos.

Características	Número de citações
Mais inteligentes, estudiosos	24
Altruístas	10
Persistentes	8
Questionadores	7
Criativos	6
Isolados	4
Loucos	4
Egoístas	3
Ousados	2
Dedicados	2
Vêem o mundo diferente	2
Fora da realidade	1
Realistas	1
Vivem em laboratório	1
Autoconfiantes	1
Vivem para o trabalho	1
Total	77

Algumas dessas características foram encontradas também por Reis e Galvão (2006) ao clarificar as redações de ficção científica de três alunos portugueses por meio de entrevistas. No trabalho de Reis as características citadas dos cientistas foram:

- Cientistas um pouco loucos, fora do normal (embora a maior parte não o seja);
- Trabalham arduamente;
- Duas faces (benéfica e maléfica);
- Objetivos;
- Humildes;
- Espírito crítico;
- Metódico.

Em outro trabalho desenvolvido por Reis, Rodrigues e Santos (2006) foram analisados diversos trabalhos com enfoque sobre as concepções dos alunos a respeito da ciência. Segundo estes autores, as diversas idéias estereotipadas sobre os cientistas são:

- 1. A imagem caricaturada do cientista - descrevendo o cientista como um homem de idade, careca (por vezes, algo louco ou excêntrico) que usa óculos e bata branca, trabalha sozinho e faz experiências perigosas (de resultados completamente imprevisíveis) num laboratório, com o objetivo de fazer descobertas.*
- 2. O cientista como vivisseccionista - representando o cientista como uma pessoa disposta a infligir sofrimento em animais inocentes através da realização de experiências com resultados imprevisíveis.*
- 3. O cientista como pessoa que sabe tudo -descrevendo o cientista como uma pessoa com imensos conhecimentos e que, como tal, conhece antecipadamente os resultados das experiências.*
- 4. O cientista como tecnólogo - concebendo o cientista como um inventor de artefatos (e não de conhecimentos) destinados a auxiliar a população.*
- 5. O professor como cientista - vendo os seus professores como cientistas com imensos conhecimentos que, pelo fato de já terem realizado as "experiências", já conhecem as "respostas certas".*
- 6. Os alunos como cientistas - considerando que os alunos também podem ser cientistas e recorrendo à sua experiência pessoal nas aulas para descreverem a atividade científica como a realização de experiências que nem sempre "funcionam".*
- 7. O cientista como empresário - descrevendo o cientista como uma pessoa que, motivada pelo lucro, procura novos conhecimentos e produtos de forma competitiva e desleal.*

Na presente investigação, a questão 2.1 referia-se especificamente às características do cientista. Tais características, expressas na tabela 3, encontram correspondência no trabalho anteriormente citado nos itens 1 (imagem

caricaturada do cientista) e 3 (o cientista como pessoa que sabe tudo), revelando que a imagem dos cientistas, deste trabalho, é semelhante àquela dos trabalhos anteriores, merecendo atenção ao por que tal imagem tem sido constantemente encontrada.

Há evidências de que os meios de comunicação são responsáveis pela veiculação de imagens estereotipadas e distorcidas dos cientistas referidas (REIS, 2004). Como a mídia tem alcance global, os tipos de filmes, novelas e desenhos animados podem causar impactos nas concepções dos alunos sobre a atividade científica, como exemplo a novela *O clone* (a qual é brasileira e foi citada em um dos estudos de caso investigado por REIS, 2004).

Para efeito de confirmação sobre se a origem das informações que os alunos recebem sobre Ciência / Tecnologia, cientistas e assuntos sócio-científicos controversos provêm de fontes externas à escola, elaboramos abaixo uma tabela com as respostas, referentes à questão 2.11, quantificadas. Nesta questão é perguntado: "*Na sua opinião quem tem contribuído para seu conhecimento a respeito dessas questões (as questões sócio-científicas controversas elencadas pela pergunta 2.10)*".

Acreditamos que, embora esta questão não seja especificamente voltada a perguntar sobre de onde são provenientes as informações sobre Ciência, esta questão pode ser entendida também como tal, pois normalmente a Ciência não é transmitida em sua "forma pura", mas sim contextualizada - principalmente se tal informação tiver origem externa à escola.

Para elaboração da tabela, seguimos a metodologia bi-etápica proposta por Bardin (1994) onde primeiramente fizemos a contagem de todas as respostas referentes à questão 2.11 e logo após, uma releitura das respostas, agrupando-as pela sua semântica, ou seja, pelo seu significado, de forma que palavras como: meios de comunicação, telejornais, noticiários, foram agrupadas sob a denominação Mídia: professores, aulas, matérias, agrupadas sob a denominação Escola e assim sucedeu também para os demais agrupamentos.

Tabela 6 – Origem das informações que os alunos recebem sobre Ciência / Tecnologia, cientistas e assuntos sócio-científicos controversos. A quantificação das respostas refere-se ao grupo de alunos que respondeu SIM à pergunta 2.1 (tabela 5). O número de citações ultrapassa o número de alunos deste grupo (que é de 51 alunos), pois cada respondente poderia citar mais de uma fonte.

Origem das informações sobre questões sócio-científicas controversas	Número de citações
Mídia	47 (67%)
Escola	16 (23%)
Amigos	3 (4%)
Livros	2 (3%)
Filmes	1 (1,5%)
Religião	1 (1,5%)
Total	70 (100%)

Pelos dados da tabela 6, podemos concluir que a origem das informações que os alunos recebem sobre Ciência / Tecnologia, cientistas e assuntos sócio-científicos controversos tem como fonte principal o meio externo à escola. De tal forma que enquanto esta responde por um total de 23%, o meio externo é citado em 77% das respostas. Isso corrobora os resultados encontrados por Matthews e Davies (1990). Embora estes autores tenham se utilizado de outra metodologia (o DAST) também concluíram que as imagens provenientes do meio externo à escola eram muito mais influentes sobre aquilo que os alunos desenhavam. Conclui-se, então, que a escola ainda não corresponde, para o aluno, como a principal fonte de informações, conhecimentos a respeito da atividade científica. Isso vem a corroborar o que Reis (2004) afirmara: a mídia é a principal responsável pela imagem estereotipada e distorcida de cientista (e poderíamos acrescentar: de Ciência em geral).

Isso implica, não tanto em aumentar o fluxo de informações por meio da escola, mas sim que esta possa agir mais intensamente em discutir as imagens e informações a que os alunos estão constantemente imersos.

A Ciência (ou Tecnociência) é universal ou social?

Pretendemos analisar os valores relacionados à ciência por parte dos alunos sujeitos da pesquisa, tanto daqueles que são do grupo A, como dos demais grupos.

Com relação à questão 2.7 - *A ciência reflete valores culturais e sociais ou é universal?* El-Hani et al (2004), afirmaram que não seria razoável assumir a posição de considerar como respostas satisfatórias aquelas que afirmassem que a ciência reflete valores, excluindo, assim, uma posição universalista da ciência. Seria impróprio, pois há pesquisadores que abordam a universalidade da Ciência partindo dos valores cognitivos próprios a ela, os quais seriam independentes dos valores sociais. Um dos defensores desse enfoque é Hugh Lacey (LACEY, 1998).

Por outro lado, Gil et al (2001) consideram como deformadas as visões que consideram a ciência socialmente neutra, permanecendo aberto tal discussão.

Considerando as premissas acima, consideramos neste trabalho como concepções adequadas aquelas que têm perspectiva "layceana" sobre a Natureza da Ciência e também aquelas que consideram as influências dos valores culturais e sociais sobre o empreendimento científico. Concepções inadequadas são aquelas que demonstram ignorar as influências sociais e aquelas que demonstram não considerar os valores cognitivos próprios da Ciência.

Buscou-se nessa questão que concepções poderiam ser encontradas nos alunos respondentes: universalistas, sociais ou mista. A partir da leitura das respostas dadas pelos alunos incluídos em cada grupo anteriormente citado, buscou-se classificar as respostas em adequadas ou ingênuas. Uma quarta categoria foi criada para as respostas incoerentes e uma quinta categoria para a ausência de resposta. Logo, as respostas ficaram classificadas em:

U - Alunos que afirmaram a ciência ser universal;

S - Alunos que afirmaram a ciência refletir valores sociais;

M - Alunos que afirmaram a ciência ser universal, mas também refletir valores sociais;

I - Incoerentes (ambigüidade na resposta ou fuga da pergunta).

SR - Sem resposta.

O gráfico abaixo quantifica tais respostas e, posteriormente, na tabela são descritas as respostas categorizadas.

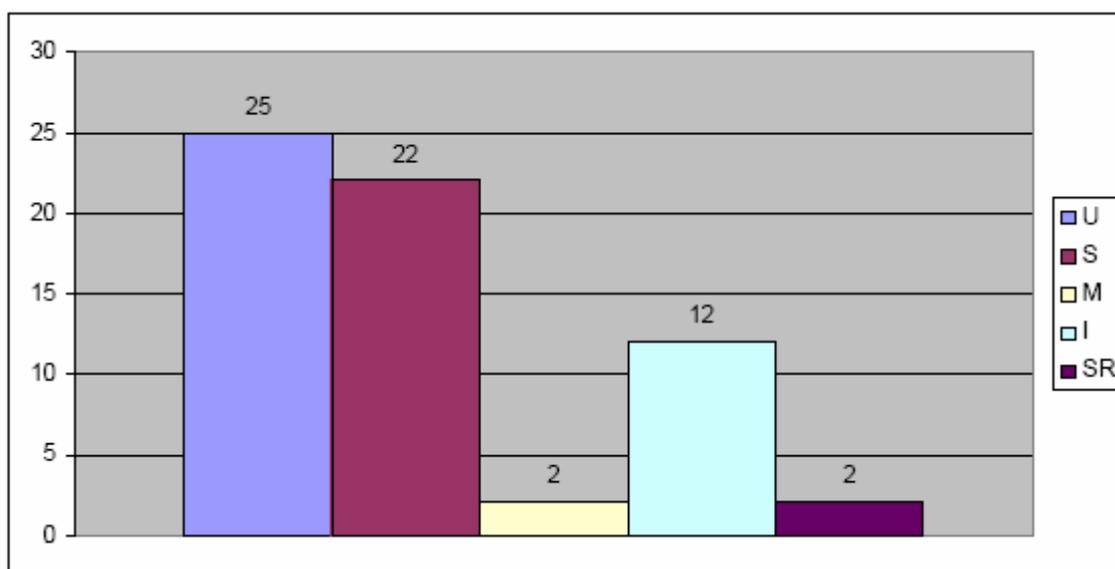


Figura 3 – Respostas dos alunos enquadrados nos grupos A, B, C e D. Quantidade de respostas referentes à questão 2.7 - *A ciência reflete valores culturais e sociais ou é universal?* Total de respostas: 63

A partir da figura 3 nota-se uma evidente divisão de opiniões entre as categorias **U** (Ciência Universal) e **S** (Ciência reflete valores sociais). Poderíamos erroneamente concluir que os 25 alunos que concordaram com a universalidade da Ciência, consideram-na imune aos fatores sociais, na qual os cientistas estão incluídos. Também, de forma errônea, poderíamos afirmar que a afirmação dos 22 alunos sobre a ciência ser dependente do seu contexto social, negam que ela possua características próprias. Isto é, a ciência praticada em diferentes culturas apresentaria características comuns. Ao que Lacey denominaria de valores cognitivos.

Logo, para adentrar nas concepções referentes a esta questão (2.7) foi realizada uma análise do conteúdo das escritas com o referencial de Bardin (1994).

As respostas referentes à questão 2.7 foram lidas para que, primeiramente, fossem agrupadas. Após o agrupamento e comparação quantitativa entre os grupos (figura 3), as respostas foram relidas para posterior reescrita com o intuito organizar as respostas com mensagens semelhantes, em forma de tabela (tab. 7, 8 e 9).

A partir dos dados sistematicamente organizados, buscou-se inferir quais foram as razões que levaram os alunos a tomarem uma posição: U, S ou M.

Como afirma Laville e Dione (1999), numa análise qualitativa de conteúdo o pesquisador prende-se às nuances de sentido que existe entre as unidades. Logo, podemos aprofundar nas razões pelas quais se considera a ciência como universal ou como social em uma análise mais literal das respostas dadas a esta questão.

As tabelas a seguir foram construídas com as respostas dos alunos do grupo U, S e M do gráfico 3. Foram então descartadas as respostas incoerentes e as ausências de resposta. Ou seja, das 63 respostas, foram consideradas para análise 49 respostas válidas.

A Ciência é universal

Tabela 7 – Alunos do grupo U. Descrição das respostas editadas e agrupadas do grupo de alunos que afirmou ser a ciência universal. A resposta marcada com asterisco (*) reconhece a influência social sobre a ciência.

A	A ciência é universal e não é afetada de forma alguma pela sociedade. Os valores da sociedade não interferem na prática do cientista. O que acontece é que ela pode sofrer repressões. *	1
B	A ciência é universal, pois não depende dos valores sociais e políticos para se desenvolver.	1
C	A ciência é universal, pois é praticada no mundo inteiro do mesmo jeito, não sendo afetada.	5
D	A ciência é universal, pois é uma verdade e não pode mudar devido à cultura. A descoberta em um país pode melhorar a vida de outras pessoas de outros países.	1
E	A ciência é universal, pois se não o fosse não haveria contradições com a religião, por exemplo.	2
F	A ciência é universal, pois tem seus próprios esquemas, sua própria forma de pensar.	2
G	Pois todo o mundo busca as mesmas respostas.	1
H	Pois mesmo que ela reconheça as barreiras sociais, não deixa de fazer suas pesquisas.	2
I	Pois os valores sociais não interferem na prática científica, apenas os valores pessoais, por exemplo, a decisão em se pesquisar clonagem ou não.	1
J	Pois os cientistas não pesquisam baseados em seus valores.	1
K	Pois a ciência depende dela mesma, suas experiência e conclusões não dependem da cultura.	1
L	Pois a ciência deve ser livre de preconceitos para nos trazer benefícios.	1
M	Pois sendo universal, uma descoberta pode ser usada para melhorar a vida em todos os lugares.	2
N	Pois muitos países trabalham em pesquisas internacionais.	1
O	Pois é a ciência que influencia toda a sociedade e não o contrário.	1
P	É universal, pois serve para todos.	2
	Total	25

Com relação às respostas que afirmaram a ciência ser universal, constatou-se uma resposta contraditória (marcada na tabela com um asterisco*).

As respostas acima podem ser consideradas, em grande parte, visões distorcidas sobre o trabalho científico, pois segundo Gil Pérez *et al.* (2001):

*"É preciso compreender o caráter social do desenvolvimento científico, sendo norteado pelo paradigma da comunidade, pelas linhas de investigação estabelecidas e **influências dos problemas e circunstâncias do momento histórico.**"* (grifo nosso).

Por outro lado, há respostas que explicitam reconhecer que a ciência possui uma linguagem própria. Lacey (1998) defende a ciência como caracterizada pelos valores cognitivos aceitos pela comunidade científica, sendo estes, não sendo valores sociais. Assim, afirma Lacey:

"A título de especificação e ilustração do meu argumento, considere-se a pequena lista a seguir, cujos itens têm sido considerados como valores cognitivos, pelo menos em alguns momentos na história da ciência: adequação empírica, consistência, simplicidade, fecundidade, poder explicativo e certeza... não faço qualquer tentativa de definir uma lista definitiva". (LACEY, 1998).

De um ponto de vista "laceyano", poderíamos considerar as respostas **F**, **K** e **N** como potencialmente aceitáveis com relação à prática científica *per se*.

As análises feitas acima denotam que não podemos simplesmente considerar como respostas ingênuas as afirmações sobre a universalidade da ciência. Ingênuas, sim, aquelas que explicitam a ciência como pura, não controlável e não social.

Sendo assim, podemos considerar ingênuas as respostas dos demais grupos. Isto é, os grupos A, B, C, D, E, G, H, I, J, L, M, O, P (totalizando 21 respostas ou 84 %) explicitam a Ciência como sendo pura, isenta de valores.

A Ciência reflete valores sociais

Tabela 8 – Alunos do grupo S. Descrição das respostas editadas e agrupadas do grupo de alunos que afirmou ser a ciência afetada por valores sociais. Respostas marcadas com asterisco (*) não são claras sobre como a sociedade afeta a Ciência. Resposta marcada com dois asteriscos (**) deixa dúvida sobre se os valores cognitivos são considerados diferentes pelas culturas diferentes, ou se o "pensamento diferente" seria no sentido do que cada cultura busca investigar.

A2	Cada país tem uma ciência diferente, pois devem cuidar com o que divulgam para não haver revolta.	1
B2	Em cada região a ciência é feita de forma diferente, cuidando com o que divulgam. Também o pensamento dos cientistas é diferente em diferentes culturas (japonesa e ocidental, por exemplo).**	1
C2	Pois interage com a sociedade.*	1
D2	Reflete valores, pois pode mudar a cultura de um povo.*	1
E2	Pois a ciência deve respeitar princípios éticos.	1
F2	A ciência é extremamente afetada pela sociedade a sua volta, ela baseia sua pesquisa no que a sociedade concorda. As pesquisas científicas são conduzidas por homens, e esses homens estão sujeitos à ética e valores de sua sociedade.	7
G2	Pois a ciência é controlada pela sociedade, influenciando nos temas a serem pesquisados.	5
H2	Pois a política e a religião interferem na ciência.	1
I2	A ciência não segue ignorando tudo e todos. Pra poder avançar ela precisa da influência (aprovação) dos valores sociais e culturais.	1
J2	A ciência é extremamente afetada pelas normas culturais, religiosas e políticas de um povo. Exemplo: aceitação ou não da utilização de células tronco e clonagem.	2
K2	Pois a religião anda junto à ciência, complementando-a. *	1
	Total	22

A análise das respostas do grupo **S** revela, em grande parte das respostas, uma clareza com relação ao controle que a sociedade exerce sobre a Ciência. Devese destacar as respostas **F2** e **G2**. Nelas houve um grande número de alunos (12, correspondendo a 55% do total do grupo S) que afirmaram com maior clareza o que é *ser afetada por valores sociais*.

Podemos afirmar com referência em Gil Pérez *et al* (2001) que, com exceção das respostas **B2**, **C2**, **D2** e **K2**, de forma geral os alunos do grupo **S** podem ser categorizados como não possuindo uma visão deformada do trabalho científico, pois reconhecem a influência da sociedade sobre tal prática. Isto é, apresentam uma visão não ingênua.

A resposta **B**, marcada com dois asteriscos (**) foi a única que pode inferir concordância em uma ausência de normatização para caracterizar a Ciência em todo o mundo. Isto contrariaria Lacey, citado anteriormente, que caracteriza a Ciência pelos valores cognitivos compartilhados pela comunidade científica.

A Ciência é universal e reflete valores sociais

Tabela 9 – Alunos do grupo M. Descrição das respostas sem edição, devido ao número pequeno de alunos neste grupo que afirmou ser a ciência universal, porém afetada por valores sociais.

Acredito que a ciência reflete os valores sociais e culturais, mas também é universal por que dependendo das prioridades de cada população, ali será estudado e se criará uma solução. Por exemplo, na gripe do frango que surgiu na Ásia, logo já tinham a vacina. Os Estados Unidos, com sua fome de poder, inventam armas a todo o instante, porque lhes convêm, mas logo são usadas por todos. Acho que tudo nasce em um lugar por uma determinada situação, mas vai ser usada por todos, vem de uma sociedade uma cultura, mas se espalha.

Na minha opinião, ela é um conjunto das duas alternativas, pois ela sendo universal ela não deixa de transmitir valores sociais e culturais.

Apenas dois alunos referiram-se à Ciência como sendo mista: sendo universal e refletindo valores sociais. Na primeira resposta, a universalidade da Ciência é considerada baseando-se na utilização de seus produtos (tecnologia, por exemplo) por outros países, além daquele no qual foi produzido o conhecimento científico / tecnológico. Na segunda resposta o aluno afirmou a transmissão de valores sociais e culturais da Ciência para a sociedade e não o contrário. Duas hipóteses foram levantadas para tal: - este aluno teve dificuldades com o vocabulário utilizado (usou a palavra transmitir inadequadamente); - este aluno considera que é a Ciência que transmite valores (sociais e culturais?). A falta de argumentos nessa resposta impossibilitou-nos de verificar qual das hipóteses (se não outra) poderia ser considerada.

Em resumo, podemos considerar as tabelas 7 e 8 como mais importantes por nos trazerem mais informações a respeito de que valores os alunos associam à Ciência. Consideraremos concepções aceitáveis aquelas que estiverem potencialmente de acordo com a epistemologia de Ciência referenciada por Lacey (1998) e aqueles que consideraram a Ciência como influenciada pela sociedade, segundo Gil Pérez *et al* (2001). Tal resumo encontra-se no mapa conceitual a seguir.

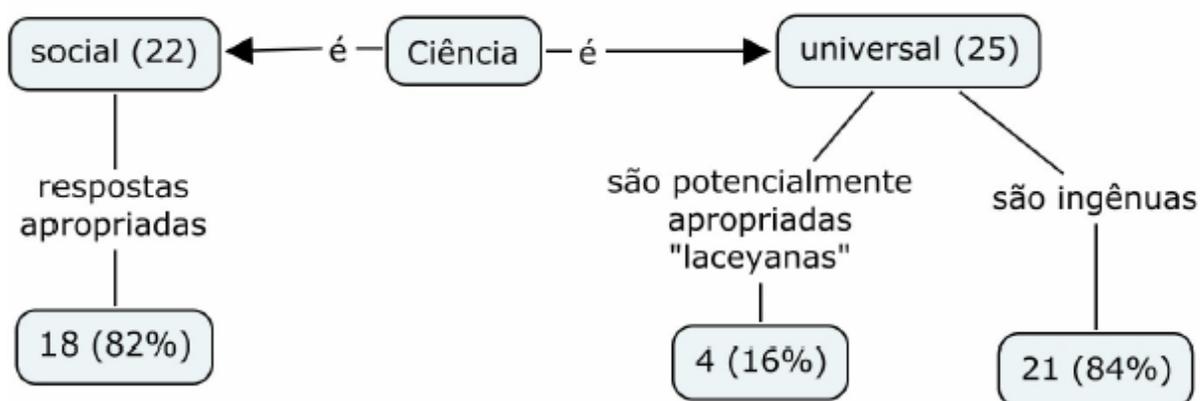


Figura 4 – Mapa conceitual dos valores que os alunos associam à Ciência. Os números entre parênteses são as frequências absolutas dentro de cada grupo (S e U, respectivamente). As porcentagens estão relacionadas ao próprio grupo em questão.

Podemos concluir, por meio do mapa conceitual apresentado acima, que não basta o aluno considerar a Ciência como sendo universal¹⁷ para considerarmos que haja aí uma concepção adequada de Ciência, no sentido que Lacey considera. Por meio de uma investigação qualitativa mais detalhada pudemos verificar a ingenuidade de tal afirmação. Outro ponto importante a se destacar é referente ao grande número de alunos que tiveram respostas aceitáveis tanto para Ciência influenciada por valores sociais, quanto para Ciência universal (por seus próprios valores cognitivos compartilhados pela comunidade científica em todo o mundo). Sugere-se que sejam realizadas outras investigações no sentido de se buscar quais os mecanismos que influenciam os alunos a associarem a Ciência como imune a sociedade. Será a visão distorcida transmitida por professores? Será a mídia?

¹⁷ É universal, pois compartilha dos mesmos valores cognitivos.

2 TRIANGULAÇÃO ENTRE AS HISTÓRIAS DE FICÇÃO CIENTÍFICA E OS QUESTIONÁRIOS

2.1 Os ESTUDOS DE CASO

Como foi detalhado anteriormente, 26 alunos responderam enfaticamente que seus cientistas fictícios são tal e qual àqueles que eles acreditam existir na vida real. Destes, 25 afirmaram que suas características são distintas das demais pessoas da população.

Dos 25 alunos, 7 foram selecionados aleatoriamente para aprofundar a análise de suas concepções a respeito da atividade científica. A princípio tínhamos como propósito investigar 10 casos. Porém, identificamos que as concepções encontradas repetiam-se e então, resolvemos reduzir o número de casos. São, então, 7 casos para análise de conteúdo de suas redações.

Para cada caso foi redigido pelo pesquisador um breve texto sobre o questionário respondido, sendo que a análise de cada história foi feita utilizando-se do próprio texto para verificar as concordâncias e contradições a respeito do que cada aluno tem como concepção da atividade científica.

Ao longo de cada caso, serão apresentadas comparações com outros resultados encontrados utilizando-se também da Metodologia baseada na análise de conteúdo das histórias de ficção científica. A saber: os cinco estudos de caso de Reis (2004): os casos de Ana Margarida, Miguel, Jaime, Nídia e Ana Sofia.

Durante a análise, as concordâncias encontradas entre essa investigação e a de Reis (2004) aparecerá entre colchetes ([]).

Ao final de cada caso elaborou-se um mapa conceitual que resume as concepções que puderam ser observadas pelo pesquisador. Tais mapas conceituais são importantes para que seja feita a análise global dos casos.

A seguir são descritos os resumos a respeito dos questionários respondidos; as histórias na íntegra, com as análises de conteúdo dessas histórias, os mapas conceituais e a análise global dos casos.

CASO 1

O caso de Tom: "Religião e fatores culturais apenas atrapalham os processos científicos".

O aluno Tom tem idade de 15 anos e faz a 2ª série do Ensino Médio. Em seu questionário, Tom afirma ter escolhido o tema sobre extraterrestres, pois o considera intrigante e que prende o leitor à história contada. Este aluno afirma a possibilidade de existirem estes seres e, inclusive, racionais.

Segundo Tom, até o momento, não houve discussão sobre questões polêmicas que envolvam ciência e/ou tecnologia e que busca as informações, a respeito dessas, em filmes e livros, dos quais, também se utilizou para elaborar sua história de ficção.

Com relação aos cientistas, acredita que estes são capazes de qualquer coisa para alcançarem fama e sucesso. Tom os caracteriza também por serem pessoas fechadas, normalmente tímidas e com inteligência maior que às demais pessoas da população. Para ele, o trabalho de um cientista consiste em descobrir uma fonte para ganhar dinheiro mais facilmente, ou descobrir novas tecnologias para melhorar a vida da população. Inclusive, neste quesito, considera a sociedade inteiramente dependente da ciência. Quando ocorre influência da sociedade, esta é sempre negativa, como afirma: "Religião e fatores culturais apenas atrapalham os processos científicos." As controvérsias são consideradas como um problema que a religião tem trazido sobre os temas eutanásia e clonagem, por exemplo. Para ele, tanto a eutanásia quanto a clonagem humana, deveriam ser permitidas. Esta última até mesmo em casos de se utilizar das pessoas clonadas como "reservatórios" de órgãos para o indivíduo clonado, quando este necessitasse.

Referente à tecnologia, Tom a considera como sinônimo de ciência e cita palavras como conforto, inovações e melhoria. Esta concepção confirma-se quando Tom considera a biotecnologia como uma ciência, cujos propósitos, ele acredita que seja o desenvolvimento de transgênicos, da clonagem e de combustíveis como o biodiesel.

Quanto ao futuro, Tom afirma que o mundo vai mudar muito daquilo que conhecemos hoje. Com respeito à ciência, afirma que ela irá evoluir muito e haverá muitas inovações nem imaginadas no presente momento.

História: A Guerra dos Mundos

1_2010, o ano das revoluções. Países declinam diante das novas superpotências mundiais. Países antes considerados subdesenvolvidos mostram suas novas tecnologias para o mundo e deixam todos para trás. África e América do Sul passam a construir seus novos impérios e renovam os mapas mundiais modernos. Nações européias, Estados Unidos, Canadá, Asiáticos poderosos e a Oceania aceitam suas novas posições no mapa, após admitirem não poderem competir com tal tecnologia. Um novo tipo de biocombustível é descoberto e, considerando que a árvore da qual vem o combustível foi encontrada pelos países "pobres". De motocicletas até ônibus espaciais, todos utilizam o óleo da planta.

2_Mesmo descontentes com isso, não podiam deixar de comprar tal material, de tamanha autonomia que levava os acionistas de petróleo à miséria. US\$10,00 por 1000 quilômetros rodados era um número apenas sonhado por todos, se mostrando real apenas após estranhas aparições no céu. Alguns diziam ser ÓVNIS, outros apenas brincadeiras de mau gosto.

3_Joey, que foi o biólogo que descobriu essa nova fonte de dinheiro, não dizia de onde havia tirado a descoberta ultrajante, e estava começando a ser ameaçado pelas antigas potências para divulgar a fonte. Era protegido pelo governo brasileiro, onde pediu exílio e tem vivido nos últimos tempos. Era pelo menos o que todos pensavam.

4 Preciso sair daqui - disse Joey.

5_Não pode. Não antes de dizer a todos os membros da imprensa que estão à sua procura. E eles acreditam que você está nessa região, onde o escondemos.

6_Não importa, vocês não podem mais me impedir de contar a eles a verdade. No momento que eu colocar o pé fora daqui, ligarei para todas as maiores empresas da mídia e darei uma coletiva ao vivo.

7_Que bom. Até desistir dessa idéia, nunca vai sair daqui. Não enquanto eu estiver aqui.

8_Quando o dono da "prisão" em que Joey estava saiu, tirou seu telefone celular de um dos cantos de seu colchão. E ligou para o homem estranho. Havia aparecido duas noites atrás e deixado o celular, dando instruções para usá-lo apenas quando o "chefe" fizesse-lhe uma visita. Sem resposta na ligação, desligou o aparelho, voltando à sua televisão. Minutos depois, o homem aparece na porta de sua cela, como que por mágica.

9 Devemos sair daqui, agora.

10_Sem dizer nada, saíram correndo pelos corredores estreitos do local e encontraram uma saída. Saíram do prédio e entraram na camionete do homem estranho.

11_Porque está fazendo isso? - o homem parecia agora um pouco mais familiar, parecia estar mudando.

12_Porque você precisa parar com tudo, agora.

13_Eu já te vi antes?

14_Não, mas conheceu meu irmão Arzt.

15_Arzt era a pessoa mais estranha que já havia conhecido. Seus olhos eram opacos e sua pele de um tom muito claro, como se estivesse trancado em um local sem sol por muitos e muitos anos. Foi o que lhe deu a semente da planta de seu sucesso. O homem estranho lembrava Arzt.

16 Qual é o seu nome?

17_Meu nome é Verkäufer, e venho do mesmo planeta de Arzt, sou 56 anos mais velho que ele.

18 Sabia que você não poderia ser deste planeta, assim como Arzt. Enfim, do que você precisa?

19 Preciso que acabe com a planta que meu irmão lhe deu. Aquilo é bom apenas por um certo tempo.

20_ O que quer dizer?

21_ As raízes daquelas árvores, como vocês às chamam, após se desenvolverem por seiscentos dias, ou vinte meses, atiram um chamado de ajuda para o núcleo do planeta. Esse chamado, também um tipo de semente, se desenvolve, tornando-se uma máquina feita de um metal muito forte e que possui vontade própria. A razão de ir até o centro do planeta é se esquentar o suficiente para a remodelação de seu corpo. Essas máquinas, que chamamos de Demolidoras, destruíram nosso planeta natal e nos fizeram ir para o planeta em que vivemos atualmente. Arzt tentou plantar essa semente em nosso planeta atual, mas foi impedido pelos governantes. Sendo assim banido e deixado em uma nave sozinha no espaço sideral. Até que veio até aqui.

22_ Essas plantas são a razão de ser reconhecido por todos no mundo como o salvador de suas vidas. O petróleo se extinguiu não há muito tempo e essa é a melhor fonte de energia existente em todo o universo!

23_ É também a razão de eu não possuir mais uma mãe e um pai neste universo. Ele os matou Joey!

24_ Já faz no mínimo vinte meses que eu plantei a primeira semente em diversos locais no mundo, mas em muito poucos elas germinaram.

25_ Não importa. A própria semente se torna a própria máquina, apenas deixa de se remodelar em seu próprio benefício. A árvore apenas surge para dar o impulso para o tiro ao centro do planeta.

26_ Dito isto, tremores acontecem na estrada, fazendo Verkäufer quase perder o controle da camionete.

27_ Já começou! As Demolidoras estão se levantando de seus casulos para causar terror e destruição sobre este planeta!

Continuação, o filme "A Guerra dos Mundos"

Análise de conteúdo da história de ficção científica "A Guerra dos Mundos"

Em "A Guerra dos Mundos", Tom descreve um futuro próximo, no qual as regiões da África e da América do Sul tornam-se potências mundiais, das quais dependem todos os países. Essa visão de "novos impérios", como cita na história, pode estar relacionado em seu questionário quando afirma que o mundo vai mudar muito daquilo que ele é hoje.

No 1º parágrafo Tom associa a dominação à tecnologia. Os países "dominantes" em 2010 são aqueles que detêm a tecnologia de um novo combustível.

Não aparece a sociedade como um todo interferindo naquilo que os pesquisadores, no caso Joey da história, fazem [caso de Miguel]. Naquele caso (o de Miguel) há também essa associação: desenvolvimento tecnológico e ausência da participação social, a qual é manipulada.

A respeito dos cientistas, Tom os caracteriza por serem pessoas fechadas, normalmente tímidas e com inteligência maior que às demais pessoas da população. Tal concepção aparece tanto no questionário quanto na história, embora de modo não tão claro quanto em sua resposta dada a este último.

A concepção que o aluno Tom demonstra em sua história a respeito da Ciência é claramente uma visão utilitarista. A descoberta de um novo biocombustível, como nova fonte de dinheiro, denota uma visão mais relacionada à tecnologia do que com a Ciência. Mais precisamente, podemos considerar que Tom relaciona a Ciência com Tecnociência. Este tema é tratado sob um enfoque biotecnológico. O que não é de surpreender, pois segundo Oliveira (2003), a Biotecnologia representa o mais alto grau de união entre Ciência e Tecnologia. Conseqüentemente, na concepção de Tom (e que é confirmado também em seu questionário) Ciência e Tecnologia são a mesma coisa, confirmando a tese da Tecnociência (OLIVEIRA, 2003). Essa visão é confirmada quando o aluno escreve: "O trabalho de um cientista consiste em descobrir uma fonte para ganhar dinheiro mais facilmente, ou descobrir novas tecnologias para melhorar a vida da população".

O fato de ele afirmar não ter discutido nenhuma questão polêmica que envolva ciência / tecnologia na escola, pode ter contribuído para que haja essa confusão de termos. A falta de discussão de temas controversos não é tão evidente em Reis (2004), pois dos cinco casos, quatro afirmam em maior ou menor grau, terem discutido temas controversos junto aos professores.

A concepção utilitarista de Ciência, encontrada no caso de Tom, não é exclusividade dele. Também em todos os cinco casos estudados por Reis (2004) tal concepção aparece (o objetivo da Ciência seria a fabricação de artefatos tecnológicos, desenvolvimento de curas e resolução de problemas). Não aparece a produção de conhecimento.

No 3º. Parágrafo, Tom descreve o cientista como sendo alguém protegido pelo governo. Tal concepção aparece também no estudo de Reis (2004) no caso de Miguel. Este aluno, naquela investigação, afirmou: *"Acredito que existe muita investigação feita em segredo... Depois acontecem acidentes e as pessoas não sabem"*.

A motivação do cientista, para Tom é a busca da fama e do sucesso. Em outros estudos de caso, realizados por Reis (2004) são encontradas motivações

semelhantes, tais como: ganância e ambição [o caso de Miguel]; fama e reconhecimento [os casos de Ana Margarida e Jaime].

A relação entre a Ciência (denotada na história como uma Tecnociência) e a sociedade mostra-se unilateral, onde a sociedade descrita depende do novo biocombustível descoberto. Quando Tom descreve a influência social, esta aparece no interesse que os governos têm sobre aquilo que é desenvolvido pela Tecnociência.

Em um determinado momento da história descrita por Tom, aparece uma forma de controle social sobre o empreendimento tecnocientífico. Ao final do parágrafo 21, o extraterrestre *Verkäufer* relata o fato de seu irmão *Arzt* ter tentado plantar uma semente em um planeta, mas foi impedido pelos governantes.

Um fato na história que chama a atenção é o descontrole que o biólogo *Joey* tem sobre sua descoberta, a qual inicia uma destruição sobre o planeta Terra. Em seu questionário, Tom afirma que um dos objetivos da Ciência é a melhoria de vida da população. Concepção esta, também encontrada por Reis (2004) [casos de Nídia e Ana Sofia]. Ironicamente, esse objetivo "altruísta" pode terminar em conseqüências devastadoras, como foi demonstrado em sua história de ficção. Assim, por sua história, pode-se inferir que o aluno Tom admite que a atividade tecnocientífica possa gerar efeitos não esperados. Da mesma forma, os efeitos "colaterais" aparecem na investigação de Reis nos seguintes estudos: os casos de Jaime (deve haver cautela no desenvolvimento científico para evitar efeitos "colaterais") e de Ana Sofia (efeitos imprevistos no ambiente e sociedade é a face ruim da Ciência).

Mapa conceitual construído sobre as concepções sobre a atividade científica demonstradas pelo aluno Tom

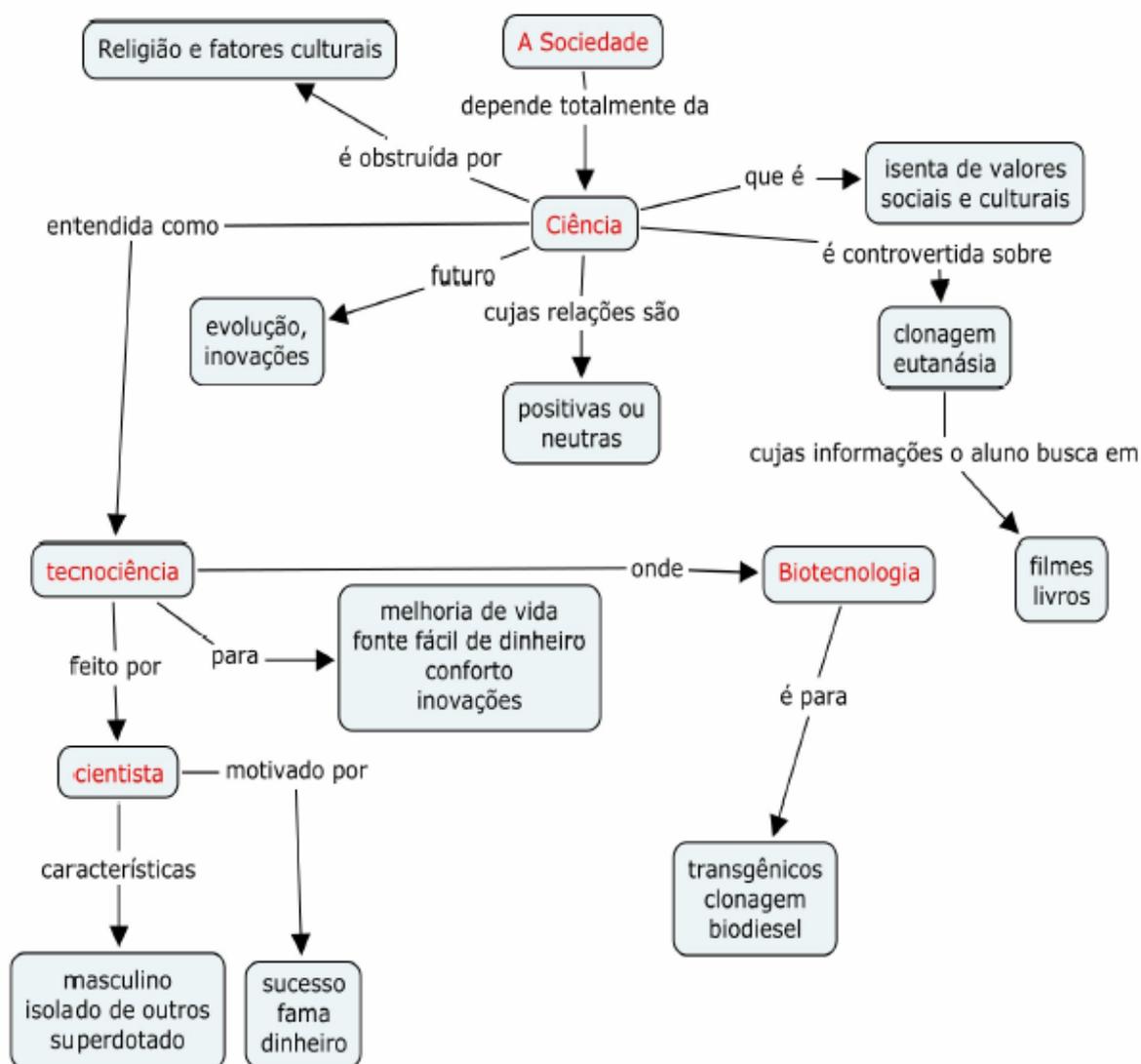


Figura 5 – Mapa conceitual do aluno Tom.

CASO 2

O caso de Venter: "Os cientistas, na maioria das vezes, colocam suas experiências em primeiro lugar".

O aluno Venter tem idade de 15 anos e faz a 2ª série do Ensino Médio. Venter afirma, em seu questionário, ter escolhido a história que trata de Genética, pois é um tema atual e interessante.

Venter afirma que a televisão, internet e também a escola têm contribuído para seus conhecimentos sobre questões científicas e/ou tecnológicas. Porém, afirma também que, até o momento, não houve discussão sobre estes temas em suas aulas de Ciências (Física, Química e Biologia). Dessa afirmativa pode-se concluir que: ou o aluno já discutiu algum tema polêmico em outra disciplina, ou citou a escola como transmissora de informações, mas sem discuti-las. Das fontes citadas por Venter, aparece a internet como sendo a fonte de informações para a elaboração da história.

Para Venter, tanto a sociedade quanto a Ciência são muito ousadas e egoístas, tendo relações ora positivas, ora negativas. As influências que este aluno considera da sociedade sobre a Ciência é no sentido das discordâncias que existem entre esta e a religião.

Com relação aos cientistas, acredita que seu trabalho é voltado para pesquisas e experimentos. Para ele, um cientista é uma pessoa ousada e, às vezes, aproveitadora. A motivação para o trabalho científico é a busca do reconhecimento, colocando, na maioria das vezes, suas experiências em primeiro lugar.

Quanto à tecnologia, Venter a considera como sinônimo de ciência e associa a ela palavras como experiência, aplicação e evolução. Esta concepção de ciência aplicada confirma-se quando Venter considera a biotecnologia como uma ciência, cujo propósito é salvar o meio ambiente.

A biotecnologia é definida pelo aluno utilizando-se de analogia. Em suas palavras, biotecnologia é: "Tecnologia que usa a biologia". Em sua perspectiva, a biotecnologia, irá defender o planeta de sua destruição.

Quanto ao futuro da Ciência, Venter afirma que, com a biotecnologia, teremos um futuro bom e com muitos progressos.

História: A Experiência

1_ Meu nome é Alberto Colmun, tenho 78 anos, sou doutor aposentado, do famoso laboratório de pesquisas 'SINAL DE DNA', um laboratório especializado em gado.

2_ Estou escrevendo, contando essa história só agora, depois de 27 anos.

3_ Quando eu trabalhava no laboratório, comecei a trabalhar como ajudante de operações simples. Eu trabalhava na área de inseminações artificiais.

4_ Daí em diante, eu fui progredindo na área. Comecei a fazer eu mesmo as inseminações nas vacas. Claro que lá só passavam as vacas premiadas pelos inúmeros concursos que ganhavam pelo mundo.

5_ Após esta época que passei fazendo inseminações artificiais, fui fazendo algumas anotações, como todo e bom cientista.

6_ Logo fui promovido, comecei a selecionar os semens dos touros, os melhores geneticamente, para outra pessoa fazer a inseminação. Ai eu fui vendo que era possível fazer transformações genéticas nunca tentadas antes. Mas como eu era muito novo, sem muita experiência, deixei apenas no papel.

7_ Após cinco anos, o laboratório lançou um concurso, abrindo uma vaga nova, numa nova área, a área de ' modificação de DNA'. Essa área era nova no mercado, estava ligada com a mutação de DNA's, e havia DNA de vários tipos de animais, até de DNA humano. Havia seis vagas, e eu consegui passar, fiquei em quarto.

8_ Ai, que eu pensei que eu finalmente seria reconhecido, famoso, por alguma coisa boa , começou o meu pesadelo.

9_ A equipe era formada por eu, Paulo, Rodrigo, Marcelo, Isadora, Vanessa. No começo, estava tudo bem. todos trabalhando ao maximo, dando tudo de si, fazendo descobertas,.....

10_ Até que um dia, Rodrigo me chamou para ver uma coisa estranha. Ele sem querer havia cruzado artificialmente o sêmen de um touro, e cruzado com de um humano. Nos primeiros 14 dias de gestação, o embrião sobreviveu, mas após este tempo, ele não vingou, e a vaca, abortou-o.

11_ Eu fiquei confuso com tudo aquilo, Rodrigo disse pra mim esquecer aquilo, porque mesmo que desce certo, iria ser uma aberração, e todos iriam rejeitar.

12_ Naquele mesmo dia, quando retornei para casa, minha esposa Ana, perguntou o que tinha acontecido, pois eu estava com uma aparência horrível. Então contei a ela, o que havia acontecido no laboratório àquela tarde. Ela apoiou a opinião de Rodrigo, disse para mim esquecer daquilo, me concentrar em outras coisas.

13_ Eu, por alguns meses, esqueci aquela idéia, me aprofundei em cruzas de animais semelhantes em seus genes.

14_ Mas, por algum motivo, eu não conseguia esquecer aquele projeto. Então um dia, cheguei mais cedo no laboratório, e ninguém ainda havia chego da minha equipe. Resolvi tirar a prova do que estava na minha cabeça a meses, me equipei, e fui fazer a cruza de um sêmen de um touro com um de humano. Só que no meio do processo eu observei que, os DNAs dos seres, tinham que ser mais parecidos.

15_ Então jurei pra mim mesmo, se eu não conseguir na primeira vez, eu esqueço tudo isso, e continuo a minha vida sem mais me preocupar com que havia deixado de fazer.

16_ Apanhei o sêmen de um humano e de um chipanzé. Fiz o processo de inseminação, e para a minha surpresa, deu certo. Então decidi fazer a inseminação em um chipanzé fêmea.

17_ Eu a levei para minha casa, tive de mentir para minha mulher. Eu levava o animal semanalmente para fazer exames.

18_ Após oito meses, o que eu tinha criado, nascera forte e saudável. Era um chipanzé-humano. Nos primeiros 10 meses de sua vida, ele me surpreendera, crescera rabo, mas tinha aparência humana, pele humana, mas muitos pelos, tinha muita força e muita sabedoria.

19_ Decidi então levar ao laboratório, só para a minha equipe ver. Eles não rejeitaram a experiência, ao contrário, fizeram inúmeros testes e concluíram que, eu havia criado o animal mais forte racional da Terra.

20_ Fiquei surpreso e mostrei para a minha mulher, ela também gostou da experiência e me deu uma idéia, mostrar para a academia de ciência.

21_ Eu esperei até Hullie, foi assim que chamei minha experiência, crescer e formar seus genitais, até ele se tornar macho.

22_ Pena que os grandes homens rejeitaram minha experiência.

23_ Desde então, vivo tentando aprovar Hullie no conselho.

24_ Ele se tornou um animal muito bom, mas tenho de mantê-lo escondido dentro de minha casa.

Análise de conteúdo da história de ficção científica "A Experiência"

A ficção escrita por Venter é uma narração em primeira pessoa. O desenrolar do texto lembra um diário onde o personagem Alberto Colmun descreve sua própria história. Nela, Colmun é um cientista aposentado que resolve por no papel suas lembranças sobre seu trabalho em um laboratório de Genética "Sinal de DNA".

O reconhecimento e a fama aparecem como possibilidades que se abrem na carreira de Colmun quando ele se destaca em seu meio, a partir de um concurso. Aqui pode ser verificada a visão que o aluno Venter tem da motivação de um cientista. Em seu questionário ele também afirma que a busca do reconhecimento é a motivação de um cientista. O mesmo acontece em Reis (2004) [casos de Ana Margarida e Jaime].

Dentro da nova área, o cientista Colmun trabalha em uma equipe. Também em Reis (2004) o trabalho em equipe aparece [casos de Ana Margarida e Nídia]. Na história de Venter, porém, evidencia-se mais a história de um cientista em especial, Alberto Colmun. Este, na história de Venter, é caracterizado como alguém ousado, pois, mesmo temendo o resultado de seus experimentos (a inseminação artificial de um chimpanzé com um esperma humano), não o deixa de fazer. Não podemos caracterizar a história com a preocupação de um cientista com a bioética envolvida em se manipular células humanas e, ainda mais, cruzando-as com a de outra espécie. Denota-se a maior preocupação do cientista em querer desenvolver seu projeto, sem demonstrar muita preocupação com as implicações bioéticas. Também em seu questionário, pode-se observar que este aluno ignora os possíveis

efeitos negativos de um empreendimento científico. Isso difere de dois casos da investigação de Reis (2004) [casos de Jaime (deve haver cautela no desenvolvimento científico para evitar efeitos "colaterais") e de Ana Sofia (efeitos imprevistos no ambiente e sociedade é a face ruim da Ciência)].

Mesmo que Colmun trabalhe fazendo parte de uma equipe, seu trabalho com a inseminação artificial ocorre às escuras. Nem mesmo sua família sabe do que se trata a experiência. Este comportamento do cientista fica evidenciado somente na história de ficção, não aparecendo em nenhuma resposta do questionário aplicado. Porém, essa concepção (trabalho "secreto") aparece também no estudo de Reis (2004) [caso de Miguel, o qual afirmou: *"Acredito que existe muita investigação feita em segredo... Depois acontecem acidentes e as pessoas não sabem"*]. Porém, no final da história de Colmun, ainda há o controle do cientista sobre seu experimento, ou seja, sobre o ser gerado por inseminação.

Quanto à relação que os cientistas desenvolvem com suas pesquisas, o aluno Venter já afirmara em seu questionário que estes colocam suas experiências em primeiro lugar. Essa concepção aparece na história quando o cientista descrito isola-se da equipe, e até mesmo de sua família, para desenvolver seu trabalho.

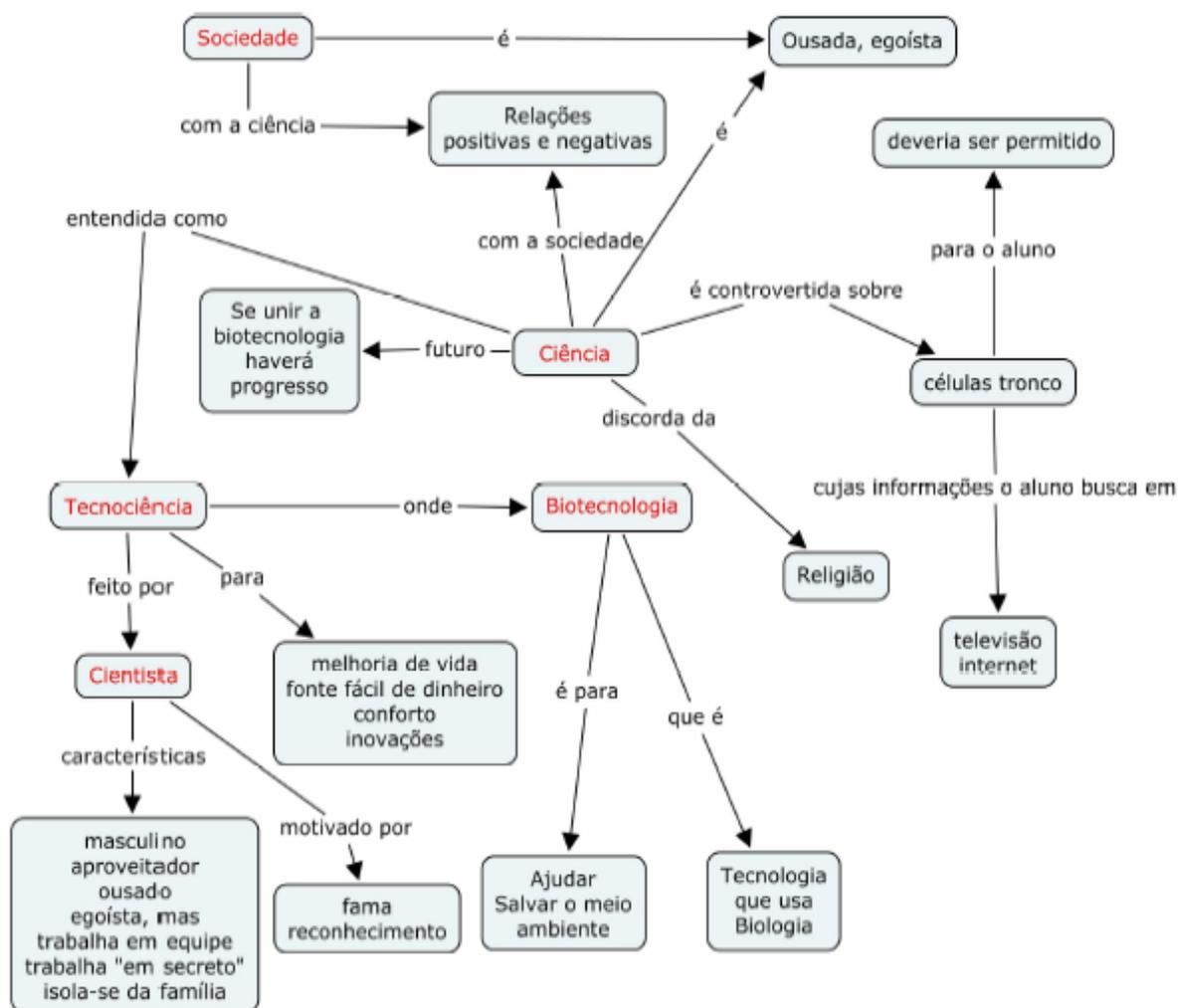


Figura 6 – Mapa conceitual do aluno Venter.

CASO 3

O caso de Nicolau: "O mistério das células que se regeneravam era sua grande motivação. Nunca houve paixão, nunca houve romance... Apenas a ciência".

O aluno Nicolau tem idade de 15 anos e faz a 2ª série do Ensino Médio. Cita o aborto, a bomba atômica e a clonagem como temas polêmicos, sendo que o aluno é a favor desta última.

Com relação a estes temas, Nicolau afirma receber as informações da televisão, livros, amigos e internet, porém, não da escola. Esta, segundo ele, não discute estes temas.

Com relação à televisão, Nicolau diz ter-se utilizado, para elaboração de sua história, do seriado "Heroes", do qual é fã. Este seriado trata sobre uma história que envolve pessoas dotadas de "super-poderes".

Para o aluno Nicolau, a Ciência busca ajudar a humanidade. Porém, admite que existam casos onde a relação não é positiva, como por exemplo, o desenvolvimento de armas. Em outro momento do questionário, Nicolau denota insegurança quanto às relações entre Ciência e Sociedade. Por exemplo: quando questionado sobre o futuro, fica indeciso sobre o que espera dessa relação.

Quanto aos cientistas, acredita que muitos são aproveitadores e mentirosos. Cita a farsa de 2006 (relacionada à fraude do pesquisador coreano Woo Suk Hwang com a clonagem) como um argumento para corroborar sua concepção. Isto é, a partir deste fato abordado pela mídia, Nicolau acredita que muitos cientistas ajam da mesma forma.

De acordo com este aluno, o que motiva um cientista são suas pesquisas em prol da "evolução" (sic) do ser humano e busca de reconhecimento por estudiosos do mundo inteiro. Pouca diferença ele denota, embora não cite, entre os cientistas que se envolvem com Biotecnologia e os demais cientistas, sendo a definição dada para a Biotecnologia a seguinte: "Uma tecnologia baseada na biologia".

Quanto à tecnologia, Nicolau a considera como sinônimo de ciência e associa a ela palavras como evolução, facilidades, descobertas. Em um determinado momento do questionário, ele afirma que o futuro será a própria

ciência, pois tudo terá um "toque digital" onde, mais uma vez, não diferencia Ciência e Tecnologia.

História: Os Fins Justificam

1_ Quando era pequeno sempre foi o único que podia brincar em qualquer lugar sem se preocupar. Os outros garotos o invejavam. Ele caía e logo em seguida já levantava. Não se preocupava em se machucar, e conforme foi crescendo descobriu o porquê. Parecia com aquelas histórias que ele conhecia dos gibis ou dos filmes. Mas essa não envolvia radioatividade nem nenhum passado traumático. Ele simplesmente não entendia por que seu corpo se regenerava.

2_ Cresceu com essa curiosidade, mas nunca foi a fundo, afinal, "cavalo dado não se olham os dentes". Apesar de ser uma espécie de "super-homem", era um rapaz humilde e trabalhador. Sua especialidade eram os trabalhos braçais, e nada podia machucá-lo, ou melhor, podia, mas ele logo se regenerava. Conheceu uma linda garota (toda história que se preza tem que ter uma linda garota), e em algum nível emocional ouviu um "click". Os dois agora eram um só. E essa garota (a linda garota) era uma jovem cientista, fruto do casamento de um engenheiro químico com uma bióloga. Desde quando era simplesmente uma lindinha garotinha já sonhava com seu futuro de brilhante cientista. E foi esse rumo que tomou.

3_ Agora, estando sempre juntos, o garoto impressionável e destemido (afinal, ele não se machuca!) e a inteligente e calculista cientista, formaram um lindo casal que atraía sempre olhares por onde passava.

4_ O suposto romance dos dois estava cada vez maior e fora do controle. Mas eles não reclamavam. O interesse do garoto na beleza, inteligência, carisma e paixão da garota eram imensamente proporcionais ao interesse que ela sentia em suas células, seu código genético e sua hereditariedade.

5_ Ela o matou. O mistério das células que se regeneravam era sua grande motivação. Nunca houve paixão, nunca houve romance... Apenas a ciência. Com a análise do sangue, da epiderme, da estrutura óssea e tudo mais que pertencia ao corpo do garoto, a linda garota (que descobriu ser uma tremenda pessoa frio e calculista) conseguiu alcançar descobertas incríveis para a ciência, ajudou no combate de doenças, encontrou curas para males milenares e soluções práticas para diversos tipos de acidentes. Não bastava ter manipulado o garoto enquanto ele estava vivo, mas precisava também manipulá-lo depois de morto.

6_ O mundo melhorou bastante, isso não é dúvida. Mas sem saber qual era o propósito de sua morte, um simples garoto destemido (afinal, ele não se machuca!) descobriu que uma parte do seu corpo nunca mais se regeneraria: seu partido coração.

Análise de conteúdo da história de ficção científica "Os Fins Justificam"

Na ficção "Os Fins Justificam", o aluno Nicolau relata uma história em terceira pessoa, sobre um casal formado por um garoto no estilo super-homem,

onde qualquer machucado rapidamente é curado, e uma garota, a qual é a cientista da história.

Este aluno denota a cientista como filha de um engenheiro químico e uma bióloga. Ou seja, podemos inferir que Nicolau considere que haja influência da educação dada pelos pais para a futura cientista. Ainda que um engenheiro químico não seja necessariamente um cientista, podemos supor que este aluno considere a influência de pais cientistas sobre o futuro de seus filhos. Essa afirmação é possível, pois, com base no questionário, verificamos que este aluno não diferencia a Ciência da Tecnologia.

A história de Nicolau envolve a pesquisa solitária da garota cientista. Tal fato contradiz o encontrado por Reis (2004) [dois estudos de caso, onde Miguel, Nídia e Ana Margarida afirmam que a atividade científica é coletiva]. Nos demais casos não foi possível encontrar esse dado para fazermos a comparação.

Nicolau identifica o personagem do cientista como sendo do sexo feminino. Esse fato não é comumente encontrado na literatura, onde, na grande maioria das vezes, é citado o cientista como sendo do sexo masculino (MEAD; MÉTRAUX, 1957; FORT; VARNEY, 1989; MATTHEWS; DAVIES, 1990; REIS; RODRIGUES; SANTOS, 2006). Essa não correlação de gênero (todo cientista é homem) aparece no início da história, quando Nicolau apresenta os pais da garota: um engenheiro químico e uma bióloga. Logo, para este aluno, um cientista pode tanto ser um homem quanto uma mulher.

Nicolau expressa, no terceiro parágrafo, o que motivava a relação entre o casal. O interesse do garoto na inteligência, paixão e beleza da garota e o interesse desta sobre as células e o código genético do rapaz. Isto é, os interesses de cada um guiam suas ações, assim como o próprio título da redação explicita. Poderíamos mudar o título da redação para: "Os fins justificam os meios" denotando uma relação maquiavélica sobre as ações que os personagens tomam para alcançar seus objetivos.

O interesse que a garota demonstra carrega fortemente o conceito assumido nessa investigação do que seria uma Ciência. Isto é: a produção de conhecimento.

O que motiva a garota cientista aparece no 4º parágrafo: "*[...]ao interesse que ela sentia em suas células, seu código genético e sua hereditariedade.*" Esse interesse não denota um fim específico. Infere-se que, na

história, a cientista busca descobrir os fenômenos existentes em seu namorado. Porém, não se pode afirmar que o aluno Nicolau desconsidere a Ciência com outros objetivos. Por exemplo, em seu questionário, afirma que a Ciência está em prol da humanidade. Em alguns casos, ele afirma, ela não é altruísta, como é o caso da construção de bombas. Outras informações pertinentes para entendermos a concepção de Ciência do aluno Nicolau são aquelas que aparecem no último parágrafo ("*O mundo melhorou bastante, isso não é dúvida.*") e também em seu questionário quando afirma: "*Tudo terá um toque digital*". Essas informações confirmam ainda mais que a concepção que Nicolau tem de Ciência é uma concepção Tecnocientífica (OLIVEIRA, 2003).

Quando Nicolau narra sobre a morte do garoto, afirma que "*nunca houve paixão, nunca houve romance... apenas a Ciência*". Assim podemos inferir que este aluno compreende a atividade científica como algo frio, sem envolver emoções por parte de quem faz Ciência.

No último parágrafo da ficção, o aluno Nicolau afirma que o mundo melhorou após as pesquisas que a cientista fez com o cadáver de seu namorado, denotando que não importa se a dignidade humana esteja sendo ferida se o objetivo da pesquisa requer isso. A concepção de Ciência com o objetivo de melhorar algo também é encontrada em Reis (2004) [casos de Ana Margarida e Jaime].

A concepção de "altruísmo" se encontra claramente ambígua neste caso. É altruísta, pois o mundo "melhorou bastante" é fria, pois não se importa com o que (ou quem deve morrer) para que os fins da Ciência sejam alcançados. Uma possível explicação para isso poderia ser o que o próprio aluno afirma a respeito da farsa da clonagem utilizando células-tronco relacionada à fraude do pesquisador coreano Woo Suk Hwang. Isto é, muitos cientistas aproveitam-se para tirar vantagem e alcançar seus objetivos.

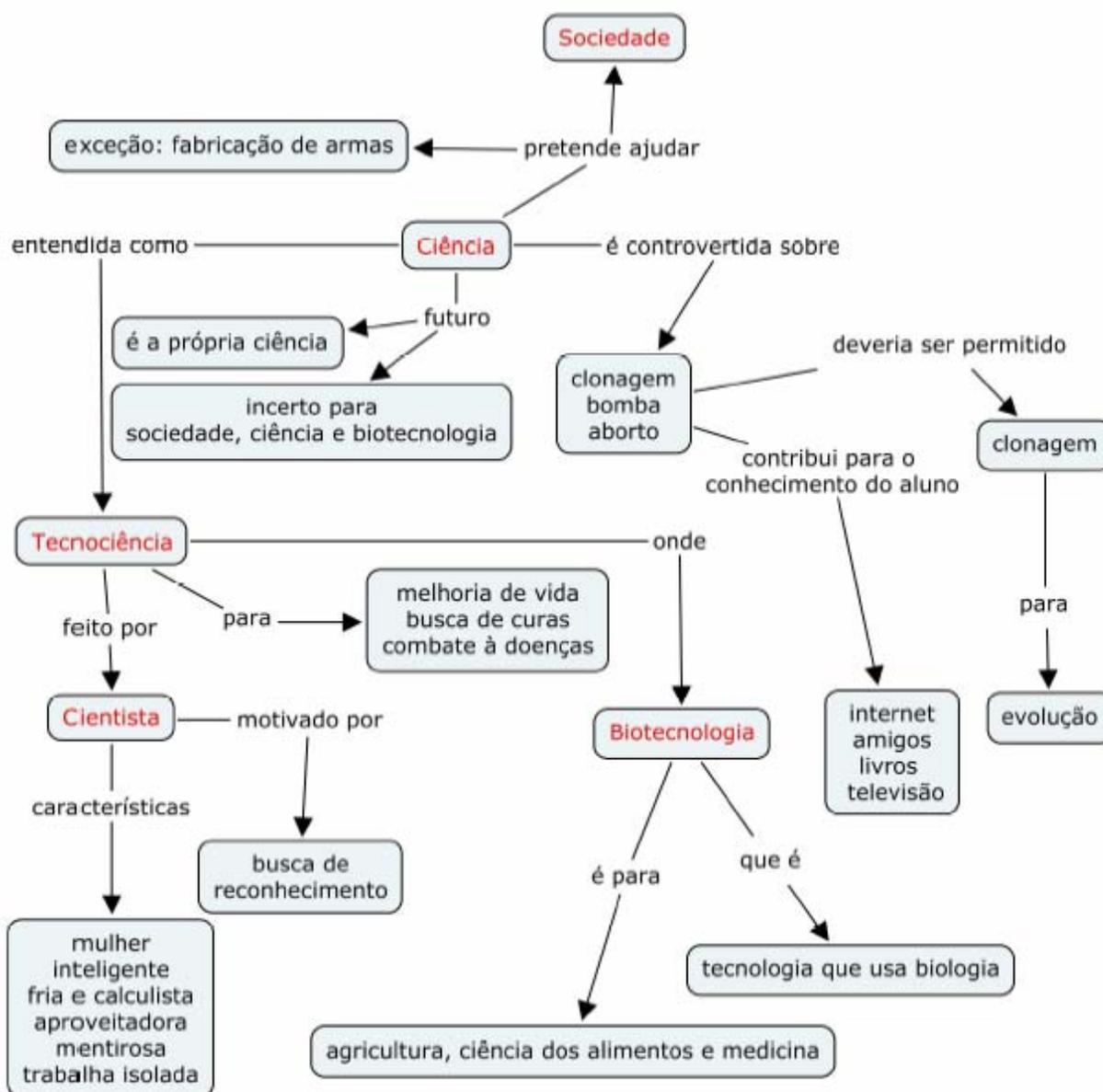


Figura 7 – Mapa conceitual do aluno Nicolau.

CASO 4

O caso de Maria: "O trabalho de um cientista consiste sempre em novas descobertas, procurando respostas e novas soluções".

A aluna Maria tem idade de 15 anos e faz a 2ª série do Ensino Médio. Escreveu uma história que envolve a clonagem, pois, para ela, é um assunto polêmico e bem interessante.

Além da clonagem, Maria considera as pesquisas com células tronco e o big-bang como temas polêmicos e cita a mídia e a escola como fontes de informação sobre tais assuntos. Também afirma que, em suas aulas de Ciências, houve discussão sobre estes temas. Considera ainda que, com relação à clonagem, ela possui pontos positivos e negativos.

Com relação aos cientistas, Maria acredita que estes são mais realistas e mais criativos, tendo idéias diferentes das demais pessoas da população. São motivados pela possibilidade de descobrirem coisas novas.

Maria considera Tecnologia e a Ciência como sinônimos. Para ela, a biotecnologia é a busca de curas utilizando-se de seres vivos enquanto os demais cientistas buscam de forma geral. Isto é, a Ciência é caracterizada como tendo propósito de melhoria, inovação, o que seria típico da Tecnologia. Sendo assim, podemos inferir que Maria considera a Ciência como uma Tecnociência (OLIVEIRA, 2003).

Com relação à interação entre a Ciência e a sociedade, Maria demonstra uma concepção unilateral da relação. De modo que é a Ciência que influencia a sociedade, mudando sua cultura, suas crenças. Também considera que as relações estabelecidas são positivas, pois as descobertas da Ciência trazem melhoras para a sociedade. Maria não considera a influência que a sociedade também pode exercer sobre o trabalho científico.

Quanto ao futuro, Maria diz que haverá crescimento da Ciência, com mais soluções e novas respostas, denotando, mais uma vez, o não reconhecimento das diferenças entre Tecnologia e Ciência.

História: Controlado o Passado

1_Parecia ser apenas mais um dia comum assim como os outros, mas não era. Algo totalmente diferente do que já tinha existido e esperado acabava de ser descoberto. Seria possível existir 2 pessoas extremamente iguais, se não, agora seria.

2_Após longos anos de estudos, uma dupla de alunos achou uma maneira de fazerem duas pessoas extremamente iguais existirem, até aonde isso seria útil e bom já não sabiam direito. A descoberta causou muitas polêmicas e discussões. Muitas pessoas a favor e contra, até mesmo protesto contra existiram. Na cabeça desses dois adolescentes, a idéia principal era poder trazer antepassados, ídolos de volta para eles poderem conviver e conhecerem eles.

3_ A idéia parecia totalmente maluca, não só parecia como era. Resolveram então fazer o primeiro teste. No começo tudo parecia normal, colocaram o feto dentro da mãe no caso a cobaia. Tudo parecia realmente normal, até que a mãe de aluguel procurou os dois meninos. Sintomas estranhos tinham aparecido. Ela se sentia mais agressiva, se sentia mais forte, coisas que nunca aconteceram antes. Os meninos acharam tudo normal, afinal eram inexperientes.

4_ A mãe, um pouco mais tranqüilizada, voltou para casa e foi repousar. Ao chegar da noite ela sentiu algo diferente, levantou-se e olhou se no espelho e não entedia nada, apenas gritava. Com a má experiência fez com que a mãe se tornasse no feto, em idade maior, só que com poderes de força e do mal.

5_ Descontrolada saiu rua a fora, destruindo e fazendo coisas totalmente fora do normal, os meninos muito espantados sem saber o que estava realmente acontecendo, tentaram controlar a situação, mas não tiveram muito sucesso. Então voltaram ao laboratório tentando imediatamente descobrir o que estava acontecendo, e perceberam que tinha trocados os elementos. Só não sabia o que poderiam fazer para controlar a situação.

6_ A mãe de aluguel foi internada, assim ficaria sob cuidado especial e não causaria mais danos à sociedade, enquanto isso os dois meninos tentavam desenvolver algo para solucionar o problema. Foi quando eles tiveram uma idéia de criar um controle remoto. E voltaram para o passado como se nada tivesse ocorrido. E assim fizeram. Após dias de trabalhos eles conseguiram finalizar o controle remoto, muito ansiosos para saber se funcionaria ou não, eles levaram até o hospital.

7_ Chegando lá, eles testaram, e funcionou, tudo voltou como se nada tivesse ocorrido. E quando eles resolveram pensar em clonar alguém novamente, um pensamento surgiu na cabeça deles como se fosse uma voz dizendo que não seria uma boa idéia, que uma pessoa já era suficiente no mundo, não precisa duas.

Análise de conteúdo da história de ficção científica "Controlado o Passado"

Maria descreve uma história que envolve quatro figuras: dois alunos, que seriam os cientistas da trama, uma mulher e um feto. Esses alunos são caracterizados por terem estudado muito e por terem uma "idéia maluca", no caso, a geração de duas pessoas idênticas. Essa idéia diferente também é denotada por essa aluna por meio do questionário respondido, reforçando sua concepção a respeito de que os cientistas têm idéias diferentes das demais pessoas. A idéia de "cientista maluco" também aparece na investigação de Reis (2004) [caso de Jaime onde este aluno afirma: "*Deve haver cientistas assim, um pouco... fora do normal*"].

Esta aluna descreve uma ficção que envolve a clonagem humana. Para a realização da experiência, os cientistas (dois alunos) se utilizam de uma mulher, a qual a chamada no texto de "cobaia". Maria acredita que os cientistas comportam-se da mesma maneira que na sua história inventada. Disso, podemos

inferir que, assim como no caso 3, os fins justificam os meios utilizados. Não é caracterizada pela aluna Maria a preocupação com a bioética envolvida na pesquisa com humanos, como se isso não tivesse importância quando os cientistas focam na sua "idéia maluca".

Do parágrafo 3 ao 5, a história denota a falta de controle que os cientistas tiveram sobre o experimento. Tal descontrole também aparece em Reis (2004) [onde os efeitos "colaterais" aparecem nos seguintes estudos: os casos de Jaime (deve haver cautela no desenvolvimento científico para evitar efeitos "colaterais") e de Ana Sofia (efeitos imprevistos no ambiente e sociedade é a face ruim da Ciência)].

A mulher e o feto têm efeitos não desejados pelos cientistas sendo que, nos dois últimos parágrafos, eles conseguem resolver toda a situação como se nada tivesse ocorrido. A busca de uma solução para um problema, contado na história, confirma-se também no questionário respondido quando Maria afirma que a busca de novas soluções é o que consiste o trabalho de um cientista. [De forma análoga ocorre também nos casos de Ana Margarida e Miguel (REIS, 2004)].

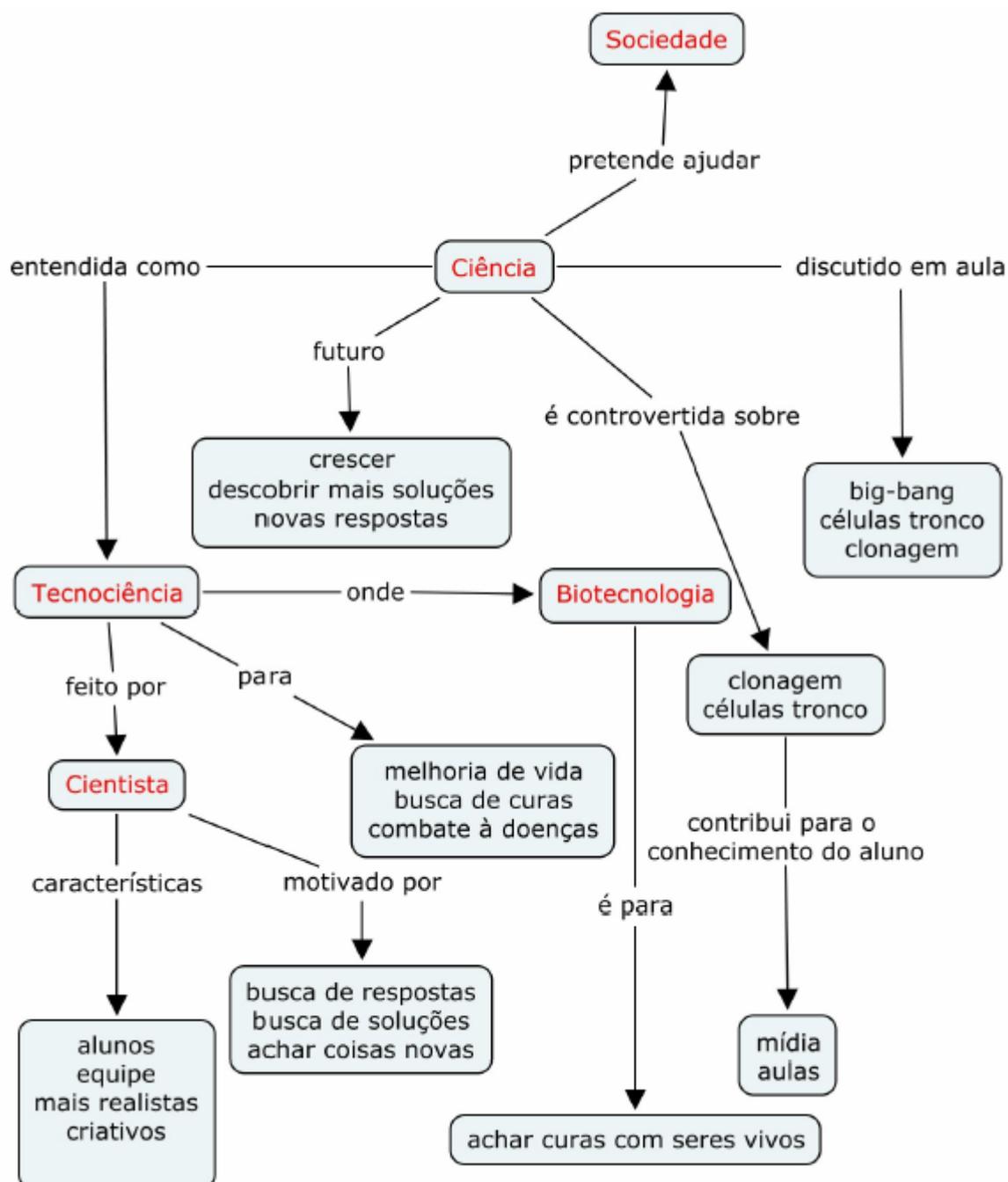


Figura 8 – Mapa conceitual da aluna Maria.

CASO 5

O caso de Martina: "Os médicos e cientistas envolvidos, todos muito contentes em mais uma descoberta para ajudar a humanidade".

Martina tem idade de 16 anos e cursa a 2ª série do Ensino Médio. Escolheu como tema de redação o preconceito contra homossexuais e a clonagem, pois considera que sejam temas atuais e polêmicos, sendo os jornais e novelas as principais fontes de informação a respeito de tais temas.

Para Martina, os cientistas não possuem qualidades que os distinguem dos demais. Tal ocorre também em Reis (2004) [caso de Miguel]. Porém, quando cita o profissional cientista, o considera em suas palavras: "como profissionais são diferentes, pois são pessoas que sempre se dedicam ao máximo no seu trabalho". Essa concepção relaciona os cientistas como pessoas especiais, dotadas de uma característica que as torna "super trabalhadoras". Essa dedicação extremada aparece em Reis (2004) [caso de Nídia]. Quanto a este trabalho, a aluna Martina acredita que seja a descoberta de coisas ou o melhoramento daquilo que já existe, caracterizando a Ciência pela sua utilidade prática (que é típico da Tecnologia). [Concepção esta também encontrada nos casos de Ana Margarida, Miguel e Jaime]. O que motivaria um cientista seria o reconhecimento da população [casos de Ana Margarida, Miguel e Jaime].

Martina considera positiva a relação da Ciência (aí cita a Medicina e a Biologia) com a sociedade, pois traz melhores condições de vida para todos. Embora afirme que a Ciência é universal, pois, segundo ela, é uma verdade que não pode mudar de acordo com a cultura e a religião. A "verdade" descoberta em uma região é passada para todos para que haja igualdade de oportunidades. A interação que esta aluna afirma reconhecer entre a Ciência e a sociedade é a repressão da igreja católica contra a clonagem e a utilização de células tronco. A mesma relação de controvérsia com a religião foi citado nos casos de Tom e Venter.

Quanto aos temas que ela considera controversos, clonagem e células tronco, posiciona-se contra a clonagem [posicionamento semelhante é encontrado nos casos de Ana Margarida e Miguel] pois considera que Deus criou os seres de forma diferente; e a favor do uso de células tronco, pois trará benefícios para portadores de algum defeito físico. Afirma ainda que as informações que ela

recebe provêm da mídia, [casos de Miguel, Nídia e Ana Sofia] sendo que os professores explicam tais temas [casos de Ana Margarida e Jaime].

Quando questionada sobre se há ou não diferença entre a Ciência e a Tecnologia, esta aluna afirma que são sinônimos e cita palavras como pesquisas, desenvolvimento e descobertas para descrevê-la.

Ao definir Biotecnologia, Martina utiliza-se de uma analogia. Segundo ela, biotecnologia é: "A união dos estudos biológicos e da tecnologia que se juntam para fazer um bem aos seres". Ela considera o trabalho de cientistas envolvidos com a biotecnologia como sendo mais detalhado e aprofundado do que o trabalho dos demais cientistas.

Referente ao futuro da Ciência, a aluna Martina acredita que esta prolongará e melhorará a vida na Terra e que teremos novas descobertas [casos de Ana Margarida e Nídia].

História: Drama de Homossexuais resolvido pela Medicina

1_ Nós estivemos acompanhando um grupo de médicos e cientistas que estavam tentando por em prática, a ação de transformar um ser humano em uma outra pessoa que já tem vida e mais ainda, em um sexo oposto.

2_ Tudo isso porque Natalia estava passando por muitos constrangimentos e acima de tudo por preconceitos, por ser homossexual e grande parte da população não encarar a opção sexual do próximo numa boa. Existiam as pessoas em que não a olhavam com bons olhos, estava entrando em depressão, então resolveu procurar ajuda a psicólogos e psiquiatras, mas de nada adiantou.

3_ Seu maior sonho era andar na rua, com roupas e estilo de homem, sem ninguém a olhar como se tivesse uma doença contagiosa ou de alto risco.

4_ Como a pesquisa para realizar este procedimento já estava sendo realizada e estavam precisando de uma cobaia, fizeram a proposta para ela, que no mesmo instante aceitou.

5_ Mas tinham que achar um homem em que se sujeitasse a ter uma pessoa com características físicas idênticas a dela perambulando pelas ruas e a passar pela operação para doar seu código genético para substituir o de Natalia.

6_ Logo, nas redes transmissoras de TV, jornais e revistas começaram a comentar sobre o assunto e dizer que tudo isso era feito para que pessoas como Natalia e que não eram poucas no mundo inteiro pudessem levar a vida normalmente, sem passar por preconceitos.

7_ Grande parte das pessoas aprovou a idéia, principalmente as homossexuais e resolveram se dispor a fazer a cirurgia, mas não só em transferir a sua célula-tronco para Natalia, como passar a dela para ele. Onde os dois ficariam muito satisfeitos.

8_ *Mas tudo tinha que ser feito com muita cautela, onde seria realizada uma operação em que nunca tinha sido realizada e seria de alto risco para os dois em que seriam cobaias.*

9_ *Até que no dia 10 de março de 2200, no Hospital Vida Bela, o dia e o local em que tinha sido marcada a grande cirurgia, aconteceu a tão esperada. Foi aplicado nos dois pacientes choques-elétricos em que deixariam totalmente desacordados por 48 horas, que seria mais ou menos o triplo do tempo em que duraria a cirurgia. Fizeram a troca das células-tronco, a onde tiraram o código genético de cada um e transferiu para o outro paciente. Tudo isso sendo feito com todo o cuidado necessário e receio da parte dos médicos, onde era uma experiência totalmente inovadora no campo médico.*

10_ *Após essas 48 horas previstas de sono dos pacientes, tiveram que colocá-los em coma, pois os dois não estavam em boas condições de se manter vivos sem ajuda de aparelhos. Foi nesse momento que todos entraram em pânico, pois a situação era grave.*

11_ *Mas, depois de três meses de coma sem nenhuma manifestação dos operados, começaram a se transformar Natalia começou a ter pelos no rosto e em todo o corpo em maior quantidade, começou a se desfazer a vagina, tudo começou a virar como um verdadeiro homem. E em Alexandre, tudo começou a ficar igual a uma mulher. Mas os dois com o passar do tempo foram ficando um com o rosto igual ao do outro, foram clonados, mas os dois em comum acordo e cada um ficou com seu psicológico inabalado, somente com feição do outro igualzinha a que era antigamente, antes da cirurgia.*

12_ *Depois de passado nove meses da operação, os dois reacordaram do coma, Natalia que agora não era mais Natalia, acordou igual a um homem e Alexandre acordou igual a aparência de uma mulher.*

13_ *Esses nove meses sem vida, foi como nascer de novo, ou estar no útero de suas mães, mas já nasceram com a idade que tinham e com o mesmo pensamento anterior, os médicos cuidaram em só fazer a transfusão da célula em que pertencia ao físico deles.*

14_ *Um dia depois de sair do coma, dia 11 de dezembro de 2200, já estavam prontos para saírem do hospital, onde agradeceram em rede nacional todos os médicos e cientistas que um dia pensaram no sofrimento de cada um e conseguiram finalmente a essas pessoas a terem uma vida mais digna. E todos em que desde o começo estiveram presentes com eles e os apoiaram acima de tudo.*

15_ *Os médicos e cientistas envolvidos, todos muito contentes em mais uma descoberta para ajudar a humanidade.*

Análise de conteúdo da história de ficção científica "Drama de Homossexuais resolvido pela Medicina"

A história da aluna Martina tem como pano de fundo, o preconceito vivido por homossexuais. Os médicos e cientistas aparecem como sendo "a salvação" [casos de Ana Margarida, Jaime e Nídia] para Natália, a personagem principal da história, desenvolvendo uma forma de mudança de sexo que se utilizaria

de células tronco e da clonagem para tal feito. Nesse sentido, não se observa na redação o rigor com relação à utilização destes termos. Por exemplo: no 11º parágrafo Martina explica como ocorreu a transformação de um ser em outro como se fosse um tipo de clonagem, relatando que, embora os dois personagens (Natália e Alexandre, considerados na redação como cobaias) tenham trocado de sexo, eram ainda assim clones.

O papel da mídia, na redação escrita, é transmitir à população as novidades desenvolvidas pelos cientistas e médicos [casos de Miguel e Ana Sofia], não ficando evidente que possa ocorrer manipulação da informação. Tal concepção de mídia (transmissora de informações referentes à Ciência) também aparece no questionário respondido, ao afirmar que as informações referentes a temas controversos provêm da mídia.

Outra característica que pode ser inferida na redação de Martina é a presença de um altruísmo, por parte da Ciência para com a sociedade. Isso pode ser confirmado com base no questionário, onde afirma que a Ciência tem como objetivo trazer melhorias [casos de Ana Margarida e Jaime].

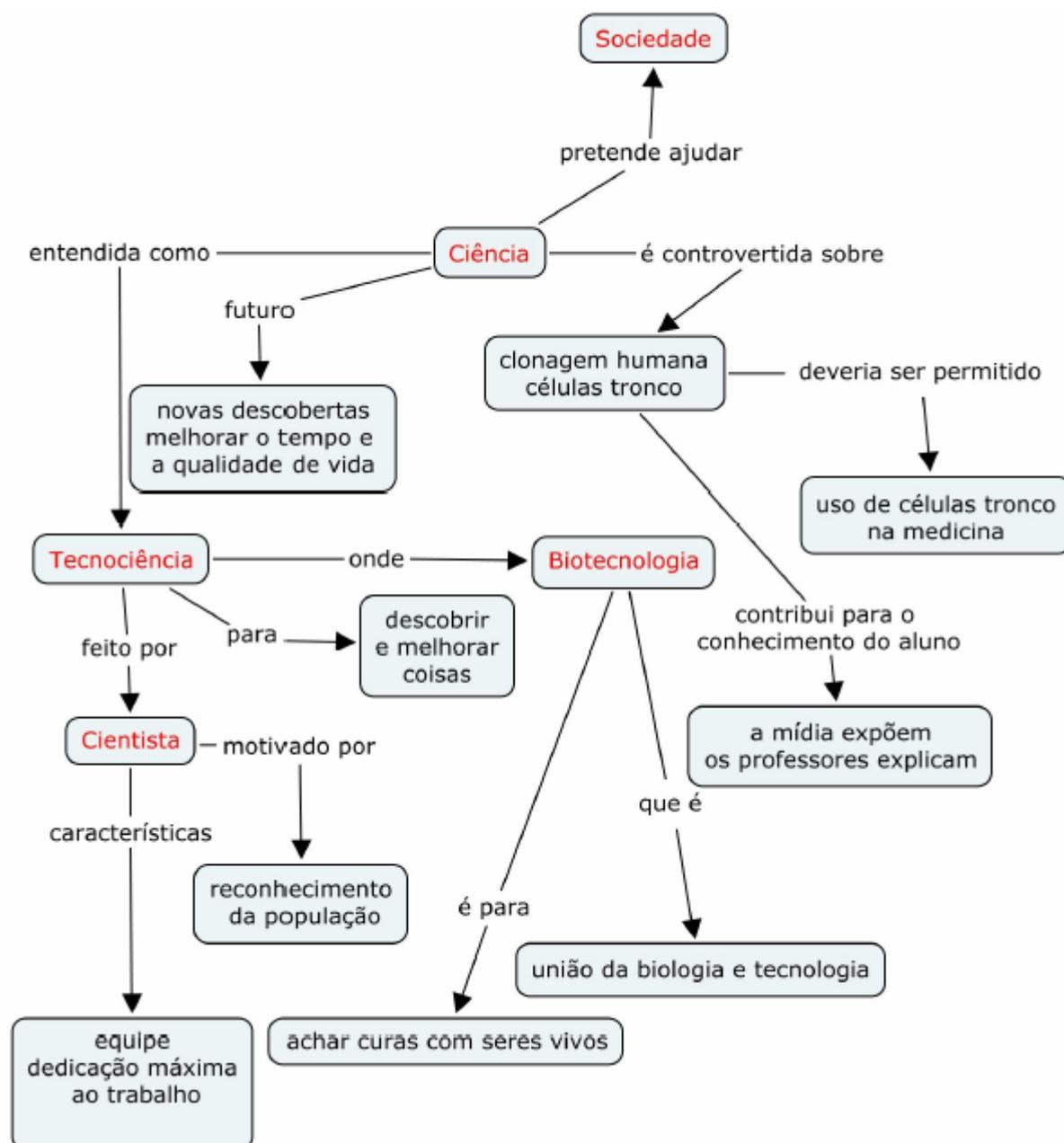


Figura 9 – Mapa conceitual da aluna Martina.

CASO 6

O caso de Vicente: "Os médicos e cientistas envolvidos, todos muito contentes em mais uma descoberta para ajudar a humanidade".

Vicente tem idade de 15 anos e cursa a 2ª série do Ensino Médio. Afirma não ter nenhum motivo em especial para escolher o tema de sua história de ficção científica. Segundo o próprio aluno: "Foi a única idéia que veio a minha mente no momento"; "As informações que utilizei na história são totalmente da minha cabeça" e "O texto foi mais na brincadeira".

Para Vicente, os cientistas são observadores e muito inteligentes. Não se posiciona em relação a eles como iguais ou diferentes das demais pessoas. Quanto à atividade científica, considera que seja relacionada à descoberta e estudos sobre plantas e animais (como alimentação, formas de vida). Neste ponto podemos afirmar que, para este aluno, a Ciência não tem um fim tecnológico, mas sim a construção de conhecimentos, como ele mesmo cita: estudar plantas e animais [neste ponto, o caso de Vicente destoa dos cinco casos de Reis (2004). Naqueles casos é comumente encontrado a concepção utilitarista da Ciência]. Porém, mais adiante, o aluno Vicente relaciona a Ciência com fins tecnológicos, de forma que não são diferenciáveis. Isto é a Ciência pode ser considerada como uma Tecnociência (OLIVEIRA, 2003).

Vicente considera positiva a relação da Ciência com a sociedade. Afirma que estão ligadas e que a Ciência está em toda parte. Segundo ele: "...a ciência está em tudo, aonde vamos a tecnologia esta lá". Denotando a não discriminação da Ciência e da Tecnologia. Porém, em outro momento, ao ser questionado sobre se a Biotecnologia é uma ciência, ele responde utilizando-se de uma analogia: "É a tecnologia usada na vida de animais e plantas". E continua: "Acho que a biotecnologia não é uma ciência e sim uma tecnologia. Para mim a ciência é a biologia." Assim, denotamos a contradição que Vicente demonstra em suas respostas. O que dá reforço a essa conclusão é quando ele considera a Ciência e a Tecnologia como sinônimos, associando a ela palavras como estudos, observações e conhecimento. Em outro momento, ele afirma que os demais cientistas utilizam-se da biotecnologia para aprofundar seus estudos.

Quando é questionado se a Ciência é universal, o aluno Vicente responde que sim, pois é encontrada em todo o mundo. Considera que os estudos científicos podem influenciar a sociedade, demonstrando uma concepção de influência unilateral no sentido Ciência - sociedade.

Quanto aos temas que ele considera controversos, cita os transgênicos.[os casos de Reis não citam os transgênicos como tema controverso. O atual caso pode ser explicado devido a controvérsia gerada no Brasil, mais especificamente no estado do Paraná, com relação a liberação dos alimentos transgênicos.

Segundo Vicente, recebe as informações sobre os transgênicos por meio da mídia, sendo que já discutiu tal tema na escola, além de outros como o aborto e o biocombustível.

Referente ao futuro da Ciência, o aluno Vicente acredita que haverá mais descobertas e mais tecnologia em volta que proporcionará melhores resultados [semelhantemente aos casos de Reis].

História: Perdidos na Amazônia

1_ Um grupo de cientistas estava passando uma temporada de férias em um hotel na Amazônia, cujo hotel ficava dentro da floresta.

2_ Este hotel proporcionava aos hóspedes alguns passeios com guias treinados mata adentro. Os cientistas ficaram muito animados ao saberem disso e se programaram para fazer este passeio no outro dia.

3_ Ao amanhecer os cinco cientistas que lá estavam partiram rumo à longa caminhada e as várias descobertas que iam fazer. Saíram do hotel e duas horas depois da caminhada um grande imprevisto aconteceu: o guia que os levava sofreu uma queda bateu a cabeça numa pedra e não resistiu.

4_ Os cientistas se encontraram num grande dilema: estavam apavorados com a morte do guia, porém eles não podiam ficar lamentando a perda, pois precisavam achar o hotel, o que seria muito difícil, pois já estavam muito longe do mesmo e não sabiam como voltar. Resolveram que iam voltar para o hotel, tentando lembrar o caminho da ida, mas quando estavam voltando uma forte chuva começou, acabando de vez com as esperanças dos cientistas.

5_ Com a chuva houve uma mudança drástica de planos. Resolveram encarar a mata e seguir sem destino até acharem alguém ou algo que pudesse os ajudar a sair dali. Durante a caminhada os cientistas foram observando vários tipos de plantas, árvores, animais, etc., mas havia uma coisa que os intrigava: as pegadas gigantes que eles viam a todo lugar que eles fossem.

6_ O dia ia desaparecendo dando lugar a uma escuridão horrível, onde era impossível ver mais de um palmo na frente.

7_ Os cientistas viram-se incapazes de continuar o trajeto e resolveram dormir ali mesmo.

8_ Enquanto o tempo passava o hotel já tinha se mobilizado para achar o grupo que estava perdido e já havia colocado bombeiros, guias e o que pudesse atrás deles, que não tinham nem idéia de onde os achar.

9_ Durante a noite, ninguém conseguia dormir, o som dos pássaros era macabro a noite, bichos andando era muito fácil de ouvir e principalmente passos de um ser que tremia o chão quando pisava.

10_ Ao amanhecer os cientistas estavam apavorados e acabados devido às condições que passara a noite, mas não podiam descansar. Ao andarem mais um pouco avistaram uns seres enormes parado, que parecia mais um monstro. Quando viram aquilo ficaram desesperados, mas não podiam deixar de tirar algumas fotos, o que ia ser uma descoberta em tanto para aqueles jovens cientistas que iam ficar muito famosos e ricos devidos àquela descoberta.

11_ O que eles não sabiam é que aquele monstro era na verdade um cruzamento de quatro animais: iguana, urso panda, tubarão martelo e macaco prego, que era chamado pelos funcionários do hotel que o viam de vez em quando de panda prego. Com o passar dos dias eles avistaram mais alguns desses animais e puderam pegar um ovo desse bicho que por incrível que pareça, ela não era mamífero e sim ovíparo. Conseguiram o ovo e conseguiram tirar muitas fotos desse animal.

12_ Após dois dias de conseguirem o ovo eles conseguiram ser resgatados pelo corpo de bombeiros e após uma breve conversa com os guias do hotel eles souberam que aquele lugar onde estavam era o mesmo lugar onde caiu o meteoro que acabou com a raça dos dinossauros e esses bichos que eles viram era nada mais nada menos que uma mutação e uma continuação desses dinossauros que ali viviam.

13_ Quando o ovo chocou, saiu de lá um pequeno animalzinho branco e preto, com a cabeça achatada, muito esperto e com uma língua grande e muito pegajosa.

14_ Apresentaram suas histórias e mostraram as fotos e o pequeno animalzinho que estava no ovo, e tempo depois ganharam o premio Nobel por essa descoberta incrível que os fez muito ricos e famosos.

15_ O que eles não lembraram é que tinham que devolver o pequeno panda prego para seu antigo lar. Com o tempo ele foi crescendo e mais saudade da família ele sentia e se rebelou, matou os cientistas, subia nos prédio igual ao king Kong. A policia teve de intervir e por segurança acabou matando o animal que só tentava se defender. Muitos cientistas até hoje procuram mais pandas pregos na Amazônia, mas nunca ninguém achou o tão cobiçado animal.

Análise de conteúdo da história de ficção científica "Perdidos na Amazônia"

A história escrita pelo aluno Vicente trata de uma equipe de cientistas que está de férias em um hotel na Amazônia. Interessante notar que tal equipe, embora esteja de férias, fica animada por poderem fazer descobertas em suas observações, durante as caminhadas proporcionadas pelo hotel onde estão

hospedados. O perfil de uma pessoa que se envolve com Ciência, descrito pelo aluno, é de alguém que possui características de observação tão marcantes que, mesmo não estando no trabalho, se mantêm evidentes [tal como em Reis (2004) onde os cientistas são considerados como pessoas altamente dedicadas ao trabalho: caso de Ana Margarida].

Na história de ficção, já nas primeiras linhas, ocorre um evento inesperado para os cientistas: a morte do guia. Na busca para acharem o caminho (ou serem achados) eles começam a observar plantas e animais da região e também as grandes pegadas encontradas, as quais os intrigavam. Aqui se denotam duas características de um cientista: a observação e o questionamento. A motivação para o que eles acabam descobrindo, aparece no 10º parágrafo: a fama [caso de Ana Margarida e Miguel], a riqueza e o prêmio Nobel, consequência da descoberta dos panda pregos.

Ao longo da jornada de volta ao hotel (12º parágrafo) outra característica científica fica evidente: a coleta de dados por meio de fotos e entrevistas com os demais guias do hotel (citado na história como "uma breve conversa"). Neste parágrafo também encontram-se indícios do método hipotético-dedutivo, por parte do aluno quando este faz a ligação entre as características do animal e a região na qual caiu o meteoro que extinguiu os dinossauros. Concluiu então que houve alguma mutação em dinossauros não extintos.

Ao final da história, Vicente descreve a impossibilidade do cientista em prever todas as consequências de seu trabalho quando o objeto de estudo - o panda prego - revolta-se e acaba por matar toda a equipe de cientistas. Aqui não se pode afirmar que tal descontrole do cientista sobre o experimento seja uma concepção do aluno sobre o cientista, pois isso não é evidenciado em seu questionário. Pode ser apenas, como o aluno afirmou sobre o enredo da história, uma brincadeira.

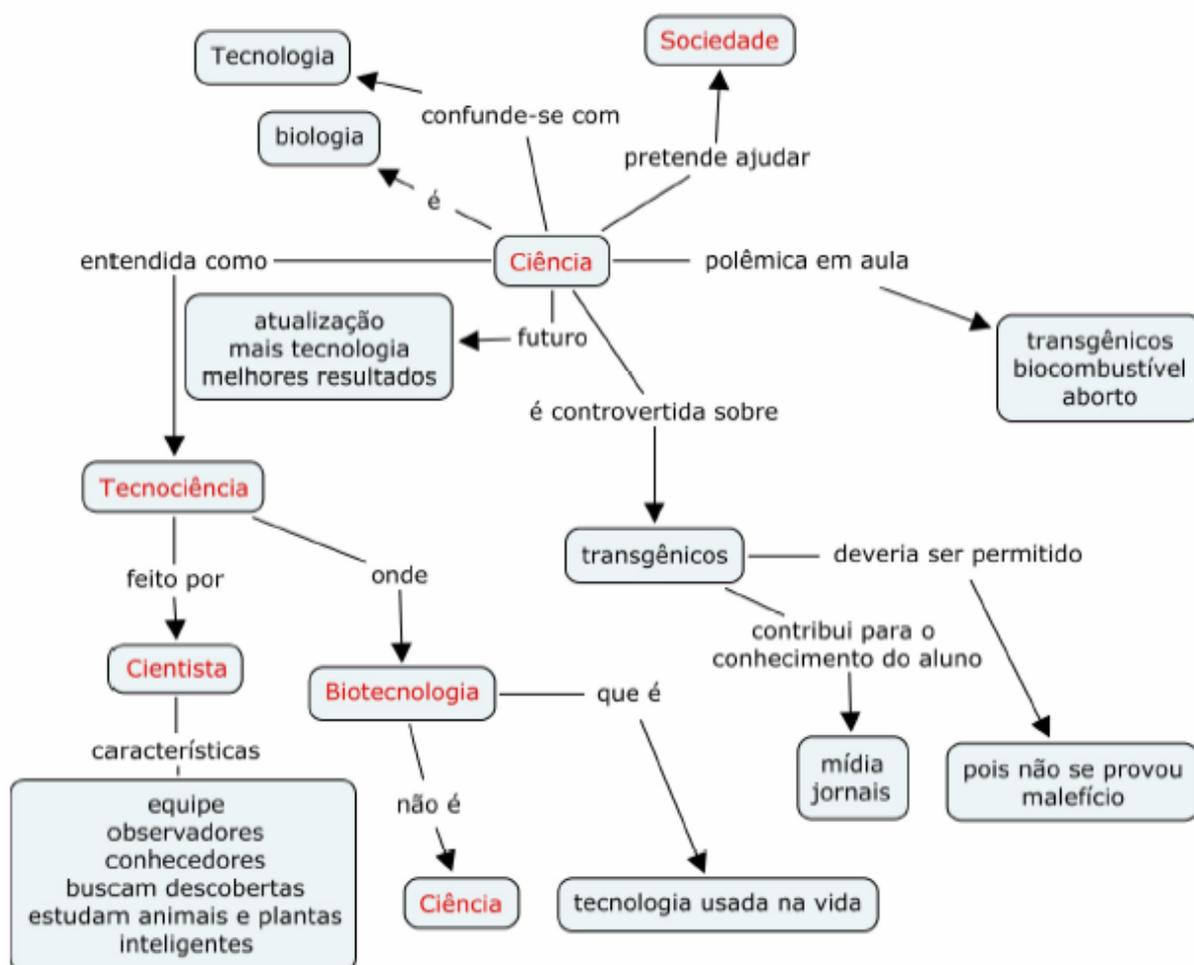


Figura 10 – Mapa conceitual do aluno Vicente.

CASO 7

O caso de Mayana: "Os cientistas contentes resolvem não parar seu trabalho por aí, fazendo ainda mais pesquisas para que mais órgãos pudessem ser desenvolvidos".

A aluna Mayana tem idade de 15 anos e faz a 2ª série do Ensino Médio. Em seu questionário, ela afirma ter escolhido o tema relacionado à biotecnologia devido a uma reportagem no jornal.

Segundo Mayana, em sala de aula os assuntos polêmicos relacionados à Ciência e Tecnologia foram abordados apenas superficialmente. As informações a respeito de tais temas ela afirma buscar na mídia e internet. Os temas que considera controverso são o clone e células-tronco.

Com relação aos cientistas, acredita que buscam estudar a fundo o tema que pesquisam e analisam, além de que acompanhem os resultados de seus estudos em suas devidas aplicações. Porém, não os considera diferentes das demais pessoas. Segundo a própria aluna: "*a única diferença é que estudam muito, e vão atrás de muitas soluções para problemas, desde os mais pequenos (sic) até os mais complicados.* [Esta concepção também é encontrada de forma semelhante nos casos de Ana Margarida e Miguel]. Para Mayana, o trabalho de um cientista consiste em muito estudo, pesquisa, análise e troca de idéias com outros cientistas. São motivados pelos resultados que percebem em seus estudos, pelos avanços na medicina, nas ciências e em outras áreas de aplicação. Essa concepção de uma Ciência dialógica (a troca de idéias) sobressai de outras concepções até aqui analisadas. No estudo de caso anterior, na história de ficção, também apareceu uma equipe de cientistas. Porém, a maioria dos alunos não se posiciona quanto ao diálogo dentro de uma comunidade científica. Geralmente citam o trabalho de um cientista isolado.

A respeito da relação entre a Ciência e a sociedade, essa aluna considera tal relação de forma unilateral no sentido da Ciência para sociedade. Isto é, ela afirma que a Ciência faz estudos para a sociedade, mas que esta nem sempre aceita tais estudos, principalmente quando contrariam valores religiosos. Com relação a tais valores, afirma que estes não influenciam o fazer científico. Isto é, a

Ciência não se deixa influenciar por crenças religiosas. Segundo Mayana, a Ciência aceita os fatos empíricos que podem ser provados em qualquer situação.

Referente à tecnologia, Mayana é a única aluna a não considerá-la como sinônimo de Ciência. À Ciência, associa palavras como: estudos científicos, pesquisas e descobertas; e à Tecnologia associa palavras como: avanços, estudos tecnológicos, desenvolvimento. Essas associações demonstram um maior grau de diferenciação entre o que é Ciência (construção de conhecimentos) e o que vem a ser a Tecnologia (melhoria de algo, facilitação).

A concepção que Mayana demonstra em seu questionário sobre Biotecnologia é que esta seja uma Ciência e também uma Tecnologia que estuda a vida. Daí percebe-se a utilização de analogia para entender o que significa tal palavra e, ao mesmo tempo, percebe-se também nessa aluna a confirmação da tese da Tecnociência (OLIVEIRA, 2003).

Quanto ao futuro, Mayana afirma que a ciência vai evoluir muito e passar a ser cada vez mais importante para a sociedade.

História: Esperança de Vida

1_Há alguns anos cientistas realizam pesquisas para realizar um projeto inédito e que ajudará em muito nos avanços da medicina. Esse projeto pôde ser realizado no dia sete de janeiro de 2007 e as expectativas já estão sendo superadas. O projeto trata-se de implantar órgãos humanos em animais, a primeira tentativa foi feita em uma ovelha que nasceu sendo 15% humana e 85% animal. Mas graças a estudos avançados de cientistas que passam muito tempo de seus dias fazendo pesquisas para melhorar os órgãos, para que eles possam ser transplantados para pessoas humanas, alguns dos órgãos de três animais já são perfeitamente humanos, e podem ser transplantados.

2_No dia 30 de outubro Maryanna, que esperava há muito tempo por um transplante de pulmão, aceita ser "cobaia" para tal experiência, entra no centro cirúrgico às 9 horas da manhã, após assistir a retirada do pulmão da ovelha Lyla. Havia na sala, médicos, médicos veterinários e os cientistas responsáveis pela pesquisa, para que observassem os efeitos de seus estudos. Maryanna fica na sala de cirurgia durante longas quatro horas e meia, demora mais ou menos uma hora, após a cirurgia, para que o efeito da anestesia passasse. Já acordada, sente poucas dores, e conta que parece que nada havia mudado, após quatro dias no hospital ocorre à falência do pulmão transplantado e ela sofre complicações, mas logo melhora e tudo volta ao normal. A ovelha Lyla passa por novos exames e é "carta fora do baralho", ou seja, não é mais utilizada para transplantes e nem para pesquisas.

3_A esperança de Esmail Zanjani e dos outros cientistas é a ovelha Cristy, pois a terceira ovelha está adoentada e seus órgãos não podem ser utilizados, pois

podem estar comprometidos. O órgão mais bem desenvolvido de Cristy é o coração, porém é o mais complicado de ser transplantado, pois matariam a ovelha e corria o risco de perder o paciente, porém surge uma oportunidade indispensável. Sr. Mark está à beira da morte e precisa de um coração, seus filhos pedem a Esmail desesperadamente para que seja permitida a operação, pois é a única maneira de tentar salvar o sei pai. Após algum tempo de reflexão finalmente o cientista aceita a decisiva cirurgia, porém antes ele tem que preparar a ovelha para a cirurgia e também tentar guardar alguma de suas células para mais estudos e ajudar para a produção de novos animais-humanos, a cirurgia se realiza no mais bem conceituado hospital da Inglaterra no dia 29 de maio de 2008, demora aproximadamente 10 horas. Os médicos estavam muito esperançosos, pois o paciente era muito forte, já havia passado por complicadas cirurgias e reagia muito bem. Na UTI e desacordado, Sr. Mark estava com uma aparência muito boa. Após mais alguns dias Mark consegue abrir os olhos, estava ciente de tudo, e já aparentava melhoras, a primeira coisa que pediu foi onde estava a ovelha que salvara a sua vida, e desanimado seu filho mais velho disse que sem coração ela não poderia viver e teve de ser sacrificada. Às 15 horas do dia 10 de junho Sr. Mark sai do hospital com cadeira de rodas, porque não pode fazer muitos esforços por um período, sorri e agradece a todos que estiveram envolvidos no projeto.

4_ Os cientistas contentes resolvem não parar seu trabalho por ai, fazendo ainda mais pesquisas para que mais órgãos pudessem ser desenvolvidos, fazem exames também em Sr. Mark para ver qual é a reação humana ao transplante, felizmente o corpo humano aceita o órgão normalmente. Outras ovelhas foram produzidas, já são mais de 15 entre fêmeas e machos, estão vivendo todos juntos para que possam se reproduzir. Com os filhotes os cientistas farão mais estudos para ver se os filhotes também são animais-humanos, ou se só é possível isso com a implantação de células humanas em animais no ventre de suas mães. Sr. Mark passa muito bem e está curtindo seus netos e bisnetos que nem poderia ver se não fosse o coração de Cristy. Maryanna precisa muito de um pulmão e continua na fila a esperar, e diz que se for o caso aceitaria uma nova tentativa com o pulmão de uma ovelha-humana, pois acredita no desenvolvimento da ciência.

Análise de conteúdo da história de ficção científica "Esperança de Vida"

A aluna Mayana, em sua redação de ficção científica, relata a história de pacientes que são ajudados por médicos, veterinários e cientistas para que tenham órgãos transplantados. Tais órgãos são oriundos de animais-humanos. Isto é, animais que possuem órgãos humanos para futuro transplante. Assim como em um dos casos de Reis (2004) [o caso de Ana Margarida], a aluna Mayana identifica como uma função da Ciência diminuir o sofrimento humano. O perfil dos cientistas da história é de pessoas altruístas e que trabalham muito [assim como no caso de Ana Margarida].

Por meio da história de ficção, pode-se inferir que a aluna Mayana considera que a Ciência não seja isenta de erros. Por exemplo: no 2º parágrafo os cientistas envolvidos no transplante aguardam os resultados. Isto é, não são pessoas que já sabem antecipadamente o que irá acontecer.

No 4º parágrafo, novamente aparece a concepção de uma Ciência voltada para melhorar a vida das pessoas. Ou seja, uma concepção utilitarista da Ciência [casos de Ana Margarida, Miguel, Jaime, Nídia e Ana Sofia]. Embora no questionário respondido esta aluna afirme que Ciência e a Tecnologia sejam entidades distintas, tal concepção não se confirma em outras perguntas mesmo questionário e nem tampouco na história de ficção. Enfim, por meio da triangulação das respostas concluímos que não está claro para a aluna que a Ciência e a Tecnologia sejam coisas diferentes. Mas sim que estão amalgamadas, tal qual a tese da Tecnociência afirma (OLIVEIRA, 2003).

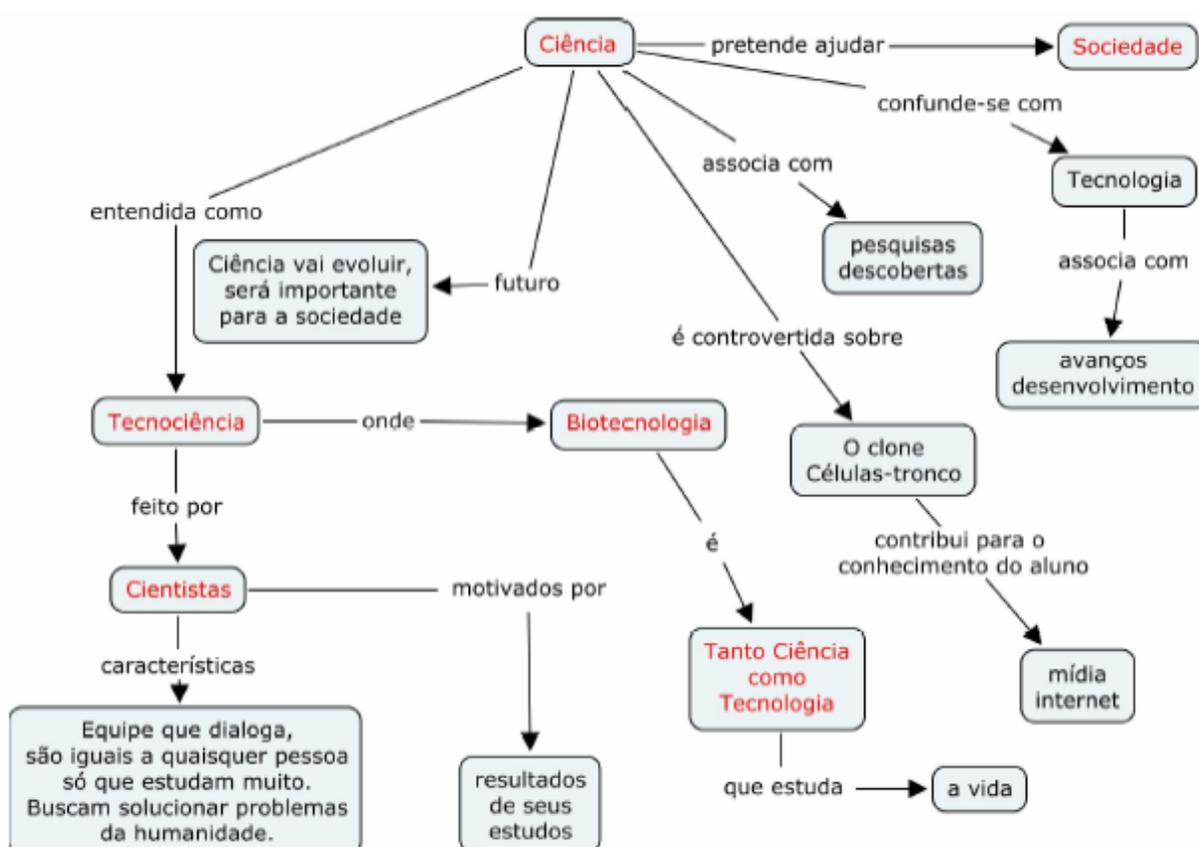


Figura 11 – Mapa conceitual da aluna Mayana.

2.2 ANÁLISE GLOBAL DOS CASOS

Os sete casos apresentados anteriormente refletem muito daquilo que já foi encontrado por outros pesquisadores. Com relação aos mapas conceituais construídos sobre cada caso faremos agora as referidas análises tendo como pano de fundo os referenciais teóricos como componente para entender os dados (concordâncias com a literatura, contradições, novos enfoques). Tal Referencial é composto por:

- Mead e Métraux (1957);
- Fort e Varney (1989);
- Matthews e Davies (1990);
- Reis (2004);
- Reis, Rodrigues e Santos (2006).

Com respeito a origem dessas concepções, faremos uma abordagem via psicologia cognitiva descrita por Pozo, Gómez Crespo e Limón (1991).

Concepções de Tecnociência e as relações desta com a Sociedade

Em todos os mapas conceituais construídos podemos observar que nos sete casos estudados a Ciência é concebida pela sua utilidade para resolver problemas da sociedade. Tal concepção tem seus primeiros registros em 1957 na investigação de Mead e Métraux (1957) num estudo mais alargado (com 43.500 alunos) e na investigação de Reis (2004) em cinco estudos de caso estudados.

A concepção de Ciência como um empreendimento que busca solucionar problemas práticos do dia a dia, melhoria da saúde, longevidade, busca de curas pode melhor ser entendida na concepção de uma Tecnociência. Em Acevedo (1997) a Tecnociência é caracterizada por uma relação íntima entre Ciência e Tecnologia. Segundo ele, a imensa maioria dos cidadãos considera a Ciência como componente desse complexo denominado Tecnociência. Dessa forma, é natural que encontremos em todos os sete casos investigados, uma concepção tecnocientífica.

Sendo biotecnologia um ramo onde se verifica o mais alto grau de fusão entre Tecnologia e Ciência (OLIVEIRA, 2003), e que tem sido constantemente referida pela mídia (REIS, 2004; REIS; RODRIGUES; SANTOS, 2006; LACEY, 2006) seria de se esperar que muitos dos casos investigados viessem a demonstrar em suas histórias de ficção, temas biotecnológicos. Essa alta frequência de temas (100% dos casos estudados) pode ter sido influenciada também por ter sido o professor de Biologia (professor pesquisador) a pessoa que requereu tais redações.

Nos sete casos investigados foram encontradas idéias relacionadas a influência que a Ciência (entendida como Tecnociência) exerce sobre a sociedade, modificando sua cultura (o caso de Tom, por exemplo) e até mesmo sua forma de pensar. Porém, quando os alunos referem-se à influência que a sociedade exerce sobre a Ciência (ou Tecnociência) argumentam que é no sentido das restrições que ela exerce sobre o desenvolvimento científico. Algumas vezes, citam a religião como um "problema" para a Ciência. Por um lado a religião poderia ser vista como tipo de "controle" social. Por outro lado, seria mais um "obstáculo" a ser superado pelos cientistas Lacey (2006) afirma que precauções especiais devem ser tomadas antes de serem implementadas inovações tecnocientíficas. Não seriam essas precauções apenas ignorância dos "pobres incultos" sobre o "saber científico", como em um dos casos é afirmado (o caso de Tom). Mas sim, um controle consciente de uma sociedade democrática que reconhece a importância do desenvolvimento tecnocientífico, mas que também reconhece que esse fazer é um produto humano e sujeito a interesses e erros.

Concepções a respeito do cientista e de sua atividade

Os cientistas, do ponto de vista dos sete casos investigados, são caracterizados resumidamente na figura abaixo:

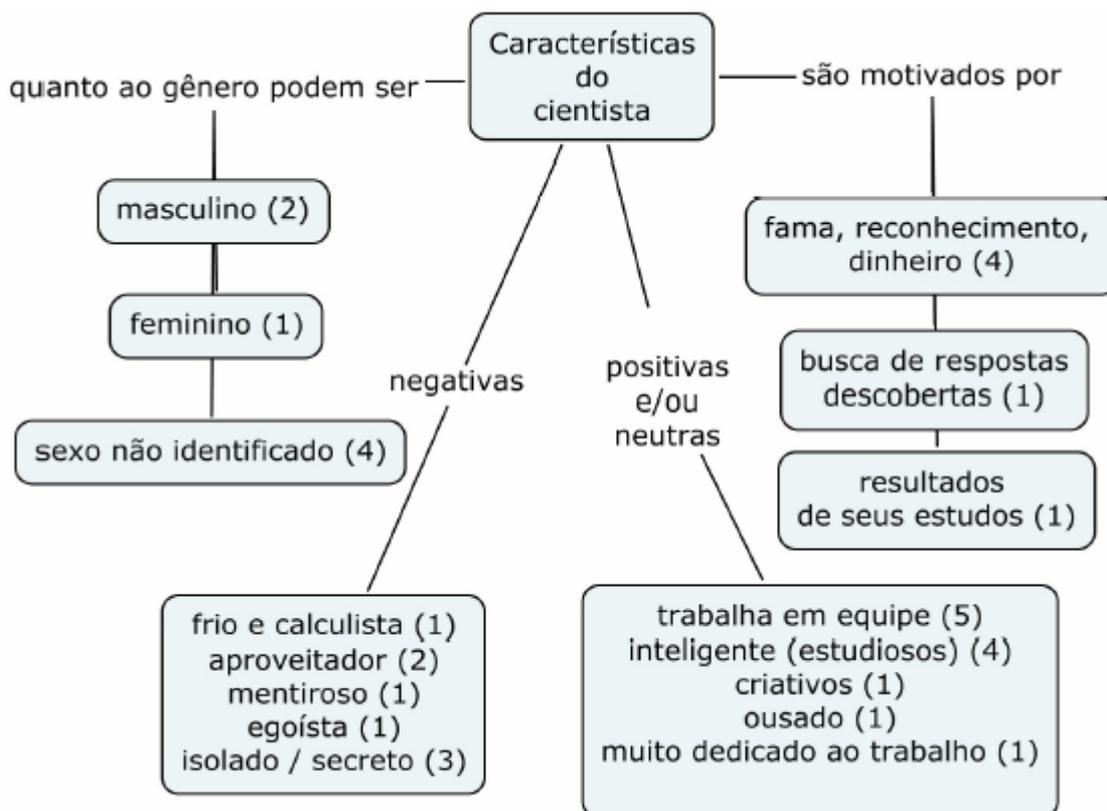


Figura 12 – Mapa conceitual resumido com as concepções a respeito das características de um cientista. Os números ao lado de cada característica são as freqüências absolutas do número de vezes que tal característica é citada. Daí depreende-se que seu total não corresponde ao número total de casos.

Embora as histórias de ficção contenham elementos que poderiam caracterizar o cientista como um louco (usar cobaias humanas para experimentos sem escrúpulos, fazer união de órgãos animais e humanos, etc.) não se pode afirmar que tal concepção de cientista louco seja confirmada. Isso devido à triangulação com o questionário onde se pede em uma das questões, de forma específica, se o aluno considera o cientista com alguma característica que o diferencia das demais pessoas. Aí, como pôde ser verificado na tabela 5, apenas 4 alunos (de um total de 77) afirmaram que caracterizam o cientista como "louco". Em outros 3 alunos pode-se inferir que possuem alguma concepção de cientista louco, por afirmarem que os cientistas vivem "fora da realidade" e vêem o mundo "de forma diferente".

Por meio do mapa conceitual acima, não se pode afirmar que tais alunos considerem a prática científica como exclusividade do sexo masculino.

Porém, devido ao número pequeno de casos, não se pode afirmar na presente investigação que haja essa tendência para a maioria dos alunos. Na Investigação de Reis (2004), por exemplo, o número de histórias que envolvem cientistas exclusivamente do sexo masculino é de 26 de um total de 41, o que corresponde a 63%. Em uma história é evidenciada a presença exclusiva de cientista do sexo feminino (tal qual nesta investigação), e as demais ou não evidenciam o sexo dos cientistas ou a equipe é mista.

Na investigação pioneira de Mead e Métraux (1957) envolvendo 43.500 alunos norte-americanos do Ensino Médio, encontraram concepções relacionadas em grande parte a exclusividade da Ciência para pessoas do sexo masculino. Até mesmo quando se questionava se as alunas consideravam a possibilidade de casar ou não com um cientista, elas mostravam-se desencorajadas devido à concepção que possuíam de que todo cientista gasta demais seu tempo em laboratório e relega a família para um segundo plano. Em outros estudos mais recentes (FORT; VARNEY, 1987; REIS; RODRIGUES; SANTOS, 2006) a concepção de cientista do sexo masculino é predominante. Sugere-se então que, futuramente, sejam analisadas mais redações para aferir se tal tendência pode ser confirmada também no Brasil.

As questões sócio-científicas controversas e seu esclarecimento

Como questões sócio-científicas controversas são citadas, no total de casos: clonagem (5), eutanásia (1), células-tronco (4), bomba (atômica?)(1), aborto (1), transgênicos (1). Das questões controversas, as alunas Maria e Martina afirmam que os professores contribuem para seu conhecimento a respeito.

Enquanto ocorrem duas citações referentes à escola como meio onde as questões sócio-científicas controversas podem ser fontes de informação (ou ainda discussão, esclarecimento), diversas outras fontes externas à ela são citadas. A saber: filmes (1), livros (1), televisão (1), internet (2), mídia (2), jornais (1).

Embora o número de casos estudados seja pequeno, apenas sete, é notória a diferença entre escola e outros meios de informação a respeito de questões que, a princípio, deveriam ser discutidas na escola. Esta sim é um local (ou, pelo menos deveria ser) privilegiado por ser um ambiente propício para o

conhecimento e discussão de questões sócio-científicas controversas. Pelo próprio formato da mídia (unilateral) tal discussão é impossibilitada. E se a escola não discutir tais temas, ficará por conta do aluno aceitá-las tal qual são transmitidas ou, no máximo, discutir esses assuntos com amigos e familiares.

Muitas informações relacionadas à Ciência chegam ao aluno externamente à escola, como pode ser verificado na investigação de Matthews e Davies (1990) onde foram indicados como fontes: livros (83%), televisão (72%), revista em quadrinho (44%), museus (17%), posters (17%) e "na rua" (5%). Embora a metodologia desses autores seja o DAST (que se utiliza de desenho), consideramos que as imagens que o aluno recebe são provenientes dos mesmos meios. Naquela investigação, por exemplo, apenas 5% dos alunos (total de 562 desenhos) afirmaram que tiveram os professores como principais influências sobre os desenhos. E ainda 5% lembraram do professor ter discutido acerca de Ciência e cientistas. Logo, não é incomum encontrarmos alunos que aprendem conteúdos científicos tradicionais e que, por razões diversas, não tem na escola discussões referentes à CTS.

Origem das concepções - uma interpretação via psicologia cognitiva

Não pretendemos aqui aprofundar sobre como acontece a formação de uma concepção na mente de um aluno. O que queremos é entender que origens podem ser encontradas para a construção de tais concepções. E, para isto, referenciamos-nos em Pozo *et. al.* (1991) o qual nos dá uma forma bastante simples e, para esta investigação, suficiente, para entendermos tais origens.

Segundo Pozo, Gómez Crespo e Limón (1991) as concepções dos alunos podem ser classificadas em três grandes grupos: Origem sensorial, social (concepções induzidas) e analógica. Tendo este referencial como balizador das concepções aqui encontradas, podemos classificá-las nos dois últimos grupos. Isto, devido ao fato da origem sensorial formar-se pela intenção de dar significado a atividades cotidianas por meio de processos sensoriais e perceptivos, o que não é o caso neste estudo.

Isto posto, classificam-se como concepções de origem social aquelas que apresentam como fonte: a mídia, a escola, os amigos e familiares.

Dentro deste grupo estariam, então, as concepções a respeito da atividade científica, das características de um cientista e dos valores associados à prática científica. Isto pode ser observado, por exemplo, na tabela 6, a qual tem descrita as fontes de informação para os alunos.

Por outro lado, podemos classificar como tendo origem analógica, as concepções relacionadas à Biotecnologia. Em cinco estudos de caso apresentados puderam ser evidenciados nos mapas conceituais este tipo de concepção. Nos outros dois casos, não se pode concluir isso pelas respostas dadas ao questionário, o que não descarta a possibilidade de, também estes alunos, terem uma origem analógica para o termo Biotecnologia. Enfim, quando os alunos buscam explicar o que é Biotecnologia (pergunta 2.4) associam a: "Tecnologia que usa a vida" ou termos semanticamente semelhantes a este. Isto é, na falta de conhecimentos sobre o que está se inquirindo, o aluno faz uma análise da palavra Biotecnologia (Bio / tecnologia) e busca explicá-la por meio de sua síntese (Bio+Tecnologia).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo investigar as concepções que os alunos do Ensino Médio, de uma escola no Brasil, apresentam a respeito da atividade científica. Como a Natureza da Ciência é multifacetada resolvemos focar apenas alguns aspectos relacionados a ela, que foram: buscar se as concepções sobre Ciência que os alunos do ensino médio apresentam estão mais relacionadas à Tecnociência do que a Ciência acadêmica; investigar que características os alunos associam aos cientistas e investigar se os alunos consideram a Ciência como universal ou influenciada por valores sociais e por que a consideram como tal.

A respeito da metodologia empregada nesta investigação, percebemos que as histórias de ficção científica descrita pelos alunos, e que formaram os sete estudos de caso, trazem mais do que indícios de concepções sobre a prática científica. Nestes casos, especificamente, percebemos que as histórias descritas funcionaram como: concepções sobre Ciência numa roupagem intitulada ficção científica. Pensamos que as demais redações poderiam nos dar indícios de concepções sobre Ciência e que também poderiam ser estudadas, porém este não foi o objetivo deste trabalho.

Com relação às concepções sobre Ciência, ficou evidenciado que os alunos dos estudos de caso a consideram como uma Tecnociência. Em nenhum caso houve uma clara distinção entre Ciência e Tecnologia. Embora uma aluna, tenha afirmado que são coisas distintas, pelas demais questões e também em sua história de ficção científica é muito mais evidente a concepção de Tecnociência.

Completam-se 50 anos desde o pioneirismo de Mead e Métraux (1957) e ainda são encontradas características estereotipadas de cientista. Ao compararmos os estudos destes autores com os aqui encontrados, encontramos muitas semelhanças. Tanto nos estudos de caso quanto no grande grupo é muito evidente a concepção de cientista gênio e altruísta, como se bondade e inteligência fossem atributos especiais a esta classe. Também são citadas características como, por exemplo: persistentes, questionadores, criativos, isolados, loucos, egoístas, ousados, dedicados, visão de mundo diferente, vivem em laboratório e para o trabalho. Com relação a esta última característica, não foi tão evidente quanto naquele estudo realizado. O pequeno número de respondentes na atual investigação

não nos dá subsídios para levantarmos alguma hipótese do porquê tal dado foi diferente.

Com relação à universalidade da Ciência (baseado nos valores cognitivos defendidos por Lacey, 1998) e a imersão dela num contexto social (GIL PÉREZ et al, 2001), ficou evidenciado que os alunos que a consideram como sendo universal explicam tal fato pela "pureza" da Ciência. Isto é, a Ciência é universal, pois não é afetada (maculada?) por valores sociais. Já com relação àqueles que afirmaram ser a Ciência afetada por valores sociais, a maior parte relacionou isso com as influências da sociedade sobre a prática científica, como as restrições religiosas, por exemplo, e aos valores pessoais dos cientistas. As respostas dadas a esta questão estão de acordo com o que muitos autores assumem ser importante no ensino de Ciências (McCOMAS; OLSON'S, 1998; OSBORNE *et al* ,2003; GIL PÉREZ *et al*, 2001).

A partir dos resultados da presente investigação, surgiram questões que poderão ser investigadas. Elencamos abaixo tais questões para pesquisas futuras:

- Que concepções os alunos apresentam a respeito do porquê aprender ciências? Há relação entre estas concepções e aquelas apresentadas sobre a Natureza da Ciência (ou Tecnociência)?
- Qual a influência que a concepção epistemológica de Ciência tem na aprendizagem de conteúdos de ciência?
- Que objetivos educacionais os professores do Ensino Médio esperam quando ensinam ciências?
- Quais as dificuldades que os professores enfrentam ao abordar as relações CTS em sala de aula?
- Como as concepções sobre a Natureza da Ciência influenciam os discursos a respeito de temas sócio-científicos controversos?
- Quais concepções os professores de Ciências apresentam a respeito da Natureza da Ciência e como estas influenciam a sua prática?

Afirmamos a importância dos questionamentos acima no que diz respeito a buscar responde-las de forma que possamos compreender melhor a influência que as concepções sobre a Natureza da Ciência exercem sobre o ensino-aprendizagem de Ciências. Isto é, da perspectiva daquele que ensina e daquele que aprende.

Desde que seja assumida a importância da formação da cidadania, como convergem os pesquisadores sobre CTS, é necessário que seja abordada a Natureza da Ciência em sala de aula. A apresentação de controvérsias existentes no meio científico, a direção que as pesquisas tomam frente à sociedade, podem tornar a Ciência, para os alunos, mais humana e, por isso mesmo, mais cativante.

REFERÊNCIAS

ABD-EL-KHALICK, F.; BELL, R.; LEDERMAN, N. The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. **Science Education**, v. 82, n.4, p. 417-437, 1998.

ABD-EL-KHALICK, F.; LEDERMAN, N. Improving science teachers' conceptions of nature of science: A critical review of literature. **International Journal of Science Education**, v. 22, n. 7, p. 665-701, 2000.

ACEVEDO, J.A. ¿Publicar o patentar? Hacia una ciencia cada vez más ligada a la tecnología. **Revista Española de Física**, v.11, n.2, p. 8-11, 1997.

ACEVEDO, J. A.; VÁSQUEZ, A.; MARTÍN, M.; OLIVA, J. M.; ACEVEDO, P.; PAIXÃO, M. F.; MANASSERO, M. A. Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana, una revisión crítica. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v.2, n.2, p. 121-140, 2005.

AIKENHEAD, G. The measurement of high school students' knowledge about science and scientists. **Science Education**, v.57, n.4, p. 539-549, 1973.

_____. Using qualitative data in formative evaluation. **Alberta Journal of Educational Research**, v. 25, n. 2, p. 117-129, 1979.

_____. An analysis of four ways of assessing student beliefs about STS topics. **Journal of Research in Science Teaching**, v.25, n.8, p.607-629, 1988.

_____. **What is STS science teaching?** In J. Solomon & G. Aikenhead (Eds.), STS education: International perspectives on reform (pp. 47-59). New York: Teachers College Press, 1994.

_____. **STS Education: A rose by any other name.** In R. Cross (Ed.), A vision for science education: Responding to the work of Peter J. Fensham (pp. 59-75). New York: RoutledgeFalmer Press. 2003.

_____. In LEACH, R.; MILLAR, J.; OSBORNE, J. **Improving Science Education: The Contribution of Research.** Open University Press, UK, p. 245-264, 2000.

AIKENHEAD, G. S., FLEMING, R. W. and RYAN, A. G. High-school graduates' beliefs about science-technology-society. I. Methods and issues in monitoring students' beliefs. **Science Education**, v.71, n.4, p. 459-487, 1987.

AIKENHEAD, G.; RYAN, A. G. The development of a new instrument: "Views on Science-Technology-Society". (VOSTS). **Science Education**, v.76, n.5, p. 477-491. 1992.

AULER, Décio. Alfabetização científico-tecnológica: um novo "paradigma"? **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v.5, n.1, 2003.

ALTERS, B. J. Whose Nature of Science?. **Journal of research in science teaching**. v. 34, n.1, p. 39-55, 1997.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições Setenta, 1994.

BOGDAN, R. C.; BICKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**: Uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Editora Porto, 1994.

BRASIL. Lei n. 9.394 de 20/12/1996: estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9394.htm. > Acesso em 20 ago 2007.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ensino Médio/Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica - Brasília: Ministério da Educação, 1999.

_____. Ministério da Educação. ENEM - Exame Nacional do Ensino Médio: concepções e fundamentos do ENEM. Disponível em: <http://www.enem.inep.gov.br/index.php?skin=Amarelo&option=com_content&task=view&id=32&Itemid=65> Acesso em: 20 ago 2007.

BYBEE, R. W. Science education and the science-technology-society (STS) theme. **Science Education**, v. 71, n. 5, p.667-683. 1987.

CAMPANARIO, J. M.; OTERO, J. C. Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. **Investigación Didáctica**, v. 18, n. 2, p. 155-169, 2000.

CANAVARRO, J. M. **O que se pensa sobre a ciência.** Coimbra: Quarteto, 2000.

CHALMERS, A. F. **O que é ciência afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1993.

CHAMBERS, D. Stereotypic images of the scientist: The Draw-a-Scientist test. **Science Education**, v. 67, p. 255-265, 1983.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação.** Ijuí: Unijuí, 2000.

CHASSOT, A. **Scientific literacy: a possibility for social inclusion.** Rev. Bras. Educ., Rio de Janeiro, n.22, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-24782003000100009&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 11 Mar 2007.

CUPANI, A. A tecnología como problema filosófico: três enfoques. **Scientiae Studia.** São Paulo. v. 2, n. 4, p. 493-518, 2004.

CUTCLIFFE, S. H. **Ciencia, tecnología y sociedad: un campo interdisciplinar.** In: MEDINA, M.; SANMARTÍN, J. (Eds.). Ciencia, tecnología y sociedad: estudios interdisciplinares en la universidad, en la educación y en la gestión pública. Barcelona: Anthropos / Leioa (Vizcaya): Univesidad del País Vasco, 1990. p.20-41.

DENZIN, N. K. & LINCOLN, Y. S. **Handbook of qualitative research.** Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 2000.

DRIVER, R.; LEACH, J.; MILLAR, R.; SCOTT, P. **Young people's images of science.** Buckingham: Open University Press, 1996.

EL-HANI, C. N.; TAVARES, E. J. M.; ROCHA, P. L. B. da. Concepções Epistemológicas de Estudantes de Biologia e sua Transformação por uma Proposta Explícita de Ensino sobre História e Filosofia das Ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v.9, n.3, p. 1-27, 2004.

FORT, D.; VARNEY, H. How students see scientists: mostly male, mostly white, and mostly benevolent. **Science and Children**, v.26, n.8, p. 8-13, 1989.

GIL PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n.2, p.125-153, 2001.

GUIMARÃES, S.; TOMAZELO, N., Avaliação das idéias e atitudes relacionadas com sustentabilidade: metodologia e instrumentos. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 2, p. 173-183, 2004.

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: Edusp, 1987.

KROPF, S. P.; LIMA, N. T. **Os valores e a prática institucional da ciência: as concepções de Robert Merton e Thomas Kuhn**. Hist. cienc. saude-Manguinhos., Rio de Janeiro, v. 5, n. 3, 1999. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-59701999000100002&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 10 Abr 2007. Pré-publicação. doi: 10.1590/S0104-59701999000100002

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Editora Perspectiva, 2006.

LACEY, H. **Valores e Atividade Científica**. São Paulo: Discurso Editorial, 1998.

_____. As sementes e o conhecimento que elas incorporam. **São Paulo em perspectiva**. São Paulo, v. 14, n. 3, p. 53-59, 2000.

_____. Existe uma distinção relevante entre valores cognitivos e sociais? **Scientia Studia**, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 121-149, 2003.

_____. O princípio da precaução e a autonomia da ciência. **Scientia Studia**, São Paulo, SP, v. 4, n. 3, p. 373-392, 2006.

LAVILLE, C. DIONNE, J. **A construção do saber: Manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas**. Porto Alegre: Editora Artes Médicas, 1999.

LEDERMAN, N. G. Students' and teachers' conceptions of the nature of science: a review of the research. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 29. p. 331-359, 1992.

LEDERMAN, N. G.; ABD-EL-KHALICK, F., BELL; R. L., & SCHWARTZ; R. S. Views of nature of science questionnaire (VNOS): Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. **Journal of Research in Science Teaching**. v.39. p. 497-521, 2002.

LEDERMAN, N. G.; WADE, P. D. & BELL, R. L. Assessing the nature of science: what is the nature of our assessments? **Science & Education**. v.7: p.595-615, 1998.

LÜDKE. M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: Editora E.P.U, 2005.

MATTHEWS, B.; DAVIES, D. Changing children's images of scientists: can teachers make a difference? **School Science Review**, v.80, n.293, p.79-85, 1999.

MAMEDE, M.; ZIMMERMANN, E. Letramento científico e CTS na formação de professores para o ensino de ciências. **Enseñanza de las Ciencias**, Numero extra. VII congreso, p. 1-4, 2005.

McCOMAS, W. F.; OLSON, J. K. The nature of science in international science education standards documents. In: McCOMAS W.F. (ed.). **The nature of science in science education: Rationales and strategies**. Dordrecht: Kluwer. p. 41-52, 1998.

MEAD, M.; METRAUX, R. Image of the scientist among high-school students: A pilot study. **Science**, v. 126, p. 384-390, 1957.

MORTIMER, E. F; SANTOS, W. L. P. Tomada de decisão para a ação social responsável no ensino de ciências. **Revista Ciência & Educação**, São Paulo, v.7, n.1, p. 95-111, 2001.

POZO, J. A.; SANZ, A.; GÓMEZ CRESPO, M. A.; LIMÓN, M. Las Ideas de los alumnos sobre la ciencia: una interpretación desde la psicología cognitiva. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, n. 1, p. 83-94, 1991.

OLIVEIRA, M. B. Desmercantilizar a tecnociência. In: SANTOS B. S. **Conhecimento prudente para uma vida decente: "Um discurso sobre as ciências" revisitado** Porto: Edições Afrontamento, 2003.

OSBORNE, J.; COLLINS, S.; RATCLIFFE, M.; ROBIN, M., DUSCHL, R. What 'Ideas-about-science' should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. **Journal of Research in Science Teaching**, v.40, n.7, p. 692720, 2003.

REIS, P. **Controvérsias sócio-científicas: Discutir ou não discutir? Percursos de aprendizagem na disciplina de Ciências da Terra e da Vida**. 2004. 472 f. Tese (Doutorado em Educação) - Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa.

REIS, P., GALVÃO, C. O diagnóstico de concepções sobre os cientistas através da análise e discussão de histórias de ficção científica redigidas pelos alunos. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.5, n.2, p. 213-234, 2006.

REIS, P., RODRIGUES, S. SANTOS, F. Concepções sobre os cientistas em alunos do 1º ciclo do Ensino Básico: "Poções, máquinas, monstros, invenções e outras coisas malucas". **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.5, n.1, p. 51-74, 2006.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Revista Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 2, n.2, p. 123, 2002.

SMITH, M. U.; SCHARMANN, L. C. Defining versus describing the Nature of Science: a pragmatic analysis for classroom teachers and Science educators. **Science Education**. v. 83, n. 4, p. 492-509, 1999.

SOARES, M. **Letramento: um tema em três gêneros**. Belo Horizonte: Autêntica, 1998.

TAVARES, E. J. M. **Evolução das concepções de alunos de Ciências Biológicas da UFBA sobre a Natureza da Ciência: influências da iniciação científica, das disciplinas de conteúdo específico e de uma disciplina de História e Filosofia das Ciências**. 2006. 183f. Dissertação.– Universidade Federal da Bahia, Bahia, 2006.

THOMAS, J. Informed ambivalence: Changing attitudes to the public understanding of science. In LEVINSON R.; THOMAS, J. **Science today: Problem or crisis?** Londres: Routledge. p. 163-172, 1997.

VÁZQUEZ ALONSO, A. y MANASSERO MAS, M. A. Características del conocimiento científico: Creencias de los estudiantes. **Enseñanza de las Ciencias**, v.17, n.3, p. 377-395, 1999.

WELCH, W. W.; PELLA M. O. The Development of an Instrument for Inventorying Knowledge of the Processes of Science. **Journal of Research in Science Teaching**, v.5, n.1, 1967-1968.

WHEELER, S. E. **Critique and Revision of an Evaluation Instrument of Measure Students**. Understanding of Science and Scientists. University of Chicago, 1968.

ZIMAN, J. M. **A força do conhecimento**. São Paulo: Itatiaia, 1981.