

ELIAN SANDRA ALVES DE ARAÚJO

**O DESENCANTAMENTO DO MUNDO: UMA REFLEXÃO NECESSÁRIA PARA O
ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

Dissertação de Mestrado apresentado ao Curso de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre Profissional em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Jenner Barretto Bastos Filho

Maceió – AL

2013

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecária Responsável: Helena Cristina Pimentel do Vale

A663d Araújo, Elian Sandra Alves de.
O desencantamento do mundo : uma reflexão necessária para o
Ensino de ciências e matemática / Elian Sandra Alves de Araújo. – 2013.
75 f.

Orientador: Jenner Barreto Bastos Filho.
Dissertação (mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) –
Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2013.

Bibliografia. f. 69-75.

1. Ciências – Estudo e ensino. 2. Matemática – Estudo e ensino.
I. Título.

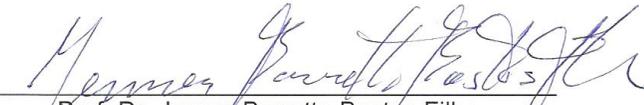
CDU: 37.02:5+51

ELIAN SANDRA ALVES DE ARAÚJO

**O DESENCANTAMENTO DO MUNDO: UMA REFLEXÃO NECESSÁRIA PARA O
ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

Dissertação apresentada à banca examinadora como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática – Área de Concentração “Ensino de Biologia”, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Alagoas, aprovada em 27 de setembro de 2013.

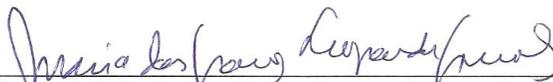
BANCA EXAMINADORA



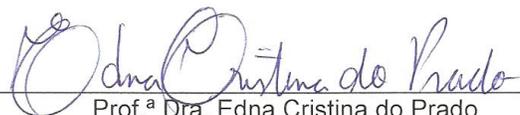
Prof. Dr. Jenner Barretto Bastos Filho
(IF/UFAL)
Orientador e Presidente da banca



Prof. Dr. Alexandre José Gonçalves de Medeiros
(IF/UFRPE)



Prof.^a Dr.^a Maria das Graças Leopardi Gonçalves
EEN/PAT (EEF/UFAL)



Prof.^a Dra. Edna Cristina do Prado
(CEDU/UFAL)

À minha família.

À memória de meu querido avô Miguel Gomes de Souza.

AGRADECIMENTOS

Pensar em agradecer por esta etapa tão intensa da minha vida e não ter medo de deixar alguém sem o nome na lista é impossível, mas, tentarei ser fidedigna ao sentimento de gratidão que há em mim...

A DEUS que mesmo em meio as minhas falhas foi fiel em cada momento, de fato não tenho palavras para agradecer por tudo o que tenho e o que hoje sou.

À minha família, por compreender a ausência. Não posso deixar de destacar a participação direta do meu irmão Wellington Araújo que literalmente me empurrou até aqui.

Ao meu orientador, o Professor Dr. Jenner Barretto pelo exemplo de dedicação, compreensão, companheirismo e acima de tudo de simplicidade e humanidade.

À família PPGECIM, pois foi isso que encontrei em meus colegas de turma, não tenho dúvidas que nossa turma foi planejada em detalhes pelo Criador. A Alana Priscila, Mariglene Jatobá, Marcia Luna, Antônia Givaldete, Catarina Adelino, José Ivan, Flavio Fabiano, Rodrigo Medeiros, Fabiano Rodrigues, Marcos Antônio, Anayara Gomes, Francisco Aureliano, Jaqueline Paranhos, Wanessa Padilha, meu sincero agradecimento por cada momento que dividimos (bons e ruins).

Aos grandes mestres que compõe a equipe docente deste curso, pelos ensinamentos diretos e indiretos.

À secretária-amiga Mônica Barros pela dedicação em cada momento ao longo do nosso curso.

À banca examinadora pelas considerações tecidas.

À Juliana Nicácio que responsável direta pela realização do início deste curso.

À Elke Viviane e Rute de Jesus que foram ponto de apoio nos mais diversos momentos.

À Solma Baltar por não deixar de repetir a palavra FOCO, pense num efeito.

A Jorge Paulo Gonzaga pelo apoio e ajuda com os downloads.

Aos amigos (as), Geovânia Lima, Eutália Cedrin, Elisama Maria, Deise Rafaela, Angelina e Eliseu Nicácio, Anaildes Amorim, pelo apoio e torcida.

Aos alunos que são a grande razão da busca por melhorar a minha forma de atuação em sala de aula.

Aos colegas de trabalho da Universidade Estadual de Alagoas pelo apoio ao longo destes dois anos.

Aos amigos (as) professores (as) e demais funcionários das Escolas Manoel Moura de Souza, Castro Alves, CEMPA e São José nas quais já desempenhei a tarefa da docência. Foi muito bom sentir o carinho e apoio de todos mesmo na versão EAD.

As prefeituras de Delmiro Gouveia e Paulo Afonso pela autorização do meu afastamento.

As companheiras de viagem para Congressos ledda Caroline (UNB) e Silvania Pontes (UEPB), foi muito bom conhecê-las e estendermos isso ao longo de outros momentos.

A todos os que oraram por mim, sei que foram muitos.

Enfim,

OBRIGADA!

O contrário da manipulação, como de espontaneísmo, é a participação crítica e democrática dos educandos no ato de conhecimento de que são também sujeitos [...]

Fazer a História é estar presente nela e não simplesmente nela estar representado.

A IMPORTÂNCIA DO ATO DE LER, de Paulo Freire.

RESUMO

Neste trabalho de reflexão discutimos algumas acepções possíveis para a expressão *desencantamento do mundo*. Apresentamos concepções tanto de críticos quanto de entusiastas da ciência e tecnologia moderna, que são contrapostos ao longo do texto. Quando tais posições assumem extremos, elas não são recomendáveis, pois, o ato de demonizar ou divinizar o advento da ciência e tecnologia restringe a real complexidade envolvida tanto no que concerne às conquistas científicas quanto no que diz respeito às suas repercussões na vida moderna. Argumentamos que um diálogo construtivo e aberto envolvendo uma gradação de posições constitui-se em algo mais aconselhável para orientar uma educação científica crítica para o cidadão. Procedemos a um confronto entre uma visão de mundo orientada pela livre imaginação que não conhece as limitações das leis do mundo natural com uma visão de mundo que seja regida por estas leis, por meio do uso dos textos de Galileu (1935), e das narrativas de Jonathan Swift (1978) e Monteiro Lobato (1968). Ressaltamos que uma *educação científica* que engendre uma formação genuína para o cidadão deve se pautar na complementariedade entre as duas visões de mundo, visto que, esta deve ser considerada como essencial para a realização do Ensino de Ciências e Matemática em sua perspectiva mais atual.

Palavras-chave: Desencantamento do Mundo. Educação Científica. Ensino de Ciências. Ciência e Tecnologia. Cidadão.

ABSTRACT

In this work we intend to reflect on some possible meanings for the expression 'disenchantment of the world'. When these positions assume extremes, they are not recommendable, because the act of demonizing or divinize the advent of science and technology restricts the real complexity involved in both: as regards the scientific achievements as with regard to its impact on modern life. We argue that a constructive and open dialogue involving a gradation of positions constitutes something more advisable to guide a critical science education for the citizen. We proceed to a confrontation between a worldview guided by free imagination that knows no limitations of the laws of the natural world with a vision of the world that is governed by these laws. In order to do that, we implement a confrontation between the texts of Galileo (1935), with the narratives of Jonathan Swift (1978) and Monteiro Lobato (1968). We emphasize that a scientific education that engenders a genuine formation for the citizen must be based on the complementarity between the two worldviews, since this should be considered as essential to the realization of the Teaching of Science and Mathematics in their current perspective.

Keywords: Disenchantment of the World. Science Education. Science Teaching. Science and Technology. Citizen.

SUMÁRIO

	APRESENTAÇÃO.....	10
1	INTRODUÇÃO.....	13
2	PROCEDIMENTO METODOLÓGICO.....	16
3	O DESENCANTAMENTO E A EDUCAÇÃO	19
3.1	Weber e o Desencantamento do Mundo.....	21
3.2	Entusistas x Detradores da Ciência e Tecnologia.....	27
3.2.1	Os Entusistas.....	29
3.2.2	Os Detradores	32
3.3	UM CONTRAPONTO INDISPENSÁVEL.....	39
4	O MUNDO DA LIVRE IMAGINAÇÃO & O MUNDO CIENTÍFICO – UMA COMPLEMENTARIEDADE NECESSÁRIA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA.....	48
4.1	O discurso do grande livro da natureza de Galileu.....	49
4.2	Pessoas de estatura normal, gigantes e anões - Quais as limitações concretas do Mundo Real que desencantaram o Mundo Mágico?.....	52
4.3	Os propósitos do Mundo Mágico e do Mundo Poético.....	59
4.4	As duas culturas e o desafio do Ensino de Ciências e Matemática.....	62
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	66
	REFERÊNCIAS.....	68

APRESENTAÇÃO

Durante a minha trajetória escolar, ainda na Educação Básica (antigo Primeiro Grau) sempre pude contar com o auxílio da minha mãe para a resolução das tarefas; nestas ocasiões eu e meus irmãos aproveitávamos para brincar de escolinha, revezávamos quanto à docência, brincadeira de casa que se estendeu à escola. Quando estava na oitava série (hoje 9º Ano) em 1996, fui escolhida como monitora da turma, pela professora de Matemática. No final do ano letivo, era hora de escolher o curso do Segundo Grau. Por ainda não ter em mente tornar-me professora, optei pelo Científico, pois avalei que este me daria maior suporte para o vestibular.

Em 1998 quando cursava o 2º ano Científico, eu e meus colegas vivenciamos a primeira greve de professores das nossas vidas. Este período parecia interminável e para não ficarmos com o conteúdo atrasado, estávamos sempre estudando em grupo, principalmente as disciplinas exatas. Ao final do ano letivo, fomos mais uma vez assombrados por novas ameaças de greve, que permearam o período de matrículas. Preocupada, minha mãe me propôs transferência para a Escola Municipal, mas o curso teria que ser o Magistério (único ofertado). Para amenizar a situação e convencê-la de não realizar a transferência, pedi que me matriculasse nos dois cursos, mas na mesma escola; em caso de greve era só realizar minha transferência, assim consegui convencê-la.

As aulas se iniciaram e os rumores de greve cessaram. Agora estava estudando durante os dois horários; pela manhã fazia o 3º Ano do Científico e a noite o 2º Ano do Magistério, e para minha surpresa comecei a gostar das aulas, dos colegas e dos professores e já no final da primeira unidade havia mudado de ideia, iria continuar o curso. Quanto a lecionar, esta ainda não era minha opção.

No segundo semestre do ano letivo de 1999, fiz meu primeiro estágio; estava ansiosa, para ver como os professores aplicavam as metodologias estudadas. Na escola selecionada fui direcionada a uma turma da terceira série; lembro bem da professora – amável, ativa, dava atenção à turma de um modo geral; mas o que me chamou a atenção naquele período foi o fato de que a mesma não realizava

atividades sem o quadro negro e o livro didático. Vi a repetição de práticas conhecidas na infância. Encerrado o ano letivo, havia concluído o 2º Grau e o 2º ano do Magistério. Prestei vestibular para o curso de Licenciatura Plena em Ciências com Habilitação em Biologia na Universidade Estadual da Bahia – UNEB, a ideia era: ser Bióloga, prestar serviços em alguma instituição, podendo ministrar algumas aulas, pois o curso me permitiria isso. Fui aprovada. Mas, já não queria mais parar o curso do Magistério, então optei por desistir do primeiro ano da Universidade e concluí-lo.

No segundo semestre do ano 2000, iniciei o estágio de regência novamente em uma turma de terceira série. Na ocasião, após o período de observação questioneei a professora o porquê de ela ter trabalhado apenas as disciplinas Português e Matemática, sua resposta foi enfática: *Eles precisam aprender a ler, escrever e realizar as operações matemáticas, depois terão tempo de estudar as outras matérias*. Como faria então? Como iria desenvolver o trabalho com as metodologias que me encantaram no curso?

Ao iniciar a regência, a professora da turma disse que me deixaria à vontade, portanto poderia trabalhar da forma que achasse melhor; radiante de alegria passei a desenvolver um trabalho com as outras disciplinas e com métodos diferenciados. Após este estágio, tive certeza que a docência seria minha escolha profissional, estava cada vez mais encantada com tudo que aprendia.

No ano seguinte iniciei o curso na Universidade, e o exercício da docência por meio do concurso público no qual fui aprovada como professora dos anos iniciais da Rede de Ensino da cidade de Delmiro Gouveia – AL (um ano depois fui convocada para lecionar na cidade de Paulo Afonso – BA). Devido à carência de profissionais com formação na área de Ciências Biológicas nas instituições de ensino em que fui lotada, no segundo ano de trabalho assumi as turmas de Ciências Naturais do Ensino Fundamental II e EJA.

O período da graduação foi um tanto conturbado, lecionar em tantas turmas e estudar ao mesmo tempo era tarefa difícil, mas, estava tendo a oportunidade de testar os conteúdos aprendidos na Universidade. A grande dificuldade sempre foi como ensinar tantos conceitos, fórmulas e nomes científicos, pouquíssimas vezes os professores da graduação faziam esta associação. Foi então que percebi a

necessidade de realizar pesquisas e cursos de formação continuada, e de fato posso afirmar que Paulo Freire (1996) tem toda razão quando diz que o ensino não pode existir sem a pesquisa e que o mesmo ocorre em via de mão dupla¹, ou seja, quando ensino também aprendo. Em 2007, concluí o curso de graduação e logo ingressei na Especialização.

Desde o início da minha atuação no ano de 2000 até a presente data, a maior dificuldade sempre foi à realização de trabalhos que envolvam a interdisciplinaridade. De modo quase que constante, os professores supervalorizam suas disciplinas e preferem a realização do trabalho fragmentado, situação esta que sempre considerei inoportuna.

Em 2010, resolvi voltar a Universidade para retomar os estudos em nível de Mestrado. No ano seguinte ingressei no Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Alagoas – UFAL, mais uma vez em busca de conhecer métodos, que pudessem ajudar a superar algumas das muitas dificuldades vivenciadas no exercício da docência.

Em conversa com meu orientador sobre as possibilidades de pesquisa para minha dissertação, o mesmo apresentou à temática ‘Desencantamento do Mundo’. Começamos então a realizar algumas leituras e discussões; nestes momentos de estudo vimos à possibilidade de desenvolver uma proposta de trabalho interdisciplinar abordando a associação entre o mundo científico e o literário, como um mecanismo facilitador do processo de ensino e de aprendizagem.

Finalmente, apresento aqui o resultado dos estudos por nós realizados, convicta da seriedade com que este relatório de dissertação foi elaborado, bem como, da urgência de transpor esta reflexão para a minha prática docente, anseio que este trabalho proporcione a reflexão e possibilite a mudanças de postura docente dos colegas que venham a conhecê-lo.

¹ É interessante saltar a semelhança entre a adoção pedagógica Freiriana que comporta esta via de mão dupla – educando-educador, ensino-pesquisa- com o dialogismo de Bakhtin que de modo similar, comporta a via dupla do tipo locutor-ouvinte em reciprocidade, como podemos observar no texto: "Na realidade, toda palavra comporta *duas faces*. Ela é determinada tanto pelo fato de que procede *de* alguém, como pelo fato de que se dirige *para* alguém. Ela constitui justamente o *produto da interação do locutor e do ouvinte*. Toda palavra serve de expressão a *um* em relação ao *outro*" (BAKHTIN, 2010, p.117).

1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos últimos séculos o mundo da cultura, da poesia e da arte vem se separando drasticamente do mundo da ciência natural e da tecnologia. Esta separação para muitos seria responsável pela dissolução de valores que são essenciais para a humanidade, em outras palavras, temos então o que será aqui denominado por *'desencantamento do mundo'*. Esta expressão enseja várias outras acepções como a passagem do mundo mágico para o mundo das quantidades; do mundo pleno de qualidades secundárias (não afeitas à matematização) para as qualidades primárias (estritamente conectadas com quantidades); a substituição dos mitos religiosos pelas categorias que os superam e os dispensam; ao mal-estar causado pelo mundo técnico-científico, entre muitas outras. Trata-se de um tema, portanto, passível de ser abordado a partir de um variado e diversificado leque de referenciais teóricos.

Por concordarmos que a divisão entre a cultura poética e a científica, se concebida como uma dicotomia irreconciliável mantendo distantes pessoas de diferentes vocações, não seja adequada para a educação e, conseqüentemente, para a formação humana e intelectual das pessoas, apresentamos ao longo deste texto argumentos a respeito da convivência e diálogo entre os dois mundos, sem necessariamente haver uma hegemonia de um com relação ao outro, pois, uma educação contemplando elementos destas duas culturas visando aproximá-las, certamente torna-se mais eficiente e instigadora para o contexto educacional.

Entretanto, somos cientes de que o ato de falar sobre tal abordagem é muito mais fácil do que colocá-la em prática, pois nossa formação inicial não nos prepara para trabalhar esta associação, ou seja, o que temos é que quando necessário estabelecer o juízo sobre a questão, cada um dos constituintes de ambos os mundos geralmente emite um parecer bastante elevado sobre si próprio. Desta forma, nada se tem a opor se este parecer tender a realçar a dignidade do pensamento exercitado pelos componentes desses mundos, principalmente, se a reflexão não se encaminhar para ressaltar como "irrelevante" o pensamento dos constituintes do outro mundo.

Um diálogo genuíno entre os dois mundos requer, sem dúvida, o reconhecimento recíproco da importância e relevância dos constituintes de um com relação aos do outro, mesmo porque há aqueles que, felizmente, podem ser considerados constituintes de ambos os mundos.

É justamente neste diálogo, que centramos nossas esperanças e envidamos os nossos esforços, buscando a transposição deste tema transversal para a sala de aula da Educação Básica de uma maneira didática, sem deixar de lado a sua inerente complexidade. Visamos assim, o desenvolvimento do espírito crítico e participativo do educando tão necessário para a realização de trabalhos significativos que atentem para as necessidades da educação contemporânea em nosso país.

Nesta perspectiva, é de extrema valia o desenvolvimento de trabalhos como este, que têm como um de seus objetivos o estudo da natureza daquilo que podemos chamar de *desencantamento do mundo*, aproximando este tema do contexto do *ensino das ciências naturais, sociais e exatas*. Um objetivo subsidiário importante desta pesquisa foi elaborar, com base no teor estudado e nos resultados obtidos, um produto educacional, ou como preferirmos, um projeto de intervenção em sala de aula que proveja o encorajamento nos estudantes e nos professores de ciências e de matemática da Educação Básica a fim de que venham a se dedicar ao exercício da reflexão e à procura de novos desdobramentos sobre o tema.

Este texto de reflexão encontra-se organizado em quatro capítulos, forma que julgamos como a mais conveniente para facilitar a apresentação dos conceitos e considerações por nós ressaltados ao longo da nossa pesquisa. O primeiro capítulo apresenta a descrição dos aspectos metodológicos da pesquisa bibliográfica pautada no exercício da reflexão de conhecimentos filosóficos, método escolhido para a realização deste trabalho, bem como, a descrição da forma de elaboração do produto educacional que é um dos requisitos precípuos do mestrado profissional.

O segundo capítulo aborda a tese de Max Weber (1864-1920) sobre o *desencantamento* e sua origem, em uma reflexão que tem seu foco na sensação de não plenitude humana como resultado do processo de intelectualização em detrimento da magia que encantava o mundo. Nesta perspectiva, a sequência deste capítulo apresenta pensamentos tanto de entusiastas quanto de detratores do

advento da ciência e tecnologia – C&T², que de modo cheio de ambiguidades e sujeito a críticas apontam tanto para um encantamento quanto para um desencantamento do mundo proporcionado por este advento; a necessidade de se estabelecer um contraponto entre estes extremos é apontada como o melhor caminho para promoção de um ensino libertador, pautado em uma formação política³ e educacional, que não busque a exaltação e tampouco a demonização da C&T.

O terceiro capítulo apresenta a aproximação entre o mundo da cultura literária e o mundo da cultura científica, por meio de algumas considerações sobre as essenciais diferenças entre as narrativas literárias de Jonathan Swift (1978) e Monteiro Lobato (1968), e o discurso matemático geométrico consubstanciado pela metáfora do Grande Livro da Natureza de Galileu. O capítulo traz também, exemplos de associação entre estas duas culturas, que estão sendo desenvolvidas nas diversas áreas da ciência, buscando assim, a afirmação desta perspectiva de ensino como algo plausível e salutar para o processo de ensino e aprendizagem.

E o quarto capítulo traz as considerações finais que foram estabelecidas ao longo da construção deste trabalho, estas por sua vez pensadas com base no desenvolvimento de mudanças para o Ensino de Ciências e Matemática da Educação Básica.

² É importante ressaltar que não estamos nos referindo a grandes tecnologias de eras pré-científicas como a da invenção da agricultura e das técnicas agrícolas, a da construção das pirâmides do Egito, a da construção das grandes catedrais góticas da Idade Média, etc. Quando nos referimos à C&T estamos nos reportando aos desenvolvimentos após a Revolução Científica dos séculos XVI e XVII na Europa, ou seja, às tecnologias associadas e de base científica. É no contexto da era pós-científica que a expressão *desencantamento do mundo* é aqui considerada.

³ Freire defende a necessidade da formação política do sujeito, para que este possa gozar de sua cidadania. Segundo o autor (2001, p. 25), “buscar a inteligência da frase significa, de fato, indagar em torno dos limites da alfabetização como prática capaz de gerar nos alfabetizados a assunção da cidadania ou não”.

2 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Enquanto ensino continuo buscando, reprocurando. [...]. Pesquisa para constatar, constatando, intervenho, intervindo educo e me educo. Pesquisa para conhecer o que ainda não conheço e comunicar ou anunciar a novidade.

Paulo Freire

Em fidelidade ao termo *método*⁴ de origem grega e que significa *caminho*, e tendo em vista a expressão *procedimento metodológico*, bem como o significado a ela por nós atribuído, optamos por realizar um trabalho de reflexão teórica com base em fontes e referenciais teóricos diversos. A obtenção dos dados aqui ensejados consiste no que Marconi e Lakatos (2010) conceituam como **pesquisa bibliográfica**, ou seja, um apanhado geral sobre os principais trabalhos já realizados relacionados com o tema, visando o exame do assunto escolhido sob uma nova abordagem. Sobre este tipo de pesquisa Lima e Miotto (2007, p.44) asseveram que:

[...] ela é sempre realizada para fundamentar teoricamente o objeto de estudo, contribuindo com elementos que subsidiam a análise futura dos dados obtidos. Portanto, difere da revisão bibliográfica uma vez que vai além da simples observação de dados contidos nas fontes pesquisadas, pois imprime sobre eles a teoria, a compreensão crítica do significado neles existente.

No caso específico, trabalhamos de modo articulado em uma organização original, própria e criativa, com autores que de alguma forma emitiram pareceres sobre o significado da expressão *desencantamento do mundo*.

Por se tratar de um tema pautado no conhecimento filosófico, sendo este por sua vez valorativo, não se constitui em um trabalho passível de observação sensorial direta ou indireta; a este respeito Marconi e Lakatos (2010, p. 60 – 61) ressaltam que:

[...] o objeto da análise da filosofia são ideias, relações conceituais, exigências lógicas que não são redutíveis a realidades materiais e, por essa

⁴ Este termo tem dois significados fundamentais: 1º qualquer pesquisa ou orientação de pesquisa; 2º uma técnica particular de pesquisa. [...], sendo este significado mais restrito, pois indica o procedimento de investigação organizado, repetível e autocorrigível, que garanta a obtenção de resultados válidos (ABBAGNANO, 2007).

razão, não são passíveis de observação sensorial direta ou indireta (por instrumentos), como a que é exigida pela ciência experimental. [...] para tanto, procura responder às grandes indagações do espírito humano e, até, busca as leis mais universais que englobem e harmonizem as conclusões da ciência.

Devido ao seu caráter investigativo esta pesquisa apresenta um relatório um tanto diferenciado do padrão observado na pesquisa experimental.

Por ser o tema aqui apresentado complexo e multifacetado, buscou-se responder o seguinte questionamento: Como o tema desencantamento do mundo pode e deve ser transposto, sem torná-lo trivial nem aparentemente fácil, para os estudantes e professores de ciências (naturais e sociais) e de matemática da Educação Básica?

Para responder este questionamento, procedeu-se a realização das reflexões ensejadas por este trabalho, que está pautado na busca por uma educação que atente para a reflexão política-pedagógica (FREIRE, 1981; 2001; CORTELLA, 1999)⁵, fizemos uso dos textos de Swift (1978), Galileu (1935), Monteiro Lobato (1968), Calvino (1993), Bloom (1990), Bastos Filho (1993; 1994), Freire (1996) entre outros; recorreremos aos textos impressos, bem como, aos textos digitais depositados em bancos de dados da web como Scielo e Google Acadêmico.

Um dos requisitos do Mestrado Profissional, independentemente da área de concentração a que se destina é a elaboração de um produto, aqui chamado de **produto educacional**, por se constituir em recurso destinado ao uso docente e/ou discente na Educação Básica que é o foco do Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática.

Por estarmos discutindo a necessidade de associação entre a cultura literária e o Ensino de Ciências e Matemática, e buscando esta possibilidade de intervenção envolvente na qual todos os sujeitos possam estabelecer pareceres e concepções por meio de discussões éticas, adotamos de modo simultâneo à escrita do texto desta dissertação a elaboração de um produto educacional, que fornecesse ao

⁵ Cortella (1999, p. 126 e 127) reitera a posição de Freire ao afirmar que “[...] o conhecimento não só não é neutro, como também é político, ou seja, produzido a partir de um interesse, [...] sendo esse processo marcado pelas relações de poder”. Desta forma, defendemos aqui a necessidade de uma formação política, sem a qual o indivíduo estará a mercê dos detentores de poder (seja este financeiro, político e ou científico).

docente os subsídios teóricos para estudo e clareamento das ideias sobre esta proposta metodológica.

Para tanto, foi realizada a sistematização dos artigos resultantes desta pesquisa em um **texto de apoio ao professor**. Em adição a este material, e como sugestão de atividade, foi associado à sequência de uma oficina didática, realizada na Usina Ciência-UFAL com alunos e professores do Ensino Médio de Alagoas. Esta aborda a temática, *Desenvolvimento Sustentável* dentro da perspectiva de proporcionar ao educando um momento de reflexão sobre o advento da C&T, de modo que este possa construir seu posicionamento crítico e participativo sobre as questões ambientais que afetam a sua comunidade e o planeta. Destaca-se, no entanto, a possibilidade de adequação desta proposta ao público dos anos finais do Ensino Fundamental, bem como, o seu desdobramento para outras temáticas desejadas. Buscamos adotar ao longo da elaboração deste material um teor de simples compreensão, e eficiência para auxiliar a atividade docente.

3 O DESENCANTAMENTO E A EDUCAÇÃO

A Revolução Científica pode ser arbitrada⁶ como sendo o processo constituído pelo conjunto dos acontecimentos intelectuais ocorridos entre 1543 com a publicação por Copérnico do *De Revolutionibus Orbium Coelestium* e 1687 com a publicação dos *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* de Newton. Devido à enorme repercussão deste processo, tanto na história do ocidente quanto na história da humanidade, tornou-se comum afirmar que desde então o mundo tem passado por grandes mudanças, especialmente se nos reportarmos aos tempos mais recentes em que essas estão ocorrendo de modo acelerado.

Em 1931, Edwin Arthur Burtt escreveu o livro intitulado *As Bases Metafísicas da Ciência Moderna* no qual pretendeu, como um de seus objetivos, discutir as razões pelas quais o pensamento moderno, estabelecido na Europa ao longo deste período, apresenta-se em notável contraste com o pensamento dominante na Idade Média.

Burtt (p. 21, 1983) expressa seus questionamentos com os seguintes termos:

Como foi que os homens começaram a pensar a respeito do universo em termos de átomos de matéria no espaço e no tempo, ao invés de valer-se das categorias escolásticas? Quando foi que as explicações teleológicas, explicações em termos do uso e do bem, foram abandonadas em favor da noção de que as explicações verdadeiras sobre o homem e sua mente, assim como sobre outras coisas, devem ser dadas em termos de seus componentes mais simples? O que é que estava acontecendo entre os anos de 1500 e 1700 e que propiciou essa revolução? E então, que implicações definitivas foram incorporadas à filosofia geral no decurso da transformação?

No fundo, o objeto de investigação de Burtt é a grande e radical mudança operada na mente e na visão de mundo das pessoas, ou seja, refere-se aos aspectos de mudança intelectual constituída pela passagem de um pensamento baseado nas categorias escolásticas para um pensamento em termos de átomos de matéria no espaço e no tempo. Certamente esta mudança é *per se* considerável, se bem que, tal como é evidente, ela não se esgota em si própria. Em outras palavras, perguntaríamos: O que há de tão especial neste período? Deveríamos glorificar o

⁶ Esta escolha compreende os trabalhos seminais de Copérnico (1473-1543), Galileu (1564-1742), Kepler (1571-1630), Newton (1642-1727) e outros. Burtt faz uma escolha um pouco mais ampla compreendendo 1500 a 1700.

advento da ciência como a forma de superação do obscurantismo até então dominante? Ou pelo contrário, deveríamos lamentar o fato deste advento ter sido a causa da perda do encanto e da magia, ou seja, da passagem do mundo das possibilidades da livre imaginação para um mundo frio destituído de valores e altamente calculável?

Burt (1983, p. 188) coloca esta mudança de visão de mundo da seguinte forma:

A versão gloriosamente romântica do universo de Dante e Milton, que não estabelecia limites para a imaginação do homem, enquanto brincava com espaço e tempo, tinha agora sido abandonada. O espaço identificava-se com o domínio da geometria, o tempo com a continuidade do número. O mundo em que as pessoas imaginavam-se vivendo - um mundo rico de cores e som, impregnado de fragrâncias, cheio de prazer, amor e beleza, mostrando por toda a parte harmonia de objetivos e ideais criativos - era agora comprimido em cantos diminutos dos seres orgânicos. O mundo exterior realmente importante era um mundo duro, frio, sem cor, quieto e morto; um mundo de quantidade, um mundo de movimentos matemáticos computáveis, com regularidade mecânica. O mundo de qualidades, percebido imediatamente pelo homem, tornou-se só um efeito curioso e menor da máquina infinita e superior.

Tal situação é considerada por muitos como um pressuposto *desencantamento do mundo*⁷, este tendo sido causado pelo advento da ciência e tecnologia (que ao longo do texto representaremos por C&T).

Ao longo deste texto pretendemos apresentar uma reflexão sobre alguns aspectos controversos a respeito do *desencantamento do mundo* e da *educação científica*, para tal, elegemos como ponto de nossa atenção, eventuais significados e ambiguidades para esta expressão, trazendo os problemas emergidos para serem discutidos à luz de diversos pontos de vista e quadros teóricos.

⁷ Termo usado por Weber para indicar o processo de intelectualização e racionalização do mundo, própria da modernidade. Processo acompanhado pela renúncia aos aspectos mágico-religiosos e metafísico-sagrados da vida e que se equipara à redução do existente a “objeto” cientificamente compreensíveis e tecnicamente manipulável: “já não preciso recorrer à magia para dominar ou para agradar os espíritos, como faz o selvagem, para o qual existem semelhantes poderes... Tal racionalização, que se identifica com “a consciência ou fé de que basta apenas querer para poder”, é feito de uma mentalidade imbuída da eficiência capitalista, que, privilegiando a dimensão instrumental do agir, identifica na indústria, na administração burocrática e na ciência as suas vigas mestras (ABBAGNANO, 2007).

3.1 Weber e o Desencantamento do Mundo

Estamos divididos, fragmentados. Sabemo-nos a caminho mas não exactamente onde estamos na jornada.

Boaventura Souza Santos

A expressão *desencantamento do mundo* foi inicialmente utilizada por Max Weber (1864-1920) para designar o processo de intelectualização e racionalização do mundo, próprio da modernidade⁸. Tal processo seria essencialmente religioso e teria como ponto de partida a oposição dos profetas israelitas à prática da magia realizada por outros povos como os egípcios, os cananeus, os moabitas, os filisteus, os amorreus entre outros (PIERUCCI, 1998). Podemos ilustrar tamanha oposição com algumas passagens da Bíblia Sagrada que relatam a firmeza com que os israelitas iam de encontro aos chamados *profetas de Baal*⁹, vejamos.

No livro de Juízes no capítulo 6, versículos 25 a 27 encontramos o relato da destruição do altar de Baal por Gideão, que foi um dos juízes de Israel,

²⁵ Naquela mesma noite, Ihe disse o Senhor: [...] derriba o altar de Baal que é de teu pai, e corta o poste-ídolo que está junto ao altar.

²⁶ Edifica ao Senhor, teu Deus, um altar [...]. ²⁷ Então Gideão tomou dez homens dentre os seus servos e fez como o Senhor Ihe dissera; [...].

Outra passagem que podemos destacar está no livro de I Reis no capítulo 18, versículos 20 a 46, que descreve o conflito travado pelo profeta Elias no Monte Carmelo contra 450 profetas de Baal, que teriam sido reprovados no teste da verdadeira profecia, visto estes não terem suas súplicas atendidas pelos seus deuses; já Elias teve sua oração respondida e todo o povo naquele momento reconheceu que o ‘Deus de Elias’ era o ‘*Senhor*’, e todos os profetas de Baal foram mortos como relatam as escrituras bíblicas:

³⁶ No devido tempo, para se apresentar a oferta de manjares, aproximou-se o profeta Elias e disse: Ó Senhor, Deus de Abrão, de Isaque e de Israel, fique, hoje, sabido que tu és Deus em Israel, e que eu sou teu servo e que, segundo tua palavra fiz todas estas coisas. [...] ³⁸ Então, caiu fogo do Senhor, e consumiu o holocausto, e a lenha, e as pedras, e a terra, e ainda lambeu a água que estava no rego. ³⁹ O que vendo todo o povo, caiu de

⁸ Weber identifica a ‘modernidade’ como a época da racionalização técnico-científica e com o conseqüente “desencantamento do mundo” (ABBAGNANO, 2007).

⁹ Nome de um deus cananeu (significa “senhor”) é citado em várias passagens bíblicas dentre as quais podemos destacar Neemias 25. 3-5; Juízes 2.11,13; Romanos 1.4 (BÍBLIA SAGRADA, 2008).

rosto em terra e disse: O Senhor é Deus! O Senhor é Deus! ⁴⁰ Disse-lhes Elias: Lançai mão dos profetas de Baal, que nem um deles escape. **Lançaram mão deles; e Elias os fez descer ao ribeiro de Quisom e ali os matou** (grifo nosso).

De modo geral, o que percebemos nestas passagens é a orientação do culto ao 'Deus de Israel' e a 'abolição' de toda sorte de magia como meio de se alcançar a salvação e por consequência a morada na região celestial. Pierucci (1998) e Thiry-Cherques (2009) destacam que para Weber os seguidores radicais das seitas puritanas foram os propagadores que disseminaram tal comportamento de repulsa à magia ao longo do início da história da civilização moderna do trabalho, tendo este comportamento transitado para a ciência moderna, visto que a 'ética religiosa' emergida durante a Reforma¹⁰ haveria contribuído diretamente para o surgimento do chamado 'espírito capitalista'.

Em seu livro *Ciência e Política: Duas Vocações*, Weber (1968) analisa um crescente processo de intelectualização e racionalização do mundo que decorre precipuamente do progresso da C&T. No entanto, ressalta que tal processo não implica necessariamente que o homem tenha que saber, ou mesmo ser capaz de explicar os princípios que regem os fenômenos; prossegue dando como exemplo a locomoção de um trem por ação da eletricidade; para o autor, as pessoas que viajam no trem não têm necessidade de saber, nem conhecer os princípios do eletromagnetismo que subjazem à explicação científica daquele movimento, porém, todas elas sabem que aquele movimento não é algo mágico.

Neste sentido, Weber (1968, p. 30 e 31) escreve que a qualquer momento poderíamos comprovar a inexistência de poderes misteriosos, ou seja, poderíamos despojar o mundo da magia:

A intelectualização e racionalização crescentes não equivalem, portanto, a um conhecimento geral crescente acerca das condições em que vivemos.

¹⁰ De acordo com Abbagnano (2007, p. 978-979) a Reforma é a Renovação religiosa ocorrida na Europa durante o século XVI, como retorno às origens do Cristianismo. [...] iniciada pelo monge agostiniano Martinho Lutero em 1517. [...] dois outros importantes nomes da Reforma protestante são Ulrich Zwinglio (1484-1531) e João Calvino (1509-1564), o segundo propôs-se efetivamente a mostrar a unidade do Antigo e do Novo Testamentos, extraindo daquele princípio de que o sucesso nas atividades da vida é prova evidente do favorecimento de Deus, sinal de sua predileção. Foi esse princípio que transformou '**o Calvinismo em ética inspiradora da burguesia capitalista emergente**', com seu espírito ativo e agressivo, marcado pelo desprezo por sentimentos e orientado para o êxito nos negócios (grifo nosso).

Significam, antes, que sabemos ou acreditamos que, a qualquer instante, poderíamos, bastando que o quiséssemos, provar que **não existe**, em princípio, **nenhum poder misterioso e imprevisível**, que interfira com o curso de nossa vida; em uma palavra, que **podemos dominar tudo por meio da previsão**. Equivale isso a despojar de magia o mundo. Para nós não mais se trata, como para o selvagem que acredita na existência daqueles poderes de apelar a meios mágicos para dominar os espíritos e exorcizá-los, mas de recorrer à técnica e à previsão. Tal é a significação essencial da intelectualização (grifo nosso).

Weber (1968, p. 31) prossegue a sua análise sobre as consequências profundas desse *desencantamento do mundo* trazendo para o seu texto uma reflexão de Leon Tolstoi a respeito do que seria, à luz da modernidade, a inexistência do sentido da morte.

Surge daí uma pergunta nova: esse processo de desencantamento realizado ao longo dos milênios da civilização ocidental e, em termos mais gerais, esse progresso do qual participa a ciência, como elemento e motor, tem significação que ultrapasse essa pura prática e essa pura técnica? Esse problema mereceu exposição vigorosa na obra de Leon Tolstoi. [...] O conjunto de suas meditações cristalizou-se crescentemente ao redor do tema seguinte: a morte é ou não é um acontecimento que encerra sentido? Sua resposta é a de que, para um homem civilizado, aquele sentido não existe. E não pode existir porque a vida do civilizado está imersa no "progresso" e no infinito e, segundo o seu sentido imanente, essa vida não deveria ter fim (grifo do autor).

A história do patriarca da nação de Israel – Abraão (que está descrita no livro de Gênesis da Bíblia Sagrada nos capítulos 12 a 25) é tida como um exemplo de plenitude de vida. Longe da obsessão do progresso, Abraão pôde, ao fim de sua vida, morrer feliz e em paz em companhia de seus descendentes, pois sua missão na Terra estava plenamente cumprida. Sua morte foi um acontecimento natural sem obsessões nem ansiedades. No entanto, o homem civilizado vive sob a égide do progresso que implica na ansiedade e por consequência na sensação da não plenitude, pois sabe que morrerá sem conhecer os progressos que virão após a sua morte. O seu limite, diferentemente da missão plenamente cumprida por Abraão, é o infinito e este é sempre potencial e, portanto, não alcançável. Deste modo, a obsessão pelo progresso - na medida em que se tornou o único valor digno de ser considerado - faz do homem civilizado um ser infeliz, não vendo sentido nem na morte nem na vida. Segundo esta análise, o *desencantamento do mundo* tem como uma de suas consequências a dissolução de valor, enquanto dignidade, tanto para a vida quanto para a morte (WEBER, 1968).

Neste mesmo sentido Terry Shinn (2008, p. 47), afirma que:

O desencantamento do indivíduo deriva da falta de perspectiva, do fracasso ou da desesperança na felicidade devido a certos progressos agressivos da máquina tecnológica. Porque a espécie humana nunca pode esgueirar-se no passado, nem perscrutar seu destino futuro, não há lugar seja para o desencantamento, seja para a esperança perplexa.

Weber viria a denominar de 'racionalidade teórica' esta busca pelo sentido da existência da vida e do universo, que é algo perceptível nas ações humanas, estejam elas associadas à magia dos antigos, ao culto dos sacerdotes ou à ciência como ressalta Thiry-Cherques (2009, p.904)

[...] racionalidade teórica tem uma influência indireta sobre a ação. [...] É a faculdade de aquisição de conhecimentos, do pensamento sistemático, dos feiticeiros, sacerdotes, teólogos, filósofos etc. A racionalidade teórica provê a explicação do mundo. Deriva da necessidade metafísica de dar sentido à existência e ao universo. A racionalização teórica modifica a vida social, mediante rituais religiosos (racionalização do sobrenatural), por exemplo, ou mediante a fé na ciência (o des-encantamento), podendo dominar o pensamento em uma sociedade ao introduzir padrões de ação tidos como "corretos" ou "lógicos" (grifo do autor).

A procura decorrente da necessidade metafísica de dar sentido à existência e ao universo viria a mudar seu rumo, até então atribuído ao sagrado e se transformaria em uma prisão burocrática para a humanidade.

A modernidade anunciou o fim do sagrado que marcava a pré-modernidade – a sacralidade da crença na salvação e o espírito de pertinência e coesão da comunidade. Na modernidade, esse embasamento existencial do pensamento e da conduta individual e coletiva dá lugar a um *zeigeist* de "desencantamento" e de "gaiola de ferro", tão eloqüentemente expresso por Max Weber como metáfora para a modernidade [...] A modernização incorpora duas tradições que, em certa medida, reforçam-se reciprocamente: a corrente "emancipatória" e a corrente "tecnológica" (TERRY SHINN, 2008, p. 45 – 46, grifo do autor)

Terry Shinn (2008) destaca ainda que é a partir do cenário Iluminista da modernidade, que o componente tecnológico passa a desenvolver-se de modo paralelo à corrente emancipatória, sendo que, tal fato deu-se ao longo do início do século XX, mais precisamente ao longo da segunda revolução industrial que iniciou os impulsos rumo às ambições emancipatórias da modernidade, estas originadas no

Estado-nação, “o qual introduziu os princípios de cidadania, dever, burocracia, direitos e responsabilidades institucionais e, não menos importante, de fronteiras”.

O ‘Período do Iluminismo’ também conhecido como o ‘Período das Luzes’ aqui destacado por Terry Shinn apresenta uma gama de interpretações das quais destacamos duas para a discussão aqui estabelecida. Em um primeiro momento destacamos o texto de Kant (2012, p. 63),

Esclarecimento [*Aufklärung*] é a saída do homem de sua menoridade, da qual ele é culpado. A menoridade é a incapacidade de fazer uso de seu entendimento sem a direção de outro indivíduo. O homem é o próprio culpado dessa menoridade se a causa dela não se encontra na falta de entendimento, mas na falta de decisão e coragem de *servir-se de si mesmo sem a direção* de outrem. *Sapere Aude!* Tem coragem de fazer uso de teu próprio entendimento, tal é o lema do esclarecimento (grifo do autor) ^{11, 12}.

Nesta passagem temos nitidamente o Iluminismo sendo associado à liberdade de pensamento, ou seja, à coragem do homem de usar o intelecto como guia e assim libertar-se da necessidade de orientação tutorial de outro, adquirindo melhoras pessoais e sociais respectivamente. A segunda interpretação aqui ensejada está expressa nas palavras *Igualdade, Liberdade e Fraternidade* símbolos da Revolução Francesa de 1789, que ressaltam o projeto do Iluminismo enquanto possibilidade de mudança, que constitua a superação de um mundo de tirania, de escravidão e de obscurantismo. Abbagnano (2007) enfatiza que a este período é atribuído à definição da consciência da ruptura com o passado e da esperança do futuro, na qual ocorre uma revolução consciente não apenas da matemática, mas, também da mecânica, da ótica, do eletromagnetismo e da nova ciência do ser vivo.

¹¹ Enlightenment is man's emergence from his self-imposed nonage. Nonage is the inability to use one's own understanding without another's guidance. This nonage is self-imposed if its cause lies not in lack of understanding but in indecision and lack of courage to use one's own mind without another's guidance. *Dare to know!* (*Sapere aude.*) "Have the courage to use your own understanding," is therefore the motto of the enlightenment (KANT, 1783. Versão em inglês para a nota precedente, disponível em:

<http://www.columbia.edu/acis/ets/CCREAD/etscc/kant.html>). Acesso em: Fevereiro de 2013

¹² AUFKLÄRUNG ist der Ausgang des Menschen aus seiner selbstverschuldeten Unmündigkeit. Unmündigkeit ist das Unvermögen, sich seines Verstandes ohne Leitung eines anderen zu bedienen. Selbstverschuldet ist diese Unmündigkeit, wenn die Ursache derselben nicht am Mangel des Verstandes, sondern der Entschließung und des Mutes liegt, sich seiner ohne Leitung eines andern zu bedienen. *Sapere aude!* Habe Mut, dich deines eigenen Verstandes zu bedienen! ist also der Wahlspruch der Aufklärung (KANT, 1783. Versão alemã para a nota precedente, disponível em: <http://www.uni-potsdam.de/u/philosophie/texte/kant/aufklaer.html>). Acesso em: Fevereiro de 2013

Tal projeto encontrou críticos que destacaram as tão sonhadas ‘luzes’ como promotoras de mudanças na escuridão do mundo, mas também como responsáveis pelo surgimento de trevas outrora não existentes (as bombas de destruição em massa seriam um bom exemplo).

É fato também, que a busca pelo sentido da existência ainda é latente na humanidade, mesmo em meio a tantas descobertas realizadas pela ciência moderna; o homem ainda se questiona sobre as causalidades da vida, questionamento este tão bem expresso na canção intitulada “Sei lá... A vida tem sempre razão” escrita pelos brilhantes compositores brasileiros Toquinho e Vinícius de Moraes em 1971, ainda sucesso entre as composições nacionais atualmente:

*Tem dias que eu fico pensando na vida
E sinceramente não vejo saída
Como é, por exemplo, que dá pra entender
A gente mal nasce e começa a morrer
Depois da chegada vem sempre a partida
Porque não há nada sem separação
Sei lá, sei lá
A vida é uma grande ilusão [...]*

E é em meio a tantas mudanças na visão do mundo e tamanha busca pelo sentido da existência que encontramos diversos autores que glorificaram o advento da ciência e, nessa linha de atitude, fizeram apologia de suas qualidades no sentido da inauguração de uma nova era na superação da barbárie e do obscurantismo.

Outros autores pelo contrário se manifestaram estupefatos com a substituição da primazia conferida às qualidades primárias¹³, em relação às qualidades secundárias¹⁴ (aquelas como cores, sabores e odores que afetam os nossos sentidos e nos atizam à imaginação), pois, esta substituição de primazia teria conduzido a um mundo de dissolução de valores¹⁵ e, por conseguinte, a um

¹³ Do ponto de vista da ciência moderna, *as qualidades primárias* seriam aquelas afetadas ao número, à grandeza, à forma, enfim à geometria.

¹⁴ As qualidades secundárias seriam aquelas como cores, sabores e odores que afetam os nossos sentidos e nos atizam à imaginação, mas não são dóceis à formulação matemática.

¹⁵ A versão gloriosamente romântica do universo de Dante e Milton, que não estabelecia limites para a imaginação do homem, enquanto brincava com espaço e tempo, tinha agora sido abandonada. [...]O mundo exterior realmente importante era um mundo duro, frio, sem cor, quieto e morto; um mundo de quantidade, um mundo de movimentos matemáticos computáveis, com regularidade mecânica. O mundo de qualidades, percebido imediatamente pelo homem, tornou-se só um efeito curioso e menor da máquina infinita e superior (BURTT, 1983, p. 188).

‘desencantamento’. Podemos ainda facilmente constatar, um terceiro grupo que pondera entre estes dois extremos. É neste sentido que tecemos nossos comentários nas próximas seções, nas quais apresentamos as respectivas posições de alguns autores que estão inclusos nestes três grupos de pensadores.

3.2 Entusistas x Detratores da Ciência e Tecnologia

Sem a convicção de uma harmonia íntima do Universo, não poderia haver ciência.

Albert Einstein

Vivemos em um mundo no qual é inegável a influência do pensamento científico, bem como, a presença das novas tecnologias. Tanto a educação, em geral, quanto à educação científica, em particular, não devem desconsiderar este fato que é evidente, sob pena de serem inapelavelmente condenadas à obsolescência, especialmente quando se tem em mente que na escala de tempo da história da humanidade, esta presença é, de fato, bastante recente, tornando-se mais enfática com a revolução científica do século XVII e com as revoluções industriais desde o século XVIII até este começo de século.

Tal fato é também denunciado pelos autores Pozo e Crespo (2009, p. 24 – 25) no livro ‘A aprendizagem e o ensino de ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico’, onde os mesmos ressaltam que na educação contemporânea a escola já não é mais a fonte primária de informação, o que remete a esta instituição o desafio de adequar-se aos novos parâmetros culturais de nossa sociedade.

Na **sociedade da informação a escola não é mais a primeira fonte** – às vezes, se quer a principal – de conhecimento para os alunos em muitos domínios. [...] Os alunos, como todos nós, são bombardeados por diversas fontes que chegam, inclusive, a produzir uma saturação informativa; nem se quer precisam procurar pela informação: é ela que, em formatos quase sempre mais ágeis e atraentes do que os utilizados na escola, procura por eles. [...] é **necessário renovar** não apenas os conteúdos, mas também as metas para as quais eles estão dirigidos, concebendo-os não tanto como um fim em si [...], mas como meio necessário para que os alunos atinjam certas capacidades e formas de pensamento que não seriam possíveis sem o ensino de ciências (grifo nosso).

Nesta perspectiva Pimenta e Lima (2010, p.12) enfatizam que o desafio da educação formal atualmente está em proporcionar aos educandos das diversas modalidades de ensino “um desenvolvimento humano, cultural, científico e tecnológico, de modo que adquiram condições para enfrentar as exigências do mundo contemporâneo”.

Uma discussão de alguma maneira assemelhada a esta diz respeito ao caráter triunfalista de figuras seminais do pensamento científico e a uma frequente atribuição a estes de uma genialidade quase mítica que faz com que os estudantes não se sintam partícipes deste empreendimento, na medida em que se sentem fora do protagonismo da construção da ciência. É necessário, que o ensino de todo conteúdo de saber considere o fato de que o mesmo é resultado de um processo histórico de construção do conhecimento, pois este não é estático¹⁶, e está necessariamente associado a um contexto social e cultural de determinada época como destaca Cortella (1999, p. 52) “[...] o conhecimento tem uma especificidade inerente que o liga à História em sua estrutura e conjunturas e que é, em cada época, manifestado em seu sentido de diferentes maneiras no interior da Escola”.

Neste sentido, se faz necessária à superação da concepção positivista do ensino de ciências, que segundo Pozo e Crespo (2009, p. 20) já é algo notório “entre os filósofos e historiadores da ciência, mas não necessariamente nas salas de aulas”. Dentre estes pesquisadores em Ensino de Ciências, em História e Filosofia da Ciência e em suas interfaces e interseções podemos aqui destacar Peduzzi, Martins, Hidalgo Ferreira (2012), Martins (2009), Gomes Germano (2011) que em seus trabalhos envidaram esforços para combater esta apologia triunfalista e mítica da genialidade tanto quanto para combater as visões ingênuas positivistas e indutivistas e acentuadamente linearizadoras que apresentam um pensamento aparentemente sem controvérsias. Neste sentido, discutiremos a seguir algumas dessas posições procurando trazê-las para o nosso debate.

¹⁶ [...] o conhecimento como uma produção social, que resulta da ação e reflexão, da *curiosidade* em constante movimento de procura. Curiosidade que terminou por se inscrever historicamente na natureza humana e cujos objetos se dão na História como na prática histórica se gestam e se aperfeiçoam os métodos de aproximação aos objetos de que resulta a maior ou menor exatidão dos *achados*. Métodos sem os quais a curiosidade, tornada epistemológica, não ganharia eficácia. Mas, ao lado das certezas históricas em torno das quais devo estar sempre aberto à espera da possibilidade de revê-las, eu tenho certezas ontológicas também. [...], social e historicamente fundadas (FREIRE, 1997, p.8).

3.2.1 Os Entusiastas

A ciência não é uma ilusão, mas seria uma ilusão acreditar que poderemos encontrar noutra lugar o que ela não nos pode dar.

Sigmund Freud

A apologia das virtudes da ciência e da tecnologia modernas - C&T é reproduzida no discurso da assim chamada grande mídia que propaga a expressão quase invariável dos grupos dominantes de poder. Deste modo, ouvimos discursos sobre as grandes esperanças na agricultura transgênica, sobre os progressos obtidos no tratamento de doenças antes incuráveis, sobre as promessas das pesquisas com células tronco, sobre as teorias que nos revelarão os segredos íntimos do universo, sobre o bóson de Higgs, sobre as promessas de melhoria de nossa qualidade de vida material e espiritual e até mesmo sobre a nossa felicidade. A atitude de reverência à C&T é acompanhada pelos fetiches dos celulares com sistema operacional androide e sua infinidade de aplicativos, dos tablets e de outros aparelhos que são tão bem manuseados por crianças e adolescentes que fazem uso destes nos mais variados ambientes, postando nas redes sociais suas frases, fotos e vídeos em tempo real. Em suma, vivemos em um mundo que teve suas dimensões temporais e espaciais¹⁷ diminuídas pelo advento da C&T moderna.

O físico e historiador da ciência de lavra marxista Boris Hessen (1893-1936) uma vez se manifestou contrariamente a um parecer que houvera sido emitido por Alfred North Whitehead (1861-1947). Whitehead¹⁸ houvera dito que se dois extraordinários e seminais homens -Galileu e Newton - não tivessem existido, então os rumos da história da humanidade provavelmente seriam outros. Esta passagem, a rigor, constituía uma apologia triunfalista da genialidade desses dois pensadores do século XVII. Hessen (1931) por sua vez, enquanto marxista e seguidor do materialismo dialético, jamais poderia concordar com tamanha fatalidade que

¹⁷ O processo da globalização, ou seja, a interligação mundial que proporcionou o aprofundamento da integração econômica, social, cultural e política dos continentes foi acelerado graças ao uso dos recursos tecnológicos.

¹⁸ “Our modern civilization is due to the fact that in the year when Galileo died, Newton was born. Think for a moment of the possible course of history supposing that the life’s work of these two men were absent” (WHITEHEAD, 1929 apud HESSEN, 1931).

reduzia toda uma história sociocultural a apenas duas singularidades; a seu modo de ver, estas deveriam ser imersas em um contexto sociocultural e econômico no qual muitos outros nomes ilustres teriam desempenhado um papel decisivo.

Bem entendido, o interesse de Hessen é destacar que a história sociocultural também se pautava por causas externas de origem econômica e que o apelo a gênios, por mais brilhantes e influentes que fossem não seria suficiente para explicar a história. O nosso interesse, contudo, tem um olhar um pouco diferente para esta passagem de Whitehead, se bem que de uma maneira bem correlata.

Como a revolução científica, da qual Galileu e Newton são nomes de enorme relevância, marcou indelevelmente a história universal, e não apenas a história ocidental, então o culto da genialidade científica também pode ser facilmente interpretado como uma apologia triunfalista da própria ciência e de todo o discurso que se sucedeu principalmente a partir do século XVII em prol da razão, do iluminismo e contra o obscurantismo da ignorância, das superstições, dos mitos, etc.

Outro exemplo evidente no qual podemos constatar o reflexo da apologia triunfalista da ciência na educação – neste caso específico da física - é o depoimento contido no epílogo em um livro escrito pelo detentor de Prêmio Nobel de Física de 1965, Richard Phillips Feynman¹⁹ (1918-1988). Em seu texto podemos ler:

[...] Finalmente, eu poderia acrescentar que o principal objetivo de meus ensinamentos não foi o de preparar você para fazer algum exame- e nem mesmo foi o de preparar você para trabalhar na indústria ou em programas militares. O que eu quis foi muito mais propiciar a **você uma apreciação de um mundo maravilhoso e da maneira com a qual o físico olha para ele, que, eu acredito, seja a maior parte da verdadeira cultura dos tempos modernos. (Há, provavelmente, professores de outras matérias que não concordarão com isso, mas eu acredito que eles estejam completamente errados)** (FEYNMAN, 1965 epílogo, grifo nosso)²⁰

¹⁹ Feynman foi um excelente físico e, além disso, foi um excelente professor. Grande parte das pessoas que estudaram física nas universidades nas últimas décadas do século XX, e possivelmente também neste começo de século XXI, se beneficiaram sobremaneira dos livros de Feynman escritos em 3 volumes em colaboração com os seus colegas Leighton e Sands e intitulados *Lectures on Physics*.

²⁰ “Finally, may I add that the main purpose of my teaching has not been to prepare you for some examination- it was not even to prepare you to serve industry or the military. I wanted most to give you **some appreciation of the wonderful world and the physicist’s way at looking at it, which, I believe, is a major part of the true culture of the modern times. (There are probably professors of other subjects who would object, but I believe that they are completely wrong)**” (FEYNMAN, 1965, epílogo, grifo nosso).

Ora, Feynman declara na primeira oração deste excerto que a sua intenção ao ministrar o seu famoso curso no *Instituto Tecnológico da Califórnia* não era para preparar ninguém para fazer exames nem tampouco para que seus estudantes se preparassem para se inserirem em atividades militares. Quanto a este ponto, diríamos que se trata de uma posição de sensata de um Feynman educador e excelente professor a despeito de sua participação, quando ainda muito jovem, no Projeto Manhattan²¹. Entretanto, logo em seguida ele faz uma verdadeira apologia do conhecimento científico centrado na física ao argumentar que ‘a maneira com a qual os físicos olham para o mundo’ constitui ‘a maior parte da verdadeira cultura dos tempos modernos’. Ressalta ainda que a despeito colegas de outros departamentos (científicos ou não) provavelmente discordassem de sua concepção - ele próprio considerava que os colegas de outros departamentos estavam completamente equivocados.

De modo semelhante acreditamos ser este o comportamento de docentes e cientistas de outras áreas como, por exemplo, a Biologia onde podemos encontrar os que a consideram como a mais importante das ciências já que é responsável pelo ‘estudo da vida’ no sentido pleno da palavra; entre os estudiosos da Química alguns irão elegê-la superior por ser a responsável pelo estudo das substâncias que compõem toda sorte de matéria; e por fim podemos destacar os matemáticos que se envaidecem de ser esta ciência a rainha de todas as ciências. Trata-se, a rigor, de uma manifestação triunfalista do pensamento científico.

No que diz respeito à ciência, ao conhecimento científico e aos avanços tecnológicos, são muitos os exemplos de autores que se manifestam de maneira triunfalista. Embora existam outros mais recentes, os dois exemplos aqui referidos, respectivamente, o de Whitehead e o de Feynman, são suficientes para expressar um sentimento que qualquer pessoa pode facilmente constatar e não precisamos mais do que de alguns exemplos para enxergar um quadro, que por experiência própria, todos conhecem.

²¹ Trata-se do projeto do governo dos EUA e com alguma participação do governo britânico que objetivou, durante o período da Segunda Guerra Mundial, a construção de bombas nucleares tendo redundado nas tragédias de Hiroxima e Nagasaki.

3.2.2 Os Detratores

Duvidamos suficientemente do passado para imaginarmos o futuro, mas vivemos demasiadamente o presente para podermos realizar nele o futuro. Estamos divididos, fragmentados.

Boaventura Souza Santos

De modo similar, aos estudiosos que exaltam os avanços da C&T encontramos os que criticam enfaticamente os rumos tomados pelo mundo moderno, principalmente depois do advento da Revolução Científica a partir do século XVII. Contrapõem-se estes à C&T e, conseqüentemente, engendram uma crítica à razão centrada na lógica e na matemática²², bem como, na crítica ao iluminismo enquanto uma pressuposta libertação por meio da razão científica²³. Várias denominações são atribuídas aos críticos da ciência como: 'revolta romântica contra a ciência', 'revolta neorromântica contra a ciência', 'crítica ao desencantamento do mundo' e outras mais.

O filósofo Hegel (1770-1831) teceu vários comentários contra a lógica clássica, ou lógica de Aristóteles. Para Hegel (1952, p.1), a lógica aristotélica funcionaria como grilhões ou camisas de força que são colocadas para obstaculizar a livre imaginação.

É verdade que as formas e regras da antiga lógica, de definição, classificação e silogismo, as quais incluem as regras do pensamento discursivo, foram reconhecidas como inadequadas para a ciência especulativa; ou melhor, a sua inadequação não foi reconhecida; ela foi apenas sentida quando essas regras foram aticadas para paralisar, como se fossem **meros grilhões** que permitissem ao coração, à imaginação e à intuição casual dizer o que se pretendia. E desde que reflexões e conexões do pensamento surgem em cena, então, há uma regressão inconsciente no desprezo ao método atual de dedução e da argumentação (tradução nossa a partir do texto em inglês disposto em nota de rodapé, grifo nosso)²⁴.

²² [...] No cálculo científico do acontecer, anula-se a justificação que uma vez lhe fora dada pelo pensamento, nos mitos (HORKHEIMER, ADORNO, 1989, p. 6).

²³ No entanto, o iluminismo deixou de concluir seu projeto ao se esquecer da dignidade intrínseca do mundo natural ao fazer uso da natureza de maneira dicotômica e instrumental (ALVES, BASTOS FILHO, 2012, p. 25).

²⁴ "It is true that the forms and rules of the old logic, of definition, classification and syllogism, which include the rules of discursive thinking have become recognized as inadequate for speculative science; or rather their inadequacy has not been recognized; it has only been felt, and then these rules have been thrown off as if they were mere fetters in order to allow the heart, imagination, and

Esta é uma manifestação bastante clara do que poderíamos chamar de uma 'revolta' contra o domínio de um pensamento centrado na lógica formal e na reivindicação de legitimidade de outras formas de pensamento que não estivessem submetidas aos estreitos limites do formalismo matemático.

Neste mesmo sentido, Thiry-Cherques (2009, p.906) ressalta que:

A ordenação do pensamento e da ação em formas normativas virtualmente substituiu a religião como credo motivacional em grande parte da “civilização avançada”. As forças da racionalidade derrotaram a religião. Já quanto à ciência, que o Iluminismo e Marx olhavam como meio de superar a alienação, Weber viu nos seus efeitos, no cientificismo, a transformação da natureza e do espírito em artifício e máquina.

Tal situação é também enfatizada por Boaventura de Sousa Santos (2010, p.21 e 31) em seu livro "Um discurso sobre a ciência", que fora inicialmente o texto de sua palestra proferida na Universidade de Coimbra ainda no ano de 1987 com o título “Oração da sapiência”, quando acusa a racionalidade científica de ser um modelo totalitário por ignorar todo conhecimento que não esteja pautado pelos seus princípios e métodos.

Sendo um modelo global, a **nova racionalidade científica** é também um **modelo totalitário**, na medida em que nega o carácter racional a todas as formas de conhecimento que se não pautarem pelos seus **princípios** epistemológicos e pelas suas **regras metodológicas**. [...] O **determinismo mecanicista** é o horizonte certo de uma forma de conhecimento que se pretende utilitário e funcional, reconhecido menos pela capacidade de compreender profundamente o real do que pela capacidade de o dominar e transformar (grifo nosso).

O filósofo Martin Heidegger (1889-1976) também criticou o pensamento científico 'por ficar na metade do caminho', ou seja, de 'pensar apenas pela metade'. Chamou isso de 'mediocridade'. É perfeitamente possível inferir que se trata de uma crítica aos procedimentos reducionistas²⁵ adotados na prática científica que, acarretariam, segundo a opinião de Heidegger (1989, p. 146), em uma 'falsificação do ser'.

casual intuition to say what they pleased. And since reflection and connections of thought have after all to come on the scene as well, there is an unconscious relapse into the despised method of commonplace deduction and argumentation.” (HEGEL, 1952, *Philosophy of Right*, Prefácio, p.1).

²⁵ A este respeito ver o texto de Bastos Filho, 2005, intitulado **Reduccionismo: Uma abordagem epistemológica**.

Enquanto a meditação sobre o universo da era atômica apenas aspira – ainda que com toda a seriedade da responsabilidade (mas também com isso se tranquiliza como se estivesse atingido à meta) a realizar o emprego pacífico da energia atômica, **o pensamento permanece a meio caminho**. Por essa **mediocridade** o universo técnico é confirmado ainda mais e, para o futuro, em seu predomínio metafísico (grifo nosso).

Também os partidários da Escola de Frankfurt, notadamente aqui Horkheimer e Adorno, se manifestaram de uma maneira que segue a mesma linha de crítica ao pensamento científico. Destacamos, pois algumas citações significativas. Seja a primeira:

O que os homens querem aprender da natureza é como aplicá-la para dominar completamente sobre ela e sobre os homens. Fora disso, nada conta. Sem escrúpulos para consigo mesmo, o iluminismo incinerou os últimos restos da sua própria consciência de si. Só um pensar que faz violência a si próprio é suficientemente duro para quebrar os mitos (HORKHEIMER; ADORNO, 1989, p.4).

Como se pode observar, o projeto de dominação da natureza²⁶ é denunciado claramente pelos autores. O iluminismo é acusado de fazer violência contra si próprio, o que revelaria a sua insensatez ao quebrar os mitos. Entretanto, este ponto de vista, não pode ser inteiramente aceitável, pois a ciência não consegue quebrar nem os mitos nem a metafísica. Neste sentido, Auguste Comte elegeu três estágios do pensamento da humanidade, a saber: o *mitológico*, seguido do *metafísico* e por último o *científico* ou *positivo*; obviamente, Horkheimer e Adorno divergem radicalmente de Comte. Definitivamente, a adoção de Comte que comporta esses três estágios estanques e disjuntos não é minimamente capaz de explicar nem a gênese nem a complexidade da ciência, pois, estes estágios se imbricam e estão emaranhados. Como exemplo, poderíamos citar a teoria do big bang que atribui a uma explosão primordial de um "ponto" de densidade colossal, o nascimento do espaço e do tempo e de tudo o mais que nos cerca. Ora essa teoria tem semelhança mitológica evidente.

Em uma segunda passagem por nós escolhida, os partidários frankfurtianos, denunciam que o caminhar do homem em busca da ciência moderna o tem despojado de sentido:

²⁶ Esta ideia de domínio sobre a natureza e sobre o próprio homem também é foco de denúncias de autores recentes como Branco (2003, p. 38) quando afirma que “uma das principais características do ser humano é a sua capacidade de utilizar as forças e os materiais do meio ambiente em benefício próprio, [...] o homem é também capaz de usar, e o faz com muita frequência, matéria e energia da natureza para a destruição de seus semelhantes”.

O **desenfeitiçamento do mundo é a erradicação do animismo**. [...] Caminhando em busca da ciência moderna, os homens se despojam do sentido. Eles substituem o conceito pela fórmula, a causa pela regra e pela probabilidade. A noção de causa foi o último conceito filosófico a entrar no acerto de contas da crítica científica e, por ser o único que ainda comparecia perante a ciência, era por assim dizer a secularização mais tardia do princípio criador (HORKHEIMER; ADORNO, 1989, p.4, grifo nosso).

Boaventura Santos (2010, p. 30 e 52) corrobora Horkheimer e Adorno ao afirmar em seu texto que a ciência moderna enfatiza o como funciona das coisas e por se fechar a muitos outros saberes é um conhecimento desencantado.

As leis da ciência moderna são um tipo de causa formal que privilegia o como funciona das coisas em detrimento de qual o agente ou qual o fim das coisas. É por esta via que o conhecimento científico rompe com o conhecimento do senso comum. [...] Sendo um conhecimento mínimo que fecha as portas a muitos outros saberes sobre o mundo, **o conhecimento científico moderno é um conhecimento desencantado e triste que transforma a natureza num autômato** [...] (grifo nosso).

Nestas citações observamos que é o despojamento do sentido que está em foco. O desencantamento, ou desenfeitiçamento do mundo que constitui a substituição do mundo mágico e mitológico pela fórmula fria.

Seja a terceira passagem dos frankfurtianos:

O que não se ajusta às medidas da calculabilidade e da utilidade é suspeito para o iluminismo. Uma vez que pode desenvolver-se sem ser perturbado pela opressão externa, nada mais há que lhe possa servir de freio. [...] O iluminismo é totalitário (HORKHEIMER & ADORNO, 1989, p.5).

Nesta terceira passagem é a redução de tudo ao calculável²⁷ e ao número que é o foco das críticas de Horkheimer e de Adorno. O iluminismo combateria, segundo o seu parecer, tudo o que não se ajustasse ao domínio do cálculo, pois assim não encontraria oponentes ao seu pensamento. Por isso, o sentido totalitário inerente ao iluminismo.

²⁷ “O rigor científico, porque fundado no rigor matemático, é um rigor que quantifica e que, ao quantificar, desqualifica, um rigor que, ao objectivar os fenómenos, os objectualiza e os degrada, que, ao caracterizar os fenómenos, os caricaturiza. É, em suma e finalmente, uma forma de rigor que, ao afirmar a personalidade do cientista, destrói a personalidade da natureza” (BOAVENTURA SANTOS, 2010, p. 54).

E como quarta e última passagem de Horkheimer e Adorno (1989, p.6) aqui ressaltada,

A lógica formal foi a grande escola de uniformização. Ela ofereceu aos iluministas o esquema de calculabilidade do mundo. A equiparação mitologizante das ideias aos números, nos últimos escritos de Platão, exprime a ânsia própria a qualquer desmitologização: o número tornou-se o cânone do iluminismo. As mesmas equações dominam tanto a justiça burguesa quanto a troca de mercadorias. [...] A sociedade minada pelo equivalente. **Ela torna comparáveis as coisas que não têm denominador comum, quando as reduz a grandezas abstratas.** O que não se pode desvanecer em números, e, em última análise, em uma unidade, reduz-se, para o iluminismo, à aparência e é desterrado, pelo positivismo moderno, para o domínio da poesia. De Parmênides a Russell, a senha é a unidade. **Insiste-se na destruição dos deuses e das qualidades.**

Tal como podemos constatar, trata-se da crítica ao número e à uniformização operada pelo conceito de equivalência. Tudo que a isso não se adaptasse deveria ser desprezado. Deste modo, queixam-se os frankfurtianos da destruição dos deuses e das qualidades e reiteram mais uma vez o caráter, segundo eles, totalitário, em vez de libertador, do iluminismo. Destaque-se ainda nesta passagem o programa platônico de associação das ideias aos números. Segundo Horkheimer e Adorno, esta tentativa de desmitologização é ela própria inerentemente mitologizante. Como ela também tornou-se o cânone do iluminismo, então, inapelavelmente o iluminismo carregaria consigo próprio essa profunda ambiguidade.

Em textos bem mais recentes como o de Terry Shinn (2008, p. 45-46) encontramos também severas críticas à modernidade:

A máquina tornou-se a palavra-chave para a tecnologia moderna. A configuração das fronteiras foi aqui central, **estendendo-se à ciência, às disciplinas científicas e à comunicação entre elas, na mesma medida que à produção tecnológica.** [...], a tecnologia **reduziu a margem de liberdade do indivíduo.** Embora a modernidade represente um avanço nos direitos e deveres individuais, **os espaços da liberdade e da liberação estão limitados**, na modernidade, pelos imperativos da universalidade homogeneizadora, pela racionalidade inconstante e pela integração e funcionalidade tecnologicamente impostas. A obediência e o alinhamento constituem o âmago da hierarquia, a qual, por sua vez, constitui o fundamento da burocracia tecnológica e civil. [...] **O homem tornou-se o servo da tecnologia, e esta e tudo o que a ela se conecta representam, por sua vez, a multiplicação da diferenciação e das fronteiras** (grifo nosso).

Como é perceptível, a modernidade é aqui considerada não como a fonte de iluminação e libertação pregada pelo iluminismo, mas, sim como a fonte de redução do campo de liberdade e liberação do indivíduo, esta tendo sido estendida às disciplinas científicas, o que segundo Boaventura Santos (2010, p. 74) acarretou a disciplinarização do conhecimento que em seu excesso faz do cientista um ignorante especializado.

Sendo um **conhecimento disciplinar**, tende a ser um **conhecimento disciplinado**, isto é, segrega uma **organização do saber orientada para policiar as fronteiras entre as disciplinas e reprimir os que as quiserem transpor**. É hoje reconhecido que **a excessiva parcelização e disciplinarização do saber científico faz do cientista um ignorante especializado e que isso acarreta efeitos negativos**. Esses efeitos são sobretudo visíveis no domínio das ciências aplicadas (grifo nosso).

Mamone Capria (2012) ressalta que autores de lavras distintas como Anatole France (1894), Jose Ortega y Gasset (1937) e Leon Tolstoi (1898) já advertiam seriamente sobre os efeitos advindos de um mundo de intensa organização a serviço de interesses dominantes e com graves consequências para a formação, a cidadania e a educação dos indivíduos. Em seu texto, cita o jeito espirituoso com que Anatole France (1894) escreveu sobre a especialização dos cientistas,

[...] são os homens menos curiosos. Há alguns anos atrás, em uma grande cidade europeia que eu não vou citar, visitei as galerias de história natural, na companhia de um dos conservadores que me descreveu os aspectos zoológicos com extrema complacência. Muito me instruiu até o período Plioceno. Mas, quando foram confrontado com os primeiros vestígios do homem, virou a cabeça e me respondeu que aquela não era a sua vitrine. Tomei consciência da minha indiscrição. Nunca pergunte a um cientista os segredos do universo que não estejam em sua especialização. Este não o interessa²⁸.

Ortega y Gasset (1937) não usou de tal espiritualismo, e em suas críticas enfatiza a mediocridade dos cientistas, que segundo ele não tem paralelo na história.

²⁸ [...] sono i meno curiosi degli uomini. Essendo, alcuni anni fa, in una grande città europea che non nominerò, visitai le gallerie di storia naturale in compagnia di uno dei conservatori che mi descriveva gli zooliti con estremo compiacimento. Mi istruì molto fino ai terreni pliocenici. Ma, quando ci trovammo di fronte ai primi vestigi dell'uomo, girò la testa dall'altra parte e alle mie domande rispose che quella non era la sua vetrina. Mi resi conto della mia indiscrezione. Non bisogna mai chiedere a uno scienziato i segreti dell'universo che non sono nella sua vetrina. Ciò non lo interessa (ANATOLE FRANCE, 1894 apud MAMONE CAPRIA, 2012).

Quando, em 1890, uma terceira geração assume o mundo intelectual europeu, **encontramos um tipo de cientista sem exemplo na história.** Ele é um homem que, de tudo o que há para saber para ser um **personagem discreto, é conhecedor apenas de uma ciência particular, e até mesmo desta ciência conhece apenas a pequena porção na qual é activo na investigação.** [...]. O fato é que, confinado em seu estreito campo de visão, começa, de fato, a descobrir fatos novos e avançar sua ciência, que mal conhece, e com ela a enciclopédia do pensamento, o que é bem conhecido. Como tem sido e é possível coisa semelhante? Por que deve enfatizar a extravagância deste fato inegável: a ciência experimental progrediu em grande parte graças ao trabalho de **homens fabulosamente medíocres, e ainda menos do que medíocres** (ORTEGA Y GASSET, Edição eletrônica 2004 da Edição publicada em 1937, grifo nosso).²⁹

Boaventura Santos (2010, p. 75) afirma que hoje existe o reconhecimento desta fragmentação do conhecimento e do reducionismo arbitrário, mas que as buscas para solucionar estes problemas tem gerado a sua reprodução em outro formato, segundo o autor “criam-se novas disciplinas para resolver os problemas produzidos pelas antigas e por essa via reproduz-se o mesmo modelo de cientificidade”, ou seja, o indivíduo continua com sua liberdade e liberação para aquisição e elaboração de conhecimento comprometida.

Passemos agora a uma análise do que podemos considerar como o reverso da moeda.

²⁹ Cuando en 1890 una tercera generación toma el mando intelectual de Europa, nos encontramos con un tipo de científico sin ejemplo en la historia. Es un hombre que, de todo lo que hay que saber para ser un personaje discreto, conoce sólo una ciencia determinada, y aun de esa ciencia sólo conoce bien la pequeña porción en que él es activo investigador. [...]. El caso es que, recluido en la estrechez de su campo visual, consigue, en efecto, descubrir nuevos hechos y hacer avanzar su ciencia, que él apenas conoce, y con ella la enciclopédia del pensamiento, que concienzudamente desconoce. ¿Cómo ha sido y es posible cosa semejante? Porque conviene recalcar la extravagancia de este hecho innegable: la ciencia experimental ha progresado en buena parte merced al trabajo de hombres fabulosamente mediocres, y aun menos que mediocres (ORTEGA Y GASSET, Edição eletrônica 2004 da Edição publicada em 1937). Disponível em: http://www.laeditorialvirtual.com.ar/Pages/Ortega_y_Gasset/Ortega_LaRebelionDeLasMasas01.htm#ind14. Acesso em: Fevereiro de 2013.

3.3 UM CONTRAPONTO INDISPENSÁVEL

Não haveria criatividade sem a curiosidade que nos move e que nos põe pacientemente impacientes diante do mundo que não fizemos, acrescentando a ele algo que fazemos.

Paulo Freire, 1996

Em uma introdução intitulada *O processo de Galileu no século XX* escrita para o livro *A Ciência e a Filosofia dos Modernos*, Paolo Rossi (1992) comenta que os detratores da C&T moveriam no século XX um processo ainda mais duro do que aquele que a instituição da Inquisição houvera movido contra Galileu no século XVII. A lista de queixosos pelo mal estar causado pelo advento da C&T moderna, é relativamente grande. Heidegger, Horkheimer, Adorno, Koestler, Arendt, estão como já listamos na seção anterior, entre os autores que compõem uma lista do gênero segundo Rossi.

Como vimos os autores aqui citados, lançaram severas acusações³⁰ contra a ciência. O teor das mesmas constituía em atribuir à ciência mera instrumentalidade; este campo do saber era responsabilizado pela "*falsificação do ser*" que houvera ensejado o "*fim do pensamento*" e a instituição da *redução* das coisas do mundo a fim de manipular detalhes em prol de um projeto de dominação que constituiria, em suma, a atitude de "*pensar pela metade*" (HORKHEIMER; ADORNO, 1989; HEIDEGGER, 1989).

Rossi (1992, p. 26), no entanto, reage contra tais críticos não lhes dando crédito enquanto pensadores de algo novo ao atribuir-lhes uma espécie de *nostalgia do nada*³¹. Ele os acusa de que assim procedendo estariam tentando escapar das

³⁰Vejamos como Rossi expõe tais pontos de vista antes de criticar severamente as acusações neles contidas: 'Nasce a ciência, desaparece o pensamento'. Nesta forma, a expressão é de Heidegger, mas as variações em torno deste tema, na cultura contemporânea, são quase infinitas. 'A ciência não tem nenhuma consciência de si', 'a aspiração à verdade não está nas ciências naturais', 'da ciência não se pode esperar nenhum despertar do espírito', 'o industrialismo reifica as almas', 'a máquina é a *ratio* estranhada'. Poderíamos continuar, citando diversos autores, por páginas e páginas. Entre filósofos e ensaístas, literatos e cultores de ciências humanas, teóricos da Recusa e partidários da Ação, voltaram à moda hoje todos os ingredientes da revolta neorromântica do início do século [século XX] contra a ciência (ROSSI, 1992, p. 13).

³¹ Rossi assim conclui a sua Introdução: "Mas a crítica 'global' da técnica e da indústria moderna que se dilui numa recusa da ciência e do intelecto não tem em si nada de revolucionário. Representa apenas o ressurgimento na cultura europeia dos velhos temas do arcaísmo, da nostalgia do nada, da tentação no não humano. Não a religião como ilusão, mas a *ciência como ilusão*: a revolta contra a

pesadas responsabilidades perante o mundo: “Esta recusa é apenas um signo de um desejo de autodestruição, de um impulso cego para eliminar a própria história, de uma fuga das escolhas e das responsabilidades do mundo real”.

Enfim, Rossi contradita enfaticamente o que românticos, neorromânticos e outros detratores do conhecimento científico consideram como *desencantamento do mundo*. Somos conscientes também de que uma oposição muito extrema ao *desencantamento do mundo* pode levar a outro extremo caracterizado por uma igualmente deletéria apologia cega e triunfalista da C&T, extremo último que pode conduzir ao incômodo e perigoso abandono de um necessário controle social da C&T por parte dos cidadãos³². Bem entendido, este controle é exigido por uma sociedade que se pretenda livre e democrática^{33, 34}.

Ora, frequentemente ouvimos relatos acerca das referências aos '*bons tempos de outrora*'. É bastante frequente que um grupo de pessoas de uma dada geração faça menção à crise do presente e aos bons tempos que gerações progressas desfrutaram. Um pensamento do gênero pode redundar em uma aversão aos tempos nos quais a presença da C&T se tornou quase que uma parte do próprio corpo. Se antes ouvíamos durante as aulas de Ciências a afirmação de que o corpo humano se dividia em cabeça, tronco e membros, hoje se diria de forma descontraída, que ele se divide em cabeça, tronco, membros e *tabletes*.

O sentimento de perda de espontaneidade diante do poder avassalador da C&T pode ser considerado como uma das acepções possíveis para a terminologia

razão tornou-se o triunfo do instinto de morte. Esta recusa é apenas um signo de um desejo de autodestruição, de um impulso cego para eliminar a própria história, de uma fuga das escolhas e das responsabilidades do mundo real" (ROSSI, 1992, p. 26).

³² [...] o processo de produção do conhecimento que caracteriza a ciência e a tecnologia constitui uma atividade humana, sócio-historicamente determinada, submetida a pressões internas e externas, com processos e resultados ainda pouco acessíveis à maioria das pessoas escolarizadas, e por isso passíveis de uso e compreensão acríticos ou ingênuos; ou seja, é um processo de produção que precisa por essa maioria, ser apropriado e entendido (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2009, p. 34).

³³ Ver o texto de Mamone Capria, 2012, intitulado **La Scienza in una Società Democratica**.

³⁴ “Decidir qual a informação básica para viver no mundo moderno é hoje uma obrigação para os que acreditam que a educação é um poderoso instrumento para combater e impedir a exclusão e dar aos educandos, de todas as idades, possibilidades de superação dos obstáculos que tendem a mantê-los analfabetos em vários níveis” (KRASILCHIK; MARANDINO, 2007, p. 16).

'*desencantamento do mundo*'. Isso se combinaria perfeitamente com os pareceres segundo os quais tempos menos tecnológicos eram melhores de serem vividos³⁵.

Muitos consideram que este tipo de pensamento seja mero saudosismo e que somente pelo fato das agruras dos tempos de outrora terem sido esquecidas é que as pessoas mencionam apologeticamente que havia lá muita felicidade. Uma lembrança talvez um pouco mais atenta possibilitaria que percebessem que nesses tempos a canseira humana era enorme, não havia luz elétrica, o sistema judiciário ou era inexistente ou era precaríssimo, a vontade dos tiranos imperava sem limites, viajar ainda que fosse para um local relativamente próximo era uma maratona, as doenças e as condições sanitárias eram responsáveis por epidemias que devastavam parte da população, etc., como podemos constatar nos exemplos documentados por Hooykaas (1988, p. 95):

Na época de Bacon, a humanidade vivia num medo constante dos poderes da natureza. Embora, segundo a teoria cristã, a natureza não tivesse poder divino, ela o havia conservado, na prática e na crença geral. Inundações, secas, fome, doenças e pestes assolavam o homem como irresistíveis desastres naturais, e embora o índice de natalidade fosse elevado, também o era o índice de mortalidade³⁶.

O autor segue relatando as agruras vividas e registradas no diário de Isaac Beeckmen (1588-1637):

[...] podemos ler como suas crianças morreram muito cedo, uma após outra; como uma epidemia da qual nunca houve registro dizimou um quarto da população de Dordrecht, e como seus irmãos sucumbiram, um após outro, vítimas da tuberculose. Ele anotou sua própria diminuição lenta de peso, até que o último apontamento no diário, feito por seu irmão mais jovem e único sobrevivente registrou que Beeckman havia morrido também em consequência de tuberculose (HOOYKAAS, 1988, p. 95-96).

O relato de Hooykaas do sofrimento que as pessoas, ainda que influentes e como tal em princípio mais protegidas, compreende nomes como Wilebrord Snel (1580-1626), Jonh Owen (1616-1683), Conrad Gesner (1516-1565) entre outros. O autor constata que:

³⁵ É frequente este sentimento entre os docentes, que a cada dia se deparam com novas metodologias de ensino, com a invasão de suas salas de aula pela tecnologia, com a rebeldia dos seus alunos e com a possível falta de apoio da coordenação, direção e secretarias de educação. Sobre isto Pozo e Crespo (2009, p. 19) afirmam que “a saudade do passado não deve impedir que percebamos as enormes mudanças culturais que estão ocorrendo e que tornam inviável um retorno – ou a permanência – desses formatos educacionais tradicionais”.

³⁶ Bacon nasceu em 1561, vindo a falecer no ano de 1626.

A humanidade portanto, vivia desprotegida, e não de forma tão idílica como alguns profetas pessimistas de nossa própria época gostariam de nos fazer acreditar (HOOYKAAS, 1988, p. 96)

O parecer de Hooykaas parece se coadunar perfeitamente com o parecer de Rossi. Aqueles românticos que equivocadamente veem o mundo europeu do século XVII como algo maravilhoso precisam levar em consideração tais fatos.

A este respeito Habermas (1990, p. 311), que é um frankfurtiano de geração posterior a Horkheimer e a Adorno, diferentemente de seus mestres, ressalta a importância da comparação diacrônica das vidas moderna e pré-moderna:

É certo que a teoria de Adorno sobre o mundo administrado e a de Foucault sobre o poder são mais ricas e simplesmente mais informativas que as exposições de Heidegger e de Derrida sobre a técnica como dispositivo ou sobre a essência totalitária do aspecto político. Mas todas elas são insensíveis ao conteúdo altamente *ambivalente* da modernidade cultural e social. Este nivelamento também se torna perceptível na comparação diacrônica das formas de vida modernas e pré-modernas. **Os altos custos que eram antes exigidos à massa da população [...] quase não chegam a ser nomeados** (grifo nosso).

Neste sentido Terry Shinn (2008, p.47) corrobora Habermas ao destacar que apesar da prisão imposta pela tecnologia ao indivíduo da sociedade moderna, não se pode “impugnar os ganhos da maior expectativa de vida, da melhor saúde, do maior conforto, do trabalho menos fisicamente penoso, do maior lazer etc.” De acordo com o autor “o homem tornou-se o servo da tecnologia, e esta e tudo o que a ela se conecta representam, por sua vez, a multiplicação da diferenciação e das fronteiras”.

Sendo assim, temos então uma ambiguidade inerente à modernidade, ou seja, ao passo em que a modernidade liberta, ela também aprisiona; ao passo em que desencanta, ela também encanta. Neste sentido, cabe aqui enfatizar que não pretendemos, como disse Paulo Freire (1996, p. 36) em seu livro “Pedagogia da Autonomia”, *demonizar* e nem muito menos *divinizar* a ciência e seu advento.

Como manifestação presente à experiência vital, a curiosidade humana vem sendo histórica e socialmente construída e reconstruída. Precisamente porque **a promoção da ingenuidade para a criticidade não se dá automaticamente**, umas das precípuas da prática educativo-progressista é exatamente **o desenvolvimento da curiosidade crítica, insatisfeita,**

indócil. Curiosidade com que podemos nos defender de “irracionalismos” decorrentes do ou produzido por certo excesso de “racionalidade” de nosso tempo altamente tecnologizado. E não vai nesta consideração nenhuma arrancada falsamente humanista de negação da tecnologia e da ciência. Pelo contrário é consideração de quem, de um lado, não **diviniza** a tecnologia, mas, de outro, **não a diaboliza**. De quem a olha ou mesmo a espreita de forma criticamente curiosa (Grifo nosso).

Neste sentido, Freire (2001, p.9 e 10) lembra que devido ao ato de supervalorização da ciência e o de menosprezo do senso comum³⁷ por meio da metodização rigorosa da curiosidade proporcionada pelo cientificismo, a ciência tornou-se quase algo ‘mágico’ e, portanto, “é urgente, por isso mesmo, desmitificar e desmistificar a ciência, quer dizer, pô-la no seu lugar devido, respeitá-la, portanto”, para que isso seja possível se faz necessário “o reexame do papel da educação que, não sendo fazedora de tudo é um fator fundamental na reinvenção do mundo”.

Acreditamos ser este o espaço ideal para o estabelecimento da possibilidade da ‘crítica curiosa’ e conseqüentemente do ‘estabelecimento de ideias’ sobre a temática ensejada, afinal, estamos imersos no universo da C&T e estabelecer um contraponto em meio aos dois extremos aqui apresentados, é algo necessário para a promoção de um ‘ensino libertador’. Tomemos algumas situações como exemplo:

Muitos se opõem à construção da hidrelétrica de Belo Monte³⁸ com o argumento de que se esta obra vier a se concretizar, então as populações indígenas serão seriamente prejudicadas, a biodiversidade será impactada, incluindo o regime de funcionamento sadio das florestas, e que tais razões são suficientes para desencorajar o empreendimento; outros, por seu lado, argumentam que não há

³⁷ É certo que o **conhecimento do senso comum** tende a ser **um conhecimento mistificado e mistificador** mas, apesar disso e apesar de ser conservador, **tem uma dimensão utópica e libertadora que pode ser ampliada através do diálogo com o conhecimento científico**. [...] O senso comum é **indisciplinar e imetódico**; não resulta de uma prática especificamente orientada para o produzir; reproduz-se espontaneamente no suceder cotidiano da vida. O senso comum **aceita o que existe tal como existe**; privilegia a acção que não produza rupturas significativas no real. Por último, o senso comum é retórico e metafísico; **não ensina, persuade** (BOAVENTURA SANTOS, 2010, 89 - 90, grifo nosso).

³⁸ A Usina Hidrelétrica de Belo Monte é uma central hidrelétrica que está sendo construída no Rio Xingu no estado brasileiro do Pará. A polêmica em torno da sua construção já dura mais de vinte anos, atualmente é considerada a maior obra do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) do Governo Federal Brasileiro. Disponível em: <http://www.socioambiental.org/esp/bm/index.asp>. Acesso em: Agosto de 2013.

desenvolvimento³⁹ sem demanda de energia e que esta obra tem que ser implantada pois o desenvolvimento da região assim o requer. Trata-se de um conflito, pois tanto demonizar a C&T em nome dos direitos humanos dos índios pode ser apenas uma estratégia e/ou pretexto para interesses escusos de grupos que apostam na estagnação econômica da região para ocupá-la e dela se aproveitar sem grandes resistências, quanto sacralizar os interesses dos povos nativos pode ser uma ilusão. Pensamos que a solução conciliatória de um desenvolvimento científico-tecnológico com respeito ao ambiente e aos direitos dos povos nativos seja a melhor solução e que a simples revolta romântica contra o progresso científico-tecnológico seja simplesmente uma ilusão de caráter romantizado.

De igual modo, podemos perceber o conflito estabelecido a respeito da Transposição do Rio São Francisco na região Nordeste. Ora, se esta obra irá beneficiar o povo sertanejo tão sofrido por que não aceitá-la de bom grado? De fato, seria realmente o sertanejo simples e trabalhador que teria acesso a esta água? O Rio São Francisco suportaria esta vazão? Para muitos, o que temos é também o interesse de uma minoria detentora da grande parcela de terras que será beneficiada com o uso da tecnologia que permitirá a transposição das águas do Velho Chico, para outros, esta será o ponto de partida para o desenvolvimento do sertão nordestino e conseqüentemente para a amenização do sofrimento de seus habitantes.

Outro exemplo que pode ser trazido para as nossas considerações é a questão do uso de organismos transgênicos. Haveremos de convir que a manipulação da vida com a qual nos deparamos perante a tecnologia dos organismos geneticamente modificados, traz novos desafios, além daqueles que foram postos com a tecnologia nuclear, notadamente após os acontecimentos de Hiroxima e de Nagasaki em que a sobrevivência humana foi concretamente posta em risco. As empresas produtoras das sementes modificadas não se cansam de alardear as vantagens dessa tecnologia, tendo como principal argumento a pressuposta maior produtividade. É sabido, no entanto, que o uso dos transgênicos tem gerado situações conflituosas que devem ser consideradas; dentre as quais,

³⁹ Entendendo-se Desenvolvimento como o movimento em direção ao melhor [...] seu significado otimista é peculiar à filosofia do século XIX e está estreitamente ligado ao conceito de *progresso* (ABBAGNANO, 2007).

destacamos algumas: 1) as sementes produzidas são estéreis, o que determina um sistema de dependência para o produtor rural que a cada plantio deverá adquirir novas sementes; 2) a perda da variabilidade genética dos vegetais pode promover a extinção de determinadas espécies; 3) os impactos que o uso dessas sementes irá causar ao ambiente não foram analisados em longo prazo; 4) as implicações do uso destes alimentos para o organismo humano não são conhecidas; etc. Neste contexto, não teríamos o que Horkheimer e Adorno consideraram como *sistema de imperialismo do homem por meio da dominação da natureza*⁴⁰? Não seria este exemplo uma denotação de desencantamento?

Tudo isso deve ser discutido nos diversos ambientes de formação dos sujeitos. Se a eliminação da fome no mundo pelos transgênicos é uma ilusão, deveremos estar atentos às potencialidades de outras formas de produção agrícola menos impactantes, colocando-as numa equação que contemple as razões econômicas, a segurança alimentar, razões estratégicas, ambientais e éticas.

No que tange à possibilidade da manipulação da vida por meio da transgenia representar um novo *desencantamento do mundo*, segundo as interpretações de Weber e de Tolstoi para este termo, então haveremos de convir que a posição contrária à aceitação dessas novas tecnologias como se fossem a salvação da lavoura não deve ser considerada como uma posição religiosa. Definitivamente, as razões aqui expostas não tem fundo religioso, e sim ético que transcende em muito as convicções pessoais tanto de ateus quanto de crentes.

Por ser tão complexa a abordagem sobre o desencantamento, sempre há espaço para novos questionamentos que não podemos deixar de lado como, por exemplo: o homem em sua inquietude estando disposto a atuar como o 'criador' da vida, teria de fato este direito? Quais os possíveis riscos associados à realização de tal façanha? Ou estaria o homem apenas vivenciando o texto das escrituras sagradas expresso no Livro de Gêneses capítulo 1: [...] "e tenha ele domínio"^{41, 42}

⁴⁰ Horkheimer e Adorno (1989, p. 4) escreveram que "O que os homens querem aprender da natureza é como aplica-la para dominar completamente sobre ela e sobre os homens. Fora disso nada conta".

⁴¹ "God planned all of this explicitly for man's benefit and rule: no item in the physical creation had any purpose save to serve man's purposes. And, although man's body is made of clay, he is not simply part of nature: he is made in God's image" (WHITE JR., 1967). Disponível em: <http://www.zbi.ee/~kalevi/lwhite.htm>. Acesso em: Fevereiro de 2013

sobre os peixes do mar, sobre as aves dos céus, sobre os animais domésticos, sobre toda a terra e sobre todos os répteis que rastejam pela terra”?

Hooykaas (1988, p. 92-93) trás a análise de como este *desencantamento do mundo*, às vezes chamado de desendeusamento do mundo foi autorizado pela própria concepção bíblica. A este respeito, escreve:

A concepção bíblica a respeito da natureza libertou o homem dos grilhões naturalistas da religiosidade e da filosofia gregas, e proporcionou um beneplácito religioso para o desenvolvimento da tecnologia - isto é, para o domínio da natureza pela arte humana. Embora a visão mecanicista do mundo não esteja contida na Bíblia, ainda assim ela tem em comum com o conceito bíblico o fato de implicar um desendeusamento da natureza.[...] O homem pode não ser capaz de descobrir todas as obras de Deus, porém foi-lhe outorgada a difícil tarefa de tentar consegui-lo, juntamente com o direito e o dever de dominar a natureza. Numa época em que, como nos séculos XVI e XVII, a aprovação religiosa se fazia indispensável para qualquer coisa que viesse a florescer, a ciência e a tecnologia se beneficiaram enormemente com esta mudança de visão.

Aqui, temos uma interpretação segundo a qual tanto o *desencantamento do mundo* quanto a *dessacralização da natureza* foram autorizadas pela religião. O estudo da natureza deixou de ser algo proibido pela concepção então dominante segundo a qual somente deveríamos nos ater ao que fosse alcançável por revelação, e passou, a ser objeto de estudo direto pelos homens. Quando se lança a ordem para dominar a natureza e suas forças, então autoriza-se ambas as coisas: tanto a pesquisa dos fenômenos naturais quanto o uso de suas forças a serviço do homem.

Reflexões como as que foram até aqui ensejadas expressam a necessidade de uma formação ‘cidadã’ e ‘crítica’ dos indivíduos para que, diante de situações conflituosas, estes possam se posicionar de maneira coerente e eficaz. Visto que, é pertinente considerar a afirmação de Boaventura Sousa (2010, p. 58) a respeito da crise da ciência moderna, segundo o autor, esta não se constitui em irracionalismo, mas é antes de tudo um retrato da instabilidade e criatividade de uma família

⁴² "Deus planejou explicitamente tudo isso para o benefício e domínio do homem: nada na criação física teria qualquer propósito exceto se fosse para servir aos propósitos humanos. E, embora o corpo do homem seja feito de barro e água (lama), ele simplesmente não é parte da natureza: ele é feito à imagem de Deus" (WHITE JR., 1967, tradução nossa, a partir da nota precedente). Disponível em: <http://www.zbi.ee/~kalevi/lwhite.htm>. Acesso em: Fevereiro de 2013.

intelectual numerosa que vive um momento de despedida, pois, está “em busca de uma vida melhor a caminho doutras paragens onde o optimismo seja mais fundado e a racionalidade mais plural e onde finalmente o conhecimento volte a ser uma aventura encantada” pautado em questionamentos simples como os de uma criança.

No próximo capítulo, apresentaremos uma possível forma de aproximação do mundo científico com o mundo da imaginação. Aproximação esta, que acreditamos seja um mecanismo facilitador para o ensino e aprendizagem das ciências naturais, sociais e exatas.

4 O MUNDO DA LIVRE IMAGINAÇÃO & O MUNDO CIENTÍFICO – UMA COMPLEMENTARIEDADE NECESSÁRIA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

No tempo em que havia imaginação, era este mundo um esplendoroso jardim zoológico.

Monteiro Lobato

Podemos atribuir diversos significados à expressão *desencantamento do mundo* (DM) quando esta é interpretada livremente enquanto superação da visão mágica e mitológica em prol do que seria a primazia da razão. Alguns desses significados que podem nos vir à mente são: a necessidade cartesiana da clareza e distinção⁴³; a primazia da lógica no confronto com a imaginação⁴⁴; a superação dos estágios religioso e metafísico do desenvolvimento da humanidade⁴⁵; o grito iluminista kantiano da autonomia intelectual e a nossa necessária recusa a nos submeter àquilo que não tenha passado pelo crivo de nossa inteligência; o programa de Galileu de nos livrar do obscuro labirinto que está na ausência do conhecimento do Grande Livro da Natureza.

Nada disso, contudo, é consensual e também não isento de críticas as mais severas. Há em tudo isso um universo conceitual e uma discussão recorrente sobre o que venha a ser *a razão*. Seria a razão o primado da poesia grega do tipo homérico ou a razão seria redutível aos preceitos da lógica matemática e das leis concretas dos mundos físico e biológico? Obviamente, não temos a pretensão de realizar opções tão extremadas e excludentes, mas é inevitável que aqui não levantemos o seguinte questionamento: ***Que opção faríamos entre o extremo de uma razão que comporta uma imaginação sem limites e o extremo de uma razão meramente instrumental?***

⁴³ O primeiro era de jamais acolher alguma coisa como verdadeira que eu não conhecesse evidentemente como tal; isto é, de evitar cuidadosamente a precipitação e a prevenção, e de nada incluir em meus juízos que não se apresentasse tão clara e tão distintamente a meu espírito, que eu não tivesse nenhuma ocasião de pô-lo em dúvida (DESCARTES, 1987, p. 37) [Originalmente publicado em 1637].

⁴⁴ Foi uma recomendação de lavra positivista que não explica a natureza da ciência criativa que exige como ingrediente essencial a imaginação.

⁴⁵ O positivismo de Comte assevera a existência de três estágios na história da humanidade: (1) o religioso ou místico; (2) o metafísico; (3) e o positivo ou científico. Em vista da complexidade da atividade científica, esta concepção é considerada primária, esquemática e equivocada.

Um estudo do gênero aqui proposto pode nos conduzir a inúmeras possibilidades de interpretações, no entanto, delimitamos a nossa pesquisa a apenas algumas considerações sobre as essenciais diferenças entre narrativas literárias, e o discurso matemático geométrico consubstanciado pela metáfora do Grande Livro da Natureza de Galileu.

4.1 O discurso do grande livro da natureza de Galileu

A ciência é um conjunto de narrativas escritas a respeito de nosso relacionamento com a natureza que se acumulou de geração a geração.

Joseph Schwartz

Em seu texto intitulado *O Ensaíador* publicado originalmente em 1623, *Galileu Galilei* apresenta seus estudos em uma linguagem matemática com o intuito de vencer a disputa com a igreja⁴⁶, visto que, naquele período a matemática competia em aceitação com a religião (SCHWARTZ, 1992). Em sua obra, Galileu reduz o ‘conhecimento’ à **leitura do Grande Livro da Natureza**, sendo que, este está escrito em linguagem matemática,

A filosofia encontra-se escrita neste grande livro que continuamente se abre perante nossos olhos (isto é, o universo), que não se pode compreender antes de entender a língua e conhecer os caracteres com os quais está escrito. Ele está escrito em língua matemática, os caracteres são triângulos, circunferências e outras figuras geométricas, sem cujos meios é impossível entender humanamente as palavras; sem eles nós vagamos perdidos dentro de um obscuro labirinto (GALILEI, 1987, p. 21).

Deste modo, quem não conseguisse realizar a leitura do grande livro da natureza, estaria preso em um labirinto escuro, pois não seria capaz de entender as palavras. Galileu prossegue em seu texto enfatizando as qualidades primárias⁴⁷ em detrimento das qualidades secundárias⁴⁸, ou seja, o autor supervaloriza a

⁴⁶ Neste período as autoridades em Teologia do Santo Ofício submetiam aos tribunais da Inquisição Romana todas as situações que eles julgassem como heresia aos princípios bíblicos.

⁴⁷ Ressaltamos que as *qualidades primárias* seriam aquelas afetas ao número, à grandeza, à forma, enfim à geometria.

⁴⁸ As *qualidades secundárias* seriam aquelas como cores, sabores e odores que afetam os nossos sentidos e nos atizam à imaginação.

matemática, de modo a considerar a redução das diversas situações básicas dos sentidos humanos podem ser dissolvidas nos caracteres matemáticos.

Mas que nos corpos externos, para excitar em nós os sabores, os cheiros e os sons, seja necessário mais que as grandezas, figuras e multiplicidade dos movimentos vagarosos ou rápidos, eu não acredito; acho que, tirando os ouvidos, as línguas e os narizes, permanecem os números as figuras e os movimentos, mas não os cheiros, nem os sabores, nem os sons, que, fora do animal vivente, acredito que sejam só nomes, como nada mais é que nome a cócega, tiradas as axilas e a pele ao redor do nariz (GALILEU, 1987, p. 121).

Schwartz (1992), afirma que mediante a apresentação deste texto o truque de Galileu haveria funcionado, o seu apelo à autoridade matemática teria calado a oposição da igreja, mas tal fato teria como consequência para a maioria das pessoas a *inacessibilidade*⁴⁹ da linguagem matemática sendo associada à ciência. Segundo o autor “daí por diante, não haveria mais escritos na acessível e fácil linguagem não - matemática”; ele destaca ainda que, “a lição era: é preciso tornar a ciência discreta, obscura e matemática”^{50, 51}.

Para Ítalo Calvino (1993, p. 89), o Grande Livro da Natureza seria “a metáfora mais famosa na obra de Galileu – e que encerra em si o nó da nova filosofia”. O autor em sua tese afirma ainda que Galileu ao evocar o ‘alfabeto’ pretendia dar

⁴⁹ “A linguagem matemática da ciência, que causa tanto desânimo ao leitor de outras áreas, implantou-se como resultado do conflito entre as visões eclesiásticas e leiga, e seu propósito era justamente o afastamento do público comum. [...] O problema contemporâneo da ciência não é o conflito com a religião, mas sim seu caráter pouco acessível. Para nós hoje, a história de Galilei deixou de ser o caso batido de como a verdade é coibida por uma autoridade repressora para tornar-se uma história muito mais importante – a de como a clareza subversiva da física passou a ser expressa em sua inacessível linguagem matemática atual” (SCHWARTZ, 1992, p. 18 e 24).

⁵⁰ A este respeito Bastos Filho (1993) em seu artigo intitulado *Nota sobre A Leitura Matemática do Mundo considera que a tese de Schwartz é interessante, mas contém algum exagero. O fato defensável de que Galileu houvera usado a matemática como expediente elitista como intimidação para dificultar o ataque dos jesuítas, e, além disso, tenha feito com sua da apologia da matemática, não é capaz de explicar por si só, a enorme fertilidade da utilização da matemática na física. Em outras palavras, o desenvolvimento da física ao longo dos séculos seguintes ao XVII seria impensável sem a matemática.*

⁵¹ “Deste lugar central da matemática na ciência moderna derivam duas consequências principais. Em primeiro lugar, conhecer significa quantificar. O rigor científico afere-se pelo rigor das medições. [...] O que não é quantificável é cientificamente irrelevante. Em segundo lugar, o método científico assenta na redução da complexidade. O mundo é complicado e a mente humana não o pode compreender completamente. Conhecer significa dividir e classificar para depois poder determinar relações sistemáticas entre o que se separou” (SANTOS, 2010, p. 27 e 28).

conta da multiplicidade do universo por meio de um 'sistema combinatório', de modo, que:

O alfabeto geométrico ou matemático da natureza será aquele que, baseando-se em sua capacidade de ser decomposto em elementos mínimos e de representar todas as formas do movimento e da mudança, cancela a oposição entre céus imutáveis e elementos terrestres (CALVINO, 1993, p. 95).

De modo geral, temos na proposta de Galileu, segundo Ítalo Calvino é a ruptura da diferenciação entre o mundo imutável⁵² e o mundo da mutabilidade⁵³, pois esta diferenciação estaria associada ao medo da morte, ou ao desejo de se alcançar a imortalidade, fato combatido por Galileu.

Para muitos, talvez tamanha redução de aspectos tão grandiosos e necessários à vida (qualidades secundárias, a ruptura entre o mundo etéreo e o mundo sublunar) seria de fato um desencantamento, afinal não é possível atribuir a aquisição de todo sorte de conhecimento ao código matemático, muito destas conquistas foram adquiridas independentemente do conhecimento deste código como enfatiza Bastos Filho (1993, p.76),

[...] Não se pode fazer caso omisso do fato segundo o qual grandes conquistas cognitivas, no campo das ciências naturais, foram alcançadas com pouco, e às vezes até nenhuma matemática. A teoria tectônica das placas em geologia e a teoria da evolução de Darwin são alguns desses notáveis exemplos.

Contudo, também é impossível negar o a existência de um possível encantamento advindo das conquistas proporcionadas pelo conhecimento matemático⁵⁴. É fato que muito dos progressos científicos não teriam sido viáveis e não seriam possíveis de se alcançar sem a linguagem matemática, mas, é fato também que o ato de sobrecarregar a ciência desta linguagem afasta estudantes e profissionais de outras áreas, sendo que muito do conhecimento humano pode ser apreciado por sujeitos não conhecedores de seus códigos (BASTOS FILHO, 1993).

⁵² O mundo etéreo ou da quinta essência, um mundo de jaspe, cristalizado que é incompatível com a vida, esta evocada por Galileu com espanto (CALVINO, 1993; BASTOS FILHO, 1994).

⁵³ Segundo a cosmologia de Aristóteles este seria o mundo sublunar, mundo de mudanças, da possibilidade de alterações, da corrupção e da geração (BASTOS FILHO, 1994).

⁵⁴ A este respeito ver Bastos Filho, 1993.

Nas próximas seções apresentaremos a visão de Galileu Galilei sobre as leis que regem o universo físico, bem como a sua tese de impossibilidade de existência de seres gigantescos, estes presentes em textos literários como os de Ludovico Ariosto, Jonathan Swift e Monteiro Lobato. Argumentaremos também sobre a possibilidade de associação entre estas duas visões, visto que seus propósitos embora não sendo os mesmos, podem ser considerados ambos salutareos para o Ensino de Ciências e Matemática, se forem concebidos tanto como elementos de confronto quanto como de complementaridade.

4.2 Pessoas de estatura normal, gigantes e anões - Quais as limitações concretas do Mundo Real que desencantaram o Mundo Mágico?

Os complexos significados contidos na literatura científica têm tanto a nos dizer sobre nós mesmos quanto uma obra de arte, porque nos dois casos se trata de interpretações humanas da realidade.

Joseph Schwartz

Inicialmente pode parecer confusa a forma como iniciamos esta seção – por meio de um questionamento – mas, para que a mesma venha a ser esclarecida necessitamos trazer à baila algumas outras questões, a saber:

- O mundo mágico e cheio de possibilidades de que nos fala Burt, com cores e sabores mil e sem limitações para a nossa imaginação, foi realmente *desencantado* pela matemática?

- Será que tudo aquilo que nos é permitido pensar foi simplesmente reduzido às possibilidades concretas, frias e calculáveis do número e da geometria?

- Foi isso que aconteceu na história do ocidente quando Galileu elegeu as *qualidades primárias* e desprezou as *qualidades secundárias*?

Para iniciarmos nossa tentativa de responder a tais questionamentos, acreditamos ser necessário esclarecer que por **mundo mágico** concebemos um que seja livremente construído pela nossa imaginação que é tão importante para a formação educacional das crianças. Todos sabem que ao penetrarem nesse mundo

mágico, todas as crianças se mostram profundamente felizes e encantadas. Trata-se - podemos assim pensar - do mundo concebido por Ludovico Ariosto com a sua liberdade ficcional que não conhecia os limites impostos pela ciência moderna como destaca Monteiro Lobato (1968, p. 45):

Ariosto fez-se o fiel cronista dessa era de maravilhas, no poema em que estudou a alienação mental do conde Rolando [...] Narra-nos Ariosto assombros sobre assombros – e era cidadão de muito conceito em Reggio para que lhe duvidemos das afirmativas.

Trata-se do mundo também brilhantemente explorado pelo próprio escritor brasileiro Monteiro Lobato em sua grande obra de literatura infantil “O Sítio do Picapau Amarelo”, mundo este encantado por belíssimas fadas de mãos delicadas e de belos sorrisos, que com o uso de varinhas de condão transformam abóbora em carruagem, boneco em menino, homens de estatura normal em gigantes. Fadas com quem toda menina sonha em um dia encontrar para ter sua simples roupa transformada no mais belo dos vestidos, com o qual estará ao conhecer o seu príncipe encantado.

Agora, analisemos os seguintes problemas: (1) como seria um gigante cuja altura fosse, por exemplo, dez vezes maior que a altura de uma pessoa normal? (2) E como seria um anão cujas dimensões fossem de modo inverso dez vezes menores que as de uma pessoa normal? Consideremos ainda que esse suposto gigante, bem como este anão, tivessem ossos, carnes e nervos dos mesmos materiais com os quais são constituídos as pessoas de estatura normal.

Entretanto, iremos realizar esta análise, não com base nas infinitas possibilidades da imaginação humana propiciadas pelo mundo mágico e encantado e sim à luz de um mundo de limitações concretas e sujeito às leis da natureza, mundo esse que, segundo a famosa intuição de Galileu, está escrito em símbolos matemáticos. Em outras palavras, vamos nos enveredar por uma análise baseada nos trabalhos de Galileu. Ora, no seu livro ‘As Duas Novas Ciências’, escrito em forma de um diálogo envolvendo os interlocutores Salviati, Sagredo e Simplicio, encontramos o seguinte texto:

Salviati: [...] Vejamos agora como, do que foi até aqui demonstrado, se infere claramente a **impossibilidade**, não somente na arte, mas também na natureza, **de aumentar** seus mecanismos **até dimensões enormes**, de

modo que seria impossível construir navios, palácios, ou templos imensos, cujos remos, mastros, vigas e correntes de ferro e, numa palavra, todas as suas outras partes constituíssem um todo. Da mesma forma, a natureza não poderia fazer árvores de tamanho colossal, porque seus ramos arqueados pelo próprio peso, acabariam por quebrar-se. Igualmente, seria impossível construir estruturas ósseas para os homens, cavalos e outros animais que pudessem subsistir e desempenhar suas próprias funções, pois, **para que tais animais tivessem alturas imensas, deveria ser utilizado um material mais duro e resistente que o habitual**, para que não se deformassem os ossos tão desproporcionadamente que a figura e o aspecto do animal parecessem monstruosos o que, talvez, foi pressentido pelo meu querido poeta quando, descrevendo um grandíssimo gigante, disse: "**Impossível é conceber sua altura, Tão incomensurável é seu tamanho**"^{55, 56} (GALILEI, *Duas Novas Ciências*, Segunda Jornada, p. 104-105, originalmente publicado em 1638; grifo nosso).

Tomemos agora, pois, um quadrado elementar de lado **a** para explicarmos a colocação de Galileu a respeito da existência das estruturas grandiosas. A área deste quadrado é como sabemos, igual a **a^2** .

Seja a seguinte figura representativa (FIGURA 1):

FIGURA 1 - O quadrado de lado **a** tem área **a^2** .



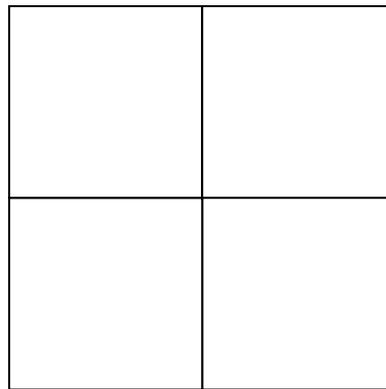
a

⁵⁵ Os versos, citados por Galileu, os quais dispusemos em caracteres em negrito e entre aspas são do poeta Ludovico Ariosto (1474-1533).

⁵⁶ "Ariosto, *Orlando Furioso*, c. XVII, v. 30. Como se sabe, Ariosto era o poeta preferido de Galileu, o qual nos deixou anotações e apostilas mais ou menos argutas sobre este poeta e sobre Tasso, que foi por ele julgado talvez muito severamente" (MARICONDA & MARICONDA, s/d, In: Galilei, *Duas Novas Ciências*, p. 280).

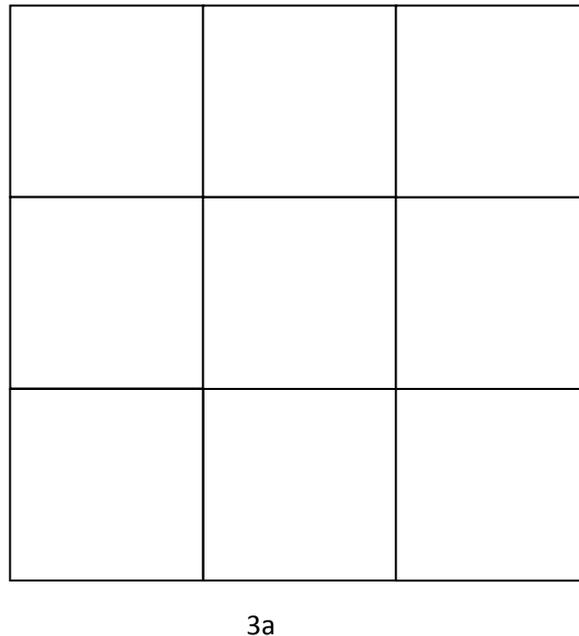
Agora vamos duplicar o lado do quadrado original. Este novo quadrado de lado igual a $2a$ terá uma área quatro vezes maior que a área do quadrado original. Logo, a área do quadrado de lado $2a$ será $4a^2$ (FIGURA 2).

FIGURA 2 - o quadrado de lado $2a$ tem área $4a^2$.



$2a$

Agora, se triplicarmos o lado original, então teremos um novo quadrado de área nove vezes maior que a original, como podemos facilmente visualizar na figura 3:

FIGURA 3 - Um quadrado de lado $3a$ tem área $9a^2$.

Não é difícil se dizer que um quadrado de lado $10a$ terá uma área que é $100a^2$, ou seja, cem vezes maior que a correspondente área do quadrado de lado a . A fórmula matemática da área de um quadrado é, como sabemos, $A = (\text{lado})^2$. Assim, se o lado for a , então teremos $A_1 = a^2$. Se o lado for $2a$, então teremos, $A_2 = (2a)^2 = 2^2 a^2 = 4 a^2$. Se o lado for $3a$, então teremos, $A_3 = (3a)^2 = 3^2 a^2 = 9 a^2$. Se o lado for $10a$, então teremos $A_{10} = (10a)^2 = 10^2 a^2 = 100 a^2$ respectivamente.

Vejamos agora um cubo de lado a . O volume de um cubo é igual a $V = (\text{lado})^3$. Ora, se o lado do cubo for a , então ele tem volume $V_1 = a^3$. O cubo de lado $2a$ tem um volume $V_2 = (2a)^3 = 2^3 a^3 = 8a^3$. O cubo de lado $3a$ tem um volume $V_3 = (3a)^3 = 3^3 a^3 = 27a^3$. O cubo de lado $10a$ tem um volume $V_{10} = (10a)^3 = 10^3 a^3 = 1000a^3$.

Feito isso, imaginemos agora que uma pessoa de estatura normal tenha, neste nosso exercício fictício, as suas dimensões lineares aumentadas por um fator igual a 10 , isto é, que o comprimento, a largura e a altura de todos os constituintes de seu corpo sofram uma ampliação de um fator 10 . Tal como no caso do cubo, essa pessoa se converteria em um gigante e seu volume seria 1000 vezes maior do

que o volume que ele teria originalmente. Como o volume é proporcional ao peso, então esse gigante seria **1000** vezes mais pesado em relação ao seu peso original. No entanto, as seções transversais dos ossos, das coxas, dos braços e demais membros do gigante sofreriam um aumento de apenas **100** vezes em relação à sua correspondente área da seção transversal original.

Isto significa que, no caso da ampliação de cada uma das dimensões lineares por um fator **10**, teríamos uma seção transversal dos ossos de apenas **cem** vezes mais área para suportar uma estrutura **mil** vezes mais pesada que a original.

Definamos "resistência" (**R**) como

$$R = A/P$$

onde **A** denota a área da seção transversal que suporta a estrutura e **P** o peso total da estrutura a ser suportada. Atenhamo-nos ainda à proporcionalidade direta entre o volume da estrutura e de seu peso. Resulta desta proporcionalidade direta que podemos também definir uma quantidade **R'**, em unidades de inverso de comprimento, que é diretamente proporcional a **R**, ($R \sim R'$) e que também é um indicador de resistência. Este **R'** é igual a

$$R' = A/V$$

onde **V** denota o volume total da estrutura a ser suportada.

Deste modo, a pessoa normal teria um indicador de "resistência" em unidades de inverso do comprimento igual a $R_1 = (a^2/a^3) = (1/a)$ enquanto o gigante mil vezes mais pesado e com ossos compostos do mesmo material que a pessoa normal teria um indicador de "resistência", em unidades de inverso de comprimento, igual a $R_{10} = [(10a)^2/(10a)^3] = (100 a^2) / (1000a^3) = (1/10) (1/a)$, ou seja, **o pobre gigante seria 10 vezes menos resistente que uma pessoa normal**. Provavelmente, ele não aguentaria sequer o próprio peso, sofrendo severas fraturas. Logo, o mundo no qual se acreditava existir gigantes ou estruturas como palácios, edifícios, árvores de dimensões lineares substancialmente ampliadas, mas com a mesma composição daqueles já existentes, ou seja, que são construídos com o mesmo material daqueles de tamanho normal, revelou-se uma ilusão. É justamente a queda dessa

ilusão que podemos denotar por uma das acepções possíveis para a expressão ***desencantamento do mundo***.

O mundo biológico também seria drasticamente afetado se essa ampliação das dimensões lineares fosse possível, como por exemplo, se os insetos fossem ampliados. Como sabemos, estes organismos respiram pela superfície de seus corpos, e se estes fossem aumentados em todas as suas dimensões lineares de um fator igual a **10**, então isso implicaria que o inseto gigante teria apenas **100** vezes mais superfície para respirar a fim de dar conta de um corpo que é **1000** vezes mais volumoso e **1000** vezes mais pesado. Logo, os insetos gigantes estariam em séria desvantagem com relação aos insetos de dimensões habituais, e por conseguinte a respiração desses seres gigantes seria sobremaneira dificultada a ponto de não conseguirem sobreviver (SILVEIRA, 2012).

Agora imaginemos a possibilidade da redução de uma pessoa normal à uma dimensão diminuta como descreve Monteiro Lobato (1942) em seu livro *A chave do tamanho*, ou mesmo a existência de anões como um Liliputiano (pessoa de pequena estatura) tal como descreveu Jonathan Swift (1978) em *Viagens de Gulliver*. À luz da ciência de Galileu, qual seria a resistência dos Liliputianos?

Com relação a uma pessoa normal, esses indivíduos teriam suas dimensões lineares reduzidas de um dado fator. Imaginemos que este fator de redução seja de **10**, o que é equivalente a dizer que o fator multiplicativo a que devemos aplicar às suas dimensões lineares seja de **(1/10)**. Ora, se tal como calculamos, a resistência dos ossos de uma pessoa normal é de $R_1 = (1/a)$, então a resistência dos ossos de um liliputiano seria de

$$R_{1/10} = [(1/10)a]^2 / [(1/10)a]^3 = (1/100)/(1/1000)(1/a) = 10(1/a)$$

Logo, a resistência dos ossos de um Liliputiano em vista de raciocínio análogo, então seria dez vezes maior que a nossa. Este indivíduo seria muito mais ágil e praticamente imune à fratura de ossos. Por este raciocínio, que é uma variante moderna do raciocínio de Galileu, os Lilliputianos poderiam existir com ossos de um mesmo material que os nossos, mas não o gigante.

Vamos agora apresentar aqui os propósitos do mundo mágico e poético por meio dos textos de Swift e de Monteiro Lobato.

4.3 Os propósitos do Mundo Mágico e do Mundo Poético

Os propósitos do mundo poético e do mundo mágico não são os mesmos propósitos do mundo analisado à luz das leis da natureza. Monteiro Lobato (1968) interpretou o Gulliver de Jonathan Swift não como uma descrição científica do mundo, de cuja realidade a ciência dos materiais dá conta, e sim como uma metáfora para descrever uma situação histórica pela qual passou, e por que não dizer, em certo sentido ainda passa, o Brasil.

Monteiro Lobato (1968, p. 92-94) imaginou o Brasil como o Gulliver, amarrado pelas severas restrições impostas pelo colonialismo português, e o comparou ao Gulliver de Swift amarrado pelas cordas dos Liliputianos. Sobre isto escreveu:

O Gulliver sul-americano principiou a ser amarrado pelos portugueses, quando Portugal descobriu que em suas veias circulava ouro, o sangue amarelo; e desde aí até hoje os homens cipó, vulgo homens do governo, outra coisa não fizeram, federal, estadual e municipalmente, senão dobrar cipós, cordas e fios de arame sobre seus membros para que, a salvo de pontapés, possam sugá-lo com suas trombinhas de percevejo [...] Não bastaram os cipós e cordas de invenção lusa; importaram-se cabos de aço, torniquetes complicadíssimos, borzeguins medievais remodelados pela engenhosidade moderna.

Assim como Swift^{57, 58} descreve os Liliputianos como indivíduos mesquinhos que acorrentaram Gulliver, enquanto este dormia, para depois matá-lo e só não conseguiram concluir tal malévolo intento porque Gulliver espreguiçou-se e rompeu todas as amarras que o prendiam, Monteiro Lobato imaginou as cordas burocráticas e restritivas impostas pelos colonizadores portugueses e posteriormente pela República ao desenvolvimento do Brasil.

Estas amarras constituíram em enorme obstáculo para o despontamento do gigante adormecido. Inclusive, foi esta a imagem que até então tivemos do Brasil, um gigante adormecido que esperamos, agora comece a se despontar, ou seja, que

⁵⁷ For, supposing these people had endeavoured to kill me with their spears and arrows while I was asleep; I should certainly awaked with the first sense of smart, which might so far have roused my rage and strength as to enable me to break the strings wherewith I was tied; after which, as they were not able to make resistance, so they could expect no mercy (SWIFT, 1978, p. 7).

⁵⁸ Pois, supondo que essas pessoas se esforçaram para me matar com suas lanças e flechas, enquanto eu estava dormindo, eu certamente devo ter acordado com o sentimento de esperteza, o que pôde ter despertado minha raiva e minha força a ponto de me permitir quebrar as cordas com as quais eu estava amarrado; como eles não foram capazes de opor resistência, então eles não poderiam esperar misericórdia (SWIFT, 1978. Tradução nossa da nota precedente).

lute pela quebra das amarras e alcance mudanças substanciais para a educação, a saúde e as suas instituições, tendo como objetivo precípua o inerente e genuíno ideal republicano que se constitui no bem público.

Retomemos agora aos Liliputianos. Um aspecto interessante para ser aqui ressaltado, é o da referência de Swift às habilidades matemáticas e mecânicas dos Liliputianos: “Esses são matemáticos excelentes, e chegaram a uma grande perfeição em mecânica, pelo carisma e incentivo do imperador, que é um mestre de renome” (SWIFT, 1978, p. 8; tradução nossa)⁵⁹.

De um ponto de vista moral e ético, nada é admirável entre os Liliputianos, pois, essas pessoas são anões morais⁶⁰. Eles são mesquinhos, cultivadores da intriga e assim, as suas estaturas minúsculas constituem a metáfora da pequenez de espírito, da baixa estatura moral e ética que possuem. Talvez, se possa inferir daí que, em conformidade à *Batalha dos Livros*, opondo Antigos a Modernos, Swift claramente se posiciona a favor da nítida superioridade dos primeiros. Os modernos, e com isso, a ciência moderna de Galileu e provavelmente a de Newton (1642-1727) não teriam a mesma estatura intelectual e profundidade humanista dos textos da Antiguidade Clássica.

Segundo tal interpretação conjectural, o texto de Swift constituiria, no sentido lato do termo, e sem referência cronológica à terminologia adotada em tempos posteriores, em uma espécie de reação intelectual a um *desencantamento* propiciado pela visão científica do mundo. Na ficção de Swift, isso se reforça na

⁵⁹ These people are most excellent mathematicians, and arrived to a great perfection in mechanics, by the countenance and encouragement of the emperor, who is renowned patron of learning (SWIFT, 1978, p. 8).

⁶⁰ Monteiro Lobato (1942, p. 68) em seu livro ‘A chave do tamanho’, apresenta em uma interpretação encantadora, a diminuição da humanidade por meio das travessuras da boneca Emília como a solução para a modificação dos preceitos humanos. Apesar de ter posto toda a existência humana em risco a boneca usa o seu conhecimento sobre o segredo para restituir o tamanho de todos para exigir as mudanças necessárias para o convívio dos homens das diversas nações, a sua fala é a seguinte: “Cheguei até cá para dizer uma coisa só – que **o Tamanho morreu** e quem acabou com o Tamanho eu sei quem foi, e sei também que essa pessoa é a única que pode novamente restituir aos homens o antigo e querido tamanho – aquele **tamanho malvado**, porque **se não fosse ele os homens não teriam sido** maus como foram, fazedores de guerra, afundadores de navios, judiadores de judeus. Mas esse misterioso alguém só restaurará o tamanho perdido se tiver a certeza de que Vossa Excelência **vai fazer a paz**, e botar fora todas as horrendas armas que andou amontoando, e desse momento em diante viverá na mesma paz e harmonia com o mundo em que vivem as formigas e abelhas” (grifo nosso).

viagem de Gulliver a Laputa. Lá, os seus habitantes só têm dois olhos⁶¹: um dirigido para dentro, e outro dirigido para o zênite; os Laputianos somente têm olhos para a música e para a astronomia; os problemas do dia a dia e os problemas da vida não lhes interessariam. Podemos interpretar nesta redução das coisas do espírito a apenas dois campos de interesses cognitivos, como um discurso contra a ciência de Galileu e de seus seguidores⁶². Esta análise se harmoniza com a de Bloom sobre os escritos de Swift ao fazer referência aos Laputianos, a saber:

O poder político dos laputianos repousa na nova ciência. Sua ilha voadora é construída com base nos princípios da nova física fundada por Gilbert e Newton. [...] seu poder é quase ilimitado, suas responsabilidades nenhuma [...] Eles não precisam de virtudes; tudo anda sozinho, não havendo perigo que sua incompetência, indiferença ou vício possam prejudicá-los. [...] A ilha permite que a deformidade característica dos governantes cresça ao ponto da monstruosidade. **A ciência, nos homens livres, destrói as condições naturais que os tornam humanos.** Aqui, pela primeira vez na história, existe a possibilidade da tirania baseada não na ignorância, mas na ciência (BLOOM, 1990, p. 63, grifo nosso).

Outrossim, segundo Swift, a poesia, notadamente a poesia do tipo homérico é um demarcador de superioridade dos antigos na comparação com os modernos⁶³. Em suma, os anões, devido às suas respectivas baixas estaturas morais, não precisam de virtude e deste modo se afastam do mundo da vida enquanto os gigantes nutrem as suas altas virtudes e assim vivem de poesia excelente. Swift vai glorificar tanto Brobdingnagianos como os Houyhnhnmianos e desprezar os anões Lilliputianos e Laputianos. Sua grande admiração, no entanto, recai não sobre os humanos, mas sim sobre os cavalos Houyhnhnmianos com relação aos quais asseverou que é preciso imitá-los na amizade e benevolência que são suas

⁶¹ "Their heads are all reclined either to the right, or to the left; one of their eyes turned inward, and the other directly up to the zenith. Their outward garments were adorned with the figures of suns, moons, and stars, interwoven with those of fiddles, flutes, harps, trumpets, guitars, harpsicords, and many more instruments of music, unknown to us in Europe" (SWIFT, 1978, p. 94).

⁶² Outra interpretação possível seria de uma crítica à 'especialização' tão comum ao mundo científico. Saint-Exupéry (2009, p. 51. Originalmente publicado em 1943) escreveu de um modo simples sobre o desinteresse das pessoas em fazer algo que esteja além de suas especialidades. Nas viagens do Pequeno Príncipe aos planetas, foi unicamente o que ele encontrou pessoas fechadas em seus mundos, observando apenas o que estavam destinadas a fazer; no diálogo entre o príncipezinho e o geógrafo podemos ler: "- Sou geógrafo [...] – o que um geógrafo faz? [...] - É um especialista [...] – Mas não sou explorador. Faltam exploradores! [...] O geógrafo é muito importante para ficar passeando".

⁶³ "[...] não há nenhuma menção de poesia em Lilliput e Laputa, embora tanto os Brobdingnagianos como os Houyhnhnmianos tenham excelente poesia, do tipo homérico. [...] A homens sem poesia lhes falta um toque de humanidade, pois a poética é o complemento humano da filosofia [...]. A ciência não pode entender a poesia, e assim nunca poderá ser a ciência do homem". (BLOOM, 1990, p. 62).

principais virtudes, bem como, na educação dos jovens, pois o método por eles utilizado “é admirável e altamente meritório para a nossa imitação” (SWIFT, 1978, p. 165)⁶⁴, ⁶⁵.

Assim, vemos que os propósitos são diferentes: as metáforas swiftiana e lobatiana constituem-se em sátiras que contêm críticas profundas a uma possível monstruosidade desumanizadora que poderia advir dos excessos do pensamento científico, enquanto a nova ciência anunciada por Galileu é um grito em prol das possibilidades concretas de um mundo regido por leis matemáticas que limitam severamente o espectro de tais possibilidades.

4.4 As duas culturas e o desafio do Ensino de Ciências e Matemática

A ciência descreve as coisas como são; a arte, como são sentidas, como se sente que são.

Fernando Pessoa

Desde finais do século XIX⁶⁶ e principalmente durante o século XX, vários autores se manifestam, de modo diferenciado, sobre a separação entre um pensamento ligado à matemática e às ciências naturais e um pensamento principalmente de cunho literário. Em uma amostra reduzidíssima de tais autores, diríamos que Veblen, Anatole France, José Ortega y Gasset, Max Weber, Popper, Snow constituem alguns desses intelectuais que emitiram pareceres sobre relevantes aspectos de uma questão, de fato, bem mais abrangente. Embora sob pontos de vistas diferenciados, todos estes se questionavam sobre os efeitos nocivos desta segregação para a formação cultural de cientistas, professores, estudantes e cidadãos de uma forma geral.

⁶⁴ “Friendship and benevolence are the two principal virtues among the Houyhnhnms” (SWIFT, 1978, p. 165).

⁶⁵ “In educating the youth of both sexes, their method is admirable, and highly deserveth our imitation” (SWIFT, 1978, p. 166).

⁶⁶ “Em meados do século XIX, a História da Ciência aponta a unificação das ciências clássicas com repercussão em níveis intradisciplinares – deflagrados inicialmente nos escopos da física e da química e também em nível interdisciplinar, estabelecendo pontes e elos entre conhecimentos antes distintos, demarcados pelas fronteiras disciplinares” (ANGOTTI, 2009, p. 77).

Em nosso país, na década de 1980 a CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - MEC, lançou uma proposta que envolvia diferentes projetos para a melhoria do ensino de ciências e matemática. Buscava-se a realização de um ensino que tivesse uma visão mais geral de ciência e cultura, ou seja, um ensino numa perspectiva contextualizada em seu momento histórico (VIANNA, 2009, p. 133). Sendo assim, pode-se inferir que neste período já se tinha consciência de que o ato de ensinar deveria considerar o conhecimento como algo não estático, ou seja, como resultado de um processo de construção, não sendo imune aos equívocos que o próprio ato de investigar a realidade acarreta (FREIRE, 1981; CORTELLA, 1999). Perspectiva esta, ainda hoje premente e reiterada pela posição de autores como Pozo e Crespo (2009, p. 24) quando afirmam que:

Praticamente não restam saberes ou pontos de vista absolutos que, como futuros cidadãos, os alunos devam assumir; o que devem, na verdade, é aprender a conviver com a diversidade de perspectiva, com a relatividade de teorias, com a existência de interpretações múltiplas de toda informação. E devem aprender a construir seu próprio julgamento ou ponto de vista a partir de tudo isso. [...], já não se trata de a educação proporcionar aos alunos conhecimentos como se fossem verdades acabadas, mas que os ajude a construir seu próprio ponto de vista, sua verdade particular a partir de tantas verdades parciais.

A defesa da tese de João Zanetic intitulada *Física é Cultura* no ano de 1989, foi ao mesmo tempo tanto um marco de grande repercussão na área dos pesquisadores em ensino de ciências quanto um alerta contra uma perspectiva meramente instrumental e desagregada do mundo cultural que se afirmava na formação de jovens físicos, professores e educadores. Um dos indicadores da repercussão desta tese foi o livro comemorativo do vigésimo aniversário de sua defesa organizado por André Ferrer P. Martins em 2009, no qual constam capítulos escritos por quatorze autores que se debruçaram em comentários, análise de novas perspectivas e desdobramentos dessa tese. Pelo título, pode-se depreender muito diretamente que se trata de uma afirmação de que a Física não deve ser considerada como estranha ao mundo da Cultura, mundo este frequentemente bem mais entendido como o mundo das artes cênicas, das artes plásticas, da literatura entre outras manifestações. Percebe-se claramente aqui, que Zanetic já propunha uma reconciliação entre as duas culturas, que como ressaltam Delizoicov, Angotti e

Pernambuco (2009, p. 35) já se acham separadas pelos seus conceitos mais clássicos.

A conceituação mais clássica de cultura exclui os empreendimentos das Ciências Aplicadas e da tecnologia, incorporando somente as contribuições das Artes, Letras e Ciências desinteressadas, que elevam o espírito humano, perspectiva mais próxima das escolas francesas e alemã.

Talvez a Física e as demais ciências não devam ser consideradas como algo estranho mesmo ao âmbito da Cultura quando esta é concebida em uma conotação antropológica do termo. Estas devem ser concebidas, de maneira bem mais ampla, pois de fato o mundo da ciência, sem dúvida, também se constitui em importante manifestação cultural no sentido lato do termo Cultura. Pois, como bem destaca Schwartz (1992, p. 17 e 21),

A ciência é um conjunto de narrativas escritas a respeito de nosso relacionamento com a natureza que se acumulou de geração a geração [...] **os complexos significados contidos na literatura científica têm tanto a nos dizer sobre nós mesmos quanto uma obra de arte**, porque nos dois casos se trata de interpretações humanas da realidade [...] As **obras científicas são maneiras de entender o mundo criado pela ação humana [...].** **Descobrir a ciência é um modo de descobrir a nós mesmos** (grifo nosso).

Neste sentido, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (2002, p. 208) apontam para a associação entre as duas culturas e reiteram que apesar da ambição contida nesta proposta, a mesma não deve ser considerada como utópica, pois pode ser de fato colocada como uma proposta pedagógica.

Com esta compreensão, o aprendizado **deve contribuir** não só para o conhecimento técnico, mas também **para uma cultura mais ampla, desenvolvendo meios para a interpretação de fatos naturais, a compreensão de procedimentos e equipamentos do cotidiano social e profissional, assim como para a articulação de uma visão do mundo natural e social.** Deve propiciar a construção de compreensão dinâmica da nossa vivência material, de convívio harmônico com o mundo da informação, de entendimento histórico da vida social e produtiva, de percepção evolutiva da vida, do planeta e do cosmos, enfim, **um aprendizado com caráter prático e crítico e uma participação no romance da cultura científica, ingrediente essencial da aventura humana.** Uma **concepção assim ambiciosa** do aprendizado científico-tecnológico no Ensino Médio, diferente daquela hoje praticada na maioria de nossas escolas, **não é uma utopia e pode ser efetivamente posta em prática** no ensino da Biologia, da Física, da Química e da Matemática, e das tecnologias correlatas a essas ciências (grifo nosso).

É fato que estamos diante de um grande desafio, pois, se solicitarmos aos docentes “exemplos de manifestações culturais, certamente serão citados: música, teatro, pintura, literatura, cinema... A possibilidade de a ciência e tecnologia estarem explicitamente numa lista dessa natureza é muito remota!” (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2009, p.34). Os autores ressaltam que, mediante a esta dificuldade existe a necessidade de se rever o trabalho docente, pois este “precisa ser direcionado para sua apropriação crítica pelos alunos, de modo que efetivamente se incorpore no universo das representações sociais e se constitua como *cultura*”. Vianna (2009, p. 138) corrobora ao afirmar que “toda cultura ao redor do ser humano deve ser ensinada, colocando-o frente a frente aos problemas mundiais. Portanto, todas as linhas de pesquisa [...] se completam”. Se continuarmos esta análise, o nosso problema vai muito além da forma como o trabalho docente vem sendo realizado ou de como precisa ser realizado, teríamos que nos debruçar sobre a necessidade de se repensar a formação docente no âmbito inicial e permanente, o que neste momento não se constitui objeto de nossos estudos.

Não podemos deixar de ressaltar aqui, que mesmo diante de tantos desafios e de ser esta proposta de ensino (abordagem das duas culturas) ainda muito discreta nas nossas salas de aulas, trabalhos estão sendo desenvolvidos neste sentido em diversas áreas das ciências como, por exemplo: (1) no contexto do ensino de física, temos as entrevistas fictícias com Ticho Brahe (Medeiros, 2001), com Kepler (Medeiros 2002; 2003), com Einstein (Medeiros, 2005); (2) o ensino de História por meio dos textos de Monteiro Lobato é pensado por Lajolo (2006); (3) a Matemática apresentada em associação com a Literatura infantil por Baldow (2012); (4) a Biologia que aparece associada à arte nos trabalhos de Rosa *et al.* (2010) e Castilho (2009), já no trabalho de Flohr (2008) a mesma vem agregada a Literatura; (5) o trabalho da C&T com a arte é apresentado como perspectiva de inovação no texto de Magalhães *et al* (2010).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo realizado nos permite chegar a algumas conclusões. Em um primeiro momento, é pertinente aqui ressaltar que tais reflexões expressam a necessidade da realização de um ensino pautado em uma formação ‘cidadã’ e ‘crítica’ dos indivíduos para que, diante de situações conflituosas, estes possam se posicionar de maneira coerente e eficaz, e não se colocarem no âmbito da ignorância, seja esta provocada pelo extremo da especialização ou pela ausência de conhecimento, como bem destaca Boaventura Sousa (2010). Em outras palavras, é necessário que se realize um Ensino de Ciências que busque a apresentação da C&T, como algo necessário para a humanidade, mas, devendo ser criteriosamente analisada em seus aspectos negativos e ou positivos, de modo que, não venhamos a formar indivíduos apáticos socialmente falando, ou mesmo indivíduos que adotem algum dos dois extremos (tornem-se apologistas ou detratores da C&T) como verdade absoluta.

Para tanto, acreditamos ser necessário que a educação científica contemple além dos conteúdos *stricto sensu* das disciplinas científicas, também a sua contextualização histórica e social. Deste modo, também se almeja um Ensino de Ciências que seja capaz de suscitar questões éticas, históricas e epistemológicas (PEDUZZI, MARTINS, HIDALGO FERREIRA, 2012). Nesta linha, podemos constatar que um conjunto, de pesquisadores da questão acerca da inserção da história e da filosofia da ciência no Ensino de Ciências têm se manifestado reiteradamente contra uma concepção presente em muitos livros didáticos acerca de um desenvolvimento da C&T distorcida e caricaturizada por linearizações excessivas, fazendo com que estudantes e professores não se sintam como partícipes ativos desse processo, sendo tudo isso profundamente não educativo para a consecução do programa que leve às autonomias política e intelectual dos indivíduos bem como para o exercício pleno de suas cidadanias. Deste modo, consideramos que a apresentação e o debate sobre temas transversais conectados ao *desencantamento do mundo* envolvendo diversas concepções, tanto de entusiastas como de detratores, nos parece bastante recomendável para um Ensino de Ciências que tem como objetivo as autonomias dos indivíduos.

Uma outra conclusão que podemos extrair deste estudo relaciona-se com à complementaridade das duas culturas, que de modo contrário ao que muitos pensam seria um mecanismo enriquecedor para o Ensino de Ciências. Tendo em vista o que aqui argumentamos, a adoção intelectual de tal complementariedade aqui enfocada é sempre melhor do que a adoção simplista de apenas se ater a uma delas. As leituras matemática e não matemática do mundo são legítimas e não há uma boa razão para que venhamos a excluir uma delas quando optamos por outra.

Efeitos adversos de uma extremada divisão social do trabalho e do intelecto são sempre nocivos quando o que almejamos é uma educação que promova a autonomia dos indivíduos como defende Paulo Freire em seu livro *Pedagogia da Autonomia* (1996).

O ressaltar de aspectos de um mundo concreto sujeito às leis matemáticas e às possibilidades propiciadas por tais leis não devem servir de eliminação das imaginações literária e poética que expressam, metaforicamente ou não, outros elementos que não são passíveis de serem expressos em linguagem matemática. Logo, apesar de bela, a metáfora de Galileu do Grande Livro da Natureza não esgota, nem de longe, as imensas possibilidades humanas que transcendem em muito o número, a geometria e o meramente sujeito à quantificação.

Logo, tanto as obras literárias, como as que foram escritas por Jonathan Swift e Monteiro Lobato, quanto às obras que enveredam pelo caminho da matemática são ambas válidas e dignificantes do espírito humano. Em nome de uma educação voltada para a promoção do exercício da cidadania em nosso país, haveremos de, enquanto docentes das diversas áreas de ensino, incentivar uma aproximação entre as duas culturas: a literária e a científica. No entanto, salientamos que esta aproximação não deve ser vista como uma panacéia (cura para todos os males) para ensino de ciências e matemática, mas, como um mecanismo facilitador do processo de ensino e aprendizagem.

REFERÊNCIAS

ABBAGNANO, N. Trad. Alfredo Bosi. **Dicionário de Filosofia**. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

ALVES, K. D. ; BASTOS FILHO, J. B. Sobre as relações homem-natureza a partir da desconstrução de Margulis de um ponto de vista de Popper. In: *Experiências em Ensino de Ciências* V.7, No. 1, 2012. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/eenci>. Acesso em: nov. 2012.

ANGOTTI, J. A. P. Depois de mais de cem anos sem revolução científica, Física ainda é cultura? In: MARTINS, A. F. P. (Org.), **Física ainda é cultura?**, São Paulo: Livraria da Física, 2009.

BAKHTIN, M. **Marxismo e Filosofia da Linguagem**. 14ª ed. São Paulo: Editora HUCITEC, 2010.

BALDOW, R. **Diálogo Lúdico da literatura e a Matemática**. Recife: CEL EDITORA, 2012.

BASTOS FILHO, J. B. **Reduccionismo** (Uma abordagem epistemológica). Maceió: Editora da Universidade Federal de Alagoas (EDUFAL), 2005.

BASTOS FILHO, J. B. Nota sobre a Leitura Matemática do Mundo. **Ciências e Letras**, nº 13, 1993, p. 73-80.

BASTOS FILHO, J. B. A Leitura do Grande Livro da Natureza de Galileu segundo Italo Calvino. In: **Scientia**. 1994. Vol. 5, nº 2, p. 53-63.

BÍBLIA SAGRADA. Trad. João Ferreira de Almeida. 2ª ed. São Paulo: Sociedade Bíblica do Brasil, 2008.

BLOOM, A. **Gigantes e anões**: Ensaios (1960 – 1990). São Paulo: Editora Best Seller, 1992.

BRANCO, S. **Meio Ambiente e Educação Ambiental na Educação Infantil e no Ensino Fundamental**. 2ª ed. São Paulo: Cortez, 2010.

BRASIL.. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: ensino médio. Ministério da Educação e do Desporto/ Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Brasília: MEC, 2002.

BURTT, E. A. **As Bases Metafísicas da Ciência Moderna**, Brasília: Editora da Universidade de Brasília UnB, tradução de José Viegas Filho e Orlando Araújo Henriques; revisão técnica de Paulo César de Moraes, 1983.

CALVINO, I. **Por que Ler os Clássicos**. São Paulo: Companhia das Letras, 1993.

CASTILHO, C. F. **Um novo olhar sobre a educação**: a arte como agente integrador e mediador da relação ensino aprendizagem. Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2009. Disponível em:
<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/2230-8.pdf>. Acesso em: Fev. de 2013.

COPÉRNICO, N. **As Revoluções dos Orbes Celestes**, Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, (tradução de A. Dias Gomes e Gabriel Domingues, introdução e notas técnicas de Luis Albuquerque), 1984 [primeira tradução para o português do original *De Revolutionibus Orbium Coelestium* publicado em 1543].

CORTELLA, M. S. **A Escola e o Conhecimento**: fundamentos epistemológicos e políticos. 2ª ed. São Paulo, Cortez: Instituto Paulo Freire, 1999.

DELIZOICOV, J. A. A.; PERNAMBUCO, M. M.; ANGOTTI, J. A. **Ensino de Ciências**: fundamentos e métodos. 3ª ed. São Paulo: Cortez, 2009. (Coleção docência em formação).

FEYNMAN, R. P. **The Lectures on Physics**. Addison-Wesley, Reading, Massachusetts: 1965. Vol III.

FLOHR, I. C. **A estética literária e a educação na perspectiva do ensino de biologia**. Dissertação de Mestrado. Universidade Regional de Blumenau - Centro de Ciências da Educação. 2008. Disponível em:

http://proxy.furb.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=566. Acesso em: Abril de 2013.

FREIRE, P. **Ação cultural para a liberdade**. 5ª ed., Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1981.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 25ª edição. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, P. **Política e educação: ensaios**. 5ª ed. São Paulo, Cortez, 2001. (Coleção Questões de Nossa Época; v.23).

GALILEU, G. O Ensaíador. In: **Coleção Os Pensadores**. Vol. Galileu & Newton. São Paulo: Nova Cultural, 1987.

GALILEU, G. **Dois Novas Ciências**. São Paulo: Nova Stella, Ched Editorial, Instituto Cultural Ítalo-Brasileiro, tradução e notas de Letízio Mariconda e Pablo R. Mariconda, s/d, a partir de Adriano Salani, Editore, Florença 1935 que é uma reedição do original de 1638, publicado em Leiden.

GOMES GERMANO, M. **Uma Nova Ciência para um Novo Senso Comum**, Campina Grande: Editora da Universidade Estadual da Paraíba Uduepb, 2011.

HABERMAS, J. **O discurso Filosófico da Modernidade**. Trad. de Ana Maria Bernardo, *et al.* Lisboa, Publicações Dom Quixote, 1990.

HEGEL, G. W. F. Philosophy of Right. In: **Britannica**. Coleção Great Books. Chicago, Londres, 1952 (1978). Vol. 46.

HEIDEGGER, M. Identidade e Diferença. In: **Coleção Os Pensadores**. Vol. Heidegger, Nova Cultural, São Paulo, 1989.

HESSEN, B. T. **The Social and Economic Roots of Newton's 'Principia'**. In: **Science at the Cross Roads (Papers presented to the International Congress of**

the History of Science and Technology held in London from June 29th to July 3rd, 1931 by the Delegates of the U. S.S.R., Frank Cass & Co. Ltd., 1971.

HOOYKAAS, R., **A Religião e o Desenvolvimento da Ciência Moderna**, Brasília: Editora Polis; Editora da Universidade de Brasília, 1988.

HORKHEIMER, M.; ADORNO, T. W. O Conceito de Iluminismo. In: **Coleção ‘Os Pensadores’**. Vol. Horkheimer & Adorno, Nova Cultural, São Paulo, 1989.

INSTITUTO SÓCIO AMBIENTAL. Disponível em:
<http://www.socioambiental.org/esp/bm/index.asp>. Acesso em: 02/08/2013.

KANT, I. Trad. FERNANDES, F. S. Resposta à pergunta: Que é “Esclarecimento”? (Aufklärung). In: **Immanuel Kant: textos seletos**. 8ª ed. Petrópoles: Vozes, 2012.

KRASILCHIK, M.; MARANDINO, M. **Ensino de ciências e cidadania**. 2ª ed. São Paulo: Moderna, 2007. (Cotidiano escolar: ação docente).

LAJOLO, M. P. A CHAVE DO TAMANHO: Uma guerra de verdade e uma chave de mentirinha. In: **Proj. História**. São Paulo, (32), p. 371-383, jun. 2006. Disponível em:
<http://revistas.pucsp.br/index.php/revph/article/view/2439>. Acesso em: Maio de 2013.

LIMA, T. C. S.; MIOTO, R. C. T. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. In: **Revista Katál**. Florianópolis v. 10 n. esp. p. 37-45 200. Disponível em:
<http://www.scielo.br/pdf/rk/v10nspe/a0410spe.pdf>. Acesso em: Ago de 2013.

MAGALHÃE, L. S. et al. Tecnoarte : Paralelismo inovador entre ensino de ciências e tecnológico no ensino médio. In: **II Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia**. Outubro de 2010 .
Disponível em: <http://labmultimedia.org/site/wp-content/uploads/2010/08/ArtigoTecnoarte2010.pdf>. Acesso em: Abril de 2013.

MAMONE CAPRIA, M., **La Scienza in una Società Democratica**, Science & Democracy Forum 2012. Disponível em:

<http://www.scienceanddemocracy.it/interventi/intervento-mamone.pdf> . Acesso em: Agosto de 2012.

MARCONI, M. A. & LAKATOS, E. M. **Fundamentos da metodologia científica**. 7^a ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MARTINS, A. F. P. (Org.), **Física ainda é cultura?**, São Paulo: Livraria da Física, 2009.

MEDEIROS, A. 'Entrevista com Ticho Brahe'. In: **Física na Escola**, v. 2 n. 2, 2001, p. 19-30. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol2/Num2/a06.pdf>. Acesso em: Julho de 2013.

MEDEIROS, A. 'Entrevista com Kepler: Do seu Nascimento a descoberta das Duas Primeiras Leis'. In: **Física na Escola**, v.3, n. 2, 2002, pp. 19-33. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol3/Num2/a09.pdf>. Acesso em: Julho de 2013.

MEDEIROS, A., 'Continuação da Entrevista com Kepler: A descoberta das terceira Lei do Movimento Planetário'. In: **Física na Escola**, v. 4, n. 1, 2003, pp. 19-24, disponível na página <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol4/Num1/a08.pdf>. Acesso em: Julho de 2013.

MEDEIROS, A., 'Entrevista com Einstein: Dos Mistérios da Física Clássica ao Nascimento da Teoria Quântica'. In: **Física na Escola**, v. 6, n. 1, 2005, pp. 88-94. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol6/Num1/entrevista.pdf>. Acesso em: Julho de 2013.

MONTEIRO LOBATO, J. B. R. **Na Antevéspera**. São Paulo: Editora Brasiliense, 1968.

MONTEIRO LOBATO, J. B. R. **A chave do tamanho**. 42^a ed. São Paulo: editora Brasiliense, 1995. Disponível em: <http://regimaro.files.wordpress.com/2010/11/infantil-monteiro-lobato-a-chave-do-tamanho.pdf>. Acesso em: Mai de 2013.

NEWTON, I. **Princípios Matemáticos da Filosofia Natural**. V. 1 tradução de Trieste Ricci, Leonardo Gregory Brunet, Sônia Terezinha Gehring; Maria Helena Curcio Célia, São Paulo: Nova Stella/ Editora da Universidade de São Paulo (EDUSP), 1990.

ORTEGA Y GASSET, J. **La Rebelión de Las Massas**. Laeditorialvirtual: 2004 (Edición Original: 1937). Disponível em: http://www.laeditorialvirtual.com.ar/Pages/Ortega_y_Gasset/Ortega_LaRebelionDeLasMasas01.htm#ind14. Acesso em: Fevereiro de 2013.

PEDUZZI, L. O. Q.; MARTINS, A. F. P.; HIDALGO FERREIRA, J. M. (ORGs), **Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino**. Natal, Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (EDUFRN), 2012.

PIERUCCI, A. F. Secularização em Max Weber: da contemporânea serventia de voltarmos a acessar aquele velho sentido. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**. São Paulo. Vol. 13, nº 37. JUN. 1998. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-69091998000200003&lng=en&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em: Out. 2012.

PIMENTA, S. G.; LIMA, M. S. L. **Estágio e Docência**. 6ª ed. São Paulo: Cortez, 2011. (Coleção docência em formação. Série saberes pedagógicos).

POZO, J. I.; CRESPO, M. Á. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

ROSA, C. R. *et al.* **Relação arte e ciência a partir de um projeto de extensão que contempla a biologia como foco interdisciplinar**. Disponível em: http://www.fap.pr.gov.br/arquivos/File/extensao/2-ENREFAEB_3-Simposio-AV/06CamilaReginaRosa.pdf. Acesso em: Jan de 2013.

ROSSI, P. **A Ciência e a Filosofia dos Modernos**. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista (UNESP), 1992.

SAINT-EXUPÉRY, A. **O Pequeno Príncipe**: com aquarelas do autor. Tradução: Dom Marcos Barbosa. 48ª ed. Rio de Janeiro: 2009 (Originalmente publicado em 1943)

SANTOS, B. S. **Um discurso sobre as ciências**. 7ª ed. São Paulo: Cortez, 2010.

SCHWARTZ, J. **O momento criativo**: mito e alienação na ciência moderna. São Paulo: Editora Best Seller, 1992.

SILVEIRA, F. L. **Física para Todos**: Perguntas e Respostas. Ijuí: Editora Ijuí, 2012.

SWIFT, J. **Gulliver's Travels**. In: Great Books, Encyclopaedia Britannica. Vol. 36. Inc., Chicago, Switt/Sterne, 1978.

TERRY SHINN. Trad. Pablo Rubén Mariconda e Guilherme Rodrigues Neto. Desencantamento da modernidade e da pós-modernidade: diferenciação, fragmentação e a matriz de entrelaçamento. **Scientia e Studia**. São Paulo, v. 6, n. 1, p. 43-81, 2008. Disponível em: www.revistas.usp.br/ss/article/download/11121. Acesso em: Janeiro de 2013.

THIRY-CHERQUES, H. Max Weber: o processo de racionalização e o desencantamento do trabalho nas organizações contemporâneas. **Revista de Administração Pública – RAP**. Rio de Janeiro 43(4): 897-918, JUL/AGO. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rap/v43n4/v43n4a07.pdf>. Acesso: Set. 2012.

TOQUINHO; VINÍCIUS DE MORAES. **Sei lá... A vida tem sempre razão**. São Paulo. RGE. 1971. LP.

VIANNA, D. M. Formação cidadã para nossos alunos: um contexto cultural para o ensino de física. In: MARTINS, A. F. P. (Org.), **Física ainda é cultura?**, São Paulo: Livraria da Física, 2009.

WEBER, M., **Ciência e Política: Duas Vocações**, tradução de Leônidas Hegenberg e Octany Silveira da Mota, Ano [traduzido dos dois textos originais em alemão intitulados *Wissenschaft als Beruf* e *Politik als Beruf* , 1967 e 1968. Disponíveis em:http://www.fferj.com.br/_arquivos/documentos/92ac2a1dd30467bb359f82832bd58632.pdf. Acesso em: maio de 2013.

WHITE JR., L. The Historical Roots of Our Ecologic Crisis. **Science**, v.155, p. 205, 1967. Disponível em: <<http://www.zbi.ee/~kalevi/lwhite.htm>>. Acesso em: Março de 2013.b