Gisela Tolaine Massetto de Aquino

**“HISTÓRIA DA CIÊNCIA E EPISTEMOLOGIA: UM ESTUDO NO ENSINO
MÉDIO BRASILEIRO”**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em História Social do Departamento de História da Faculdade de Letras, Filosofia e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutora em História.

Orientador: Prof. Dr. Gildo Magalhães dos Santos Filho

VERSÃO CORRIGIDA
São Paulo
2016

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na Publicação
Serviço de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo

A657h Aquino, Gisela Toaine Massetto de
 HISTÓRIA DA CIÊNCIA E EPISTEMOLOGIA: UM ESTUDO NO
ENSINO MÉDIO BRASILEIRO / Gisela Toaline Massetto de
Aquino; orientador Gildo Magalhães dos Santos Filho.
- São Paulo, 2016.
 172 f.

Tese (Doutorado)- Faculdade de Filosofia, Letras
e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo.
Departamento de História. Área de concentração:
História Social.

1. História Social. 2. Epistemologia. 3. História
da Ciência. 4. Educação. I. Santos Filho, Gildo
Magalhães orient.
II. Título.

AQUINO, GISELA TOLAINE MASSETTO DE, **História da Ciência e Epistemologia: um estudo no Ensino Médio Brasileiro**, Tese apresentada à Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo - Departamento de História para obtenção do título de Doutora em História. Área de concentração: História Social.

Data da defesa/entrega: _____

MEMBROS COMPONENTES DA BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr.: _____ Instituição: _____.

Julgamento: _____ Assinatura: _____.

Prof. Dr.: _____ Instituição: _____.

Julgamento: _____ Assinatura: _____.

Prof. Dr.: _____ Instituição: _____.

Julgamento: _____ Assinatura: _____.

Prof. Dr.: _____ Instituição: _____.

Julgamento: _____ Assinatura: _____.

Prof. Dr.: _____ Instituição: _____.

Julgamento: _____ Assinatura: _____.

Ao querido Nelson, sempre ao meu lado.

À minha mãe, Darly, essa tese é um pouco sua.

AGRADECIMENTOS

Passou muito tempo desde que comecei este trabalho de pesquisa. E agora, pensando em todos que estiveram envolvidos nele é que vejo como tenho que ser grata a tanta gente!

Primeiramente, quero agradecer ao meu orientador, o professor Dr. Gildo Magalhães que me ajudou, incentivou, leu todas as versões da pesquisa, ofereceu sugestões e questionamentos. Esse trabalho é algo concreto porque ele acreditou em mim!

Agradeço à profa. Dra. Dislane Zerbinatti Moraes e ao prof. Dr. Francisco de Assis Queiroz que gentilmente aceitaram participar de minha banca de qualificação e fizeram recomendações e observações fundamentais para a continuidade de meu trabalho.

Agradeço à minha família porque eles confiaram em mim e não permitiram que eu desistisse nos momentos em que continuar essa tese parecia um trabalho impossível. Aos meus pais, Darly e Waldyr, que sempre me ensinaram a acreditar que conseguiria chegar onde eu quisesse. Aos meus irmãos, Geórgia e Leonardo, pelo apoio, principalmente nos últimos meses, juntamente com o Henrique e a Raquel. Aos meus filhos, Priscila, Lígia e Guilherme, Maurício e Lívia que também acreditaram e torceram muito por essa conquista. Aos meus netos Enrico, Giovanni e Stefano, que chegaram no meio do processo e trouxeram muita alegria e uma sensação de que, de alguma forma, podemos ser eternos.

Agradeço ao grupo de Estudo do Progresso da Tecnologia e Ciência (GEPTEC) pela excelente contribuição vinda de nossas discussões, e reuniões até nas festas de Natal, trazendo novos pontos de vista para reflexão e aprimoramento do trabalho.

Agradeço ainda aos meus amigos queridos Sami, Mateus, Sandra e Iara pela força e encorajamento nos momentos mais difíceis, animando-me e reforçando a ideia de que eu iria conseguir!

Meu agradecimento especial à minha irmã Simone que me socorreu no momento em que tudo parecia ter desmoronado. Obrigada por ter me ajudado nas correções e formatação deste trabalho.

Por fim, agradeço ao meu parceiro, Nelsinho. Obrigada pela paciência, pelo companheirismo, a tolerância, o carinho, cuidado, apoio e por sempre acreditar em mim. Teria sido muito difícil terminar este trabalho sem você.

Agradeço ainda a todos que de alguma forma me ajudaram a chegar até aqui, criticando, lendo, incentivando... A lista é tão grande que não me atrevo a nomeá-los. Certamente estaria cometendo uma injustiça.

São Paulo, 23 de novembro de 2016

RESUMO

Este estudo analisa o uso de uma nova proposta de organização curricular para o Ensino Médio, fundamentada no trabalho com a História da Ciência em sala de aula. Propõe-se que, nas aulas de história, por meio da análise da História da Ciência o estudante possa compreender e relacionar aspectos fundamentais dos conceitos trabalhados inicialmente apenas nas aulas de Ciências da Natureza e Matemática. Para tal, parte-se da premissa de que toda a fundamentação e contextualização da ciência devam ser realizadas nas aulas de história, pelo professor da disciplina em que questão, baseando-se em uma visão inserida na ciência e na tecnologia. Acredita-se que, com essa prática, evita-se a perpetuação da ideia de que a produção de ciência seja considerada algo sagrado e inviolável, bem como o próprio cientista que é tratado como um ser de sabedoria incontestável. Ao contrário, busca-se formar uma nova visão da ciência, que está sujeita a críticas e a reformulações, como mostra a própria história de sua produção. Dessa forma, aluno e professor reconstroem a estrutura do conhecimento. Defende-se ainda que esse formato de organização possa auxiliar o estudante brasileiro, de Ensino Médio, a construir nova ordenação de pensamento, o que facilitaria a percepção de novos conhecimentos. Para a análise da construção do pensamento o estudo faz uma comparação entre o pensamento de dois epistemólogos de fundamental importância para educação e para a história da ciência: Thomas Kuhn e Jean Piaget.

Palavras-chave: Epistemologia; História da Ciência; Ensino Médio; Construção do pensamento; Trabalho transdisciplinar.

ABSTRACT

The current study analyzes the use of a proposal for a new curricular organization to be adopted by Brazilian high schools. Such proposal is based on work carried on using history of science. The idea is for the student, through the analysis of the history of science, to understand and relate fundamental aspects of concepts initially worked only in classes of natural sciences and mathematics. For this it is assumed that all foundation and contextualization of science must be carried out in history classes, by the history teacher, and it is based on a vision inserted in science and technology. It is believed that such practice avoids the perpetuation of the idea that the production of science is considered sacred and inviolable, as well as the scientist himself who is treated as a being of unquestionable wisdom. On the contrary, it seeks to form a new vision of science, which is subject to criticism and reformulation, as the history of its production shows. In this way, student and teacher reconstruct the structure of knowledge. It is also defended that this format of organization can help the Brazilian high school student to construct a new order of thought, which would facilitate the perception of new knowledge. For the analysis of the construction of thought the current study compares the ideas of two epistemologists of fundamental importance for education and for history of science: Thomas Kuhn and Jean Piaget.

Keywords: Epistemology; History of Science; High school; Construction of thought; Transdisciplinary work.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Distribuição das Escolas Menores no Brasil após a lei de 06 de novembro de 1772	39
Figura 2 – Leis Orgânicas de Ensino	53
Figura 3 – Leis Federais de Educação na América Latina.....	61
Figura 4 – A formação de novos esquemas de aprendizagem	93
Figura 5 – Estádios do desenvolvimento intelectual	94
Figura 6 – Resumo das atividades desenvolvidas	110
Figura 7 – Texto de apoio usado na atividade integrada com Biologia.....	112
Figura 8 – Slide elaborado para o curso de Matemática	135
Figura 9 – Slide elaborado para o curso de Matemática	136

SUMÁRIO

	APRESENTAÇÃO	11
1	CAPÍTULO 1 - Considerações Preliminares	16
1.1	Introdução	16
1.2	História e Educação	26
1.3	Educação, História e Ciência	29
2	CAPÍTULO 2 - Educação no Brasil Republicano: estrutura curricular História da Ciência	34
2.1	A estruturação da escola regular no Brasil	34
2.2	A Educação na Colônia.....	35
2.3	A Educação no Império	41
2.4	A Educação na República.....	45
2.5	A Educação republicana após a Revolução de 1930	50
2.6	A Educação em tempos de LDB.....	55
2.7	As tendências de estruturação curricular na América Latina	60
2.8	História da Ciência e Ensino Médio no Brasil contemporâneo	68
3	CAPÍTULO 3 - Epistemologia e História da Ciência	75
3.1	História, Ciência e Educação.....	75
3.2	Jean Piaget e a Epistemologia Genética.....	85
3.2.1	Enfrentando a Filosofia.....	88
3.2.2	Epistemologia Genética.....	91
3.2.3	Psicogênese e História da Ciência	96
3.2.4	Epistemologia Genética e Paradigma	99
4	CAPÍTULO 4 - História da Ciência no Ensino Médio: experiências nas aulas de História	105
4.1	Descrição das atividades desenvolvidas na escola.....	109
4.1.1	Aulas de História da Ciência inseridas no currículo padrão (desenvolvido pela disciplina de História)	136
4.1.2	Apresentação de atividades desenvolvidas fora da escola	135
4.1.3	Pesquisa sobre o uso de História da Ciência em outras unidades escolares	138
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	149
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	162

APRESENTAÇÃO

Ensinar para mim é algo incondicional. Por vezes, tento buscar motivos pelos quais me tornei indissociável em relação ao ensino, não consigo identificar um acontecimento ou um momento que me levou onde chegamos hoje. A impressão que permanece em mim é que desde sempre eu estive ligada à docência.

Minha vida começou permeada por muitas histórias. Muitas histórias contadas por minha mãe, meu avô e depois muitos e muitos livros lidos. A história sempre me fascinou, por isso, no Ensino Fundamental, já havia escolhido meu curso superior. Assim não tive dúvidas sobre o curso e qual faculdade que queria cursar. O tempo passou e deu certo! E, de repente os dois caminhos tinham se encontrado: o ato de lecionar e a área de história. Tive a impressão que tudo se encaixava perfeitamente.

Depois da graduação concluída e com o início da prática docente, comecei uma busca incessante por estratégias para que meus alunos adquirissem o mesmo amor pela história e a vontade de aprender que eu tivera. Era uma necessidade constante prepará-los para entender e de fazer com que se sentissem parte daquilo que liam nos livros. Confesso que isso foi (e é) muito difícil. Arrisco a dizer que é a parte mais difícil. . . contudo, foi justamente esta dificuldade que me impulsionou e faz com que eu continue buscando alternativas para tal

No que se refere à carreira docente, iniciei-me nesta atividade muito cedo, aos dezesseis anos, fazendo estágio em uma escola de Educação Infantil, em decorrência de meus estudos no antigo curso de magistério - curso de nível médio - em uma época com elevada demanda para que todos possuísem uma formação profissionalizante.

Embora gostasse muito de história também tinha alguma dificuldade nas disciplinas relacionadas às ciências da natureza, tinha bastante dificuldade em física e química. Nunca conseguia entender como “um móvel” poderia percorrer alguma distância... Para mim aquilo não fazia o menor sentido. Era como se alguém estivesse empurrando uma cômoda ou um sofá (isso, na minha cabeça, era um móvel).

Mesmo abstraindo a questão do móvel, aquela grande quantidade de fórmulas e números me eram confusas. Eu poderia até acertar o exercício, fazer o cálculo corretamente, mas ainda não havia nexo. E, sobretudo com química, a dificuldade aumentava. Lembro-me de passar noites brigando com meu pai (que é químico) porque não conseguia entender as “ligações químicas”. Era tudo muito complexo e sem significação para a minha mente.

Essa dificuldade aliada ao meu gosto por história me fizeram decidir por ficar no curso de magistério. Foram quatro anos de aprendizagem, e a especialização de nosso curso era em Educação Infantil. Naquela época, no fim dos anos setenta, meu curso era denominado de *Magistério com especialização em pré-escola*. Foi assim que entrei na carreira docente e, embora tivesse decidido esse caminho para “fugir” das disciplinas em que tinha muita dificuldade, inseri-me na carreira e nunca mais consegui ficar longe da escola.

Nos primeiros anos de docência trabalhei com alfabetização e o que me deixava muito curiosa era tentar entender como as crianças, de fato, aprendia. Queria entender a mágica existente por trás do processo de leitura e escrita das crianças. Mais do que isso, comecei a refletir sobre quais fatores colaboravam para que o ser humano conseguisse aprender; e sobre o que seria necessário para que um professor ajudasse seu aluno nessa tarefa tão magnífica.

Foi também na época de magistério que fui apresentada à teoria de Jean Piaget, fiquei arrebatada com as pesquisas desenvolvidas por este teórico. Comecei a pensar que seus estudos poderiam me levar a solucionar minhas dúvidas e trabalhei com meus alunos usando muitos de seus ensinamentos, porém nunca consegui solucionar todas as minhas questões. A leitura de suas pesquisas me auxiliava na difícil tarefa de ensinar crianças; a partir de seus trabalhos consegui enxergar que a aprendizagem é construída lentamente e o trabalho do professor é complexo e contínuo.

Segui com meus estudos e à carreira docente. A História que me fascinava e minha pouca experiência como professora já me proporcionavam meios para avaliar o trabalho de meus professores universitários, direcionando o meu olhar. Foi bastante interessante a experiência de trabalhar, terminar o magistério (4º ano) e iniciar a faculdade (1º ano, curso de História, no período noturno). Tive aula com professores de diversos perfis: alguns empenhados em nos ajudar para que fôssemos notáveis professores ou pesquisadores e outros que não estavam tão comprometidos com essas tarefas. É interessante apontar aqui que a dissociação entre a realidade universitária e a escolar do ensino médio já era perceptível.

Muitos de meus professores da graduação não se preocupavam com o que acontecia no Ensino Básico, mas para mim, enquanto jovem universitária, era uma realidade muito interessante de ser avaliada. Percebia como era bom estar em uma universidade e como a escola era antiquada, arcaica. Hoje vejo como isso está cristalizado no universo da educação e permanece a mesma realidade: sofremos vivendo cotidianamente essa dicotomia. Muito do que se faz no meio universitário, dificilmente gera reflexos na escola básica, mesmo depois de tantos anos de empenho e pesquisa a fim de promover mudança.

O fato é que essa minha primeira experiência na educação me marcou muito e não consegui mais me afastar da docência, porém, tive que passar muitos anos longe da profissão em determinado momento da vida. Nesse meio tempo tentei ver nos meus filhos aquilo que tinha lido nas pesquisas de Piaget e outros estudiosos da área.

Nessa busca por respostas quanto ao processo de aprendizagem fui fazer pós-graduação em Psicopedagogia, cursei Pedagogia, trabalhei em todos os níveis de educação, desde a educação infantil, passando pelo fundamental I e II. Fui então coordenadora pedagógica de fundamental I e II, até que cheguei ao ensino médio, sempre buscando cursos de formação; li muitos teóricos da educação, filósofos e busquei ajuda para solucionar o mistério da aprendizagem.

Sem dúvidas, esta pesquisa é consequência da procura de tantos anos. Uma demanda que me trouxe excelentes frutos, mas nunca deixou de ser árdua. Acredito que a própria dificuldade e os resultados alcançados foram as mais importantes razões para a produção deste trabalho.

Vale lembrar que a atual pesquisa também tem suas raízes na minha dissertação de mestrado¹. Fiz minha dissertação pesquisando o ensino no nível superior por acreditar que a formação universitária seria essencial para o desenvolvimento das capacidades do indivíduo. Aquele que, para mim, seria o nível mais importante da formação de um ser humano. Busquei compreender as relações existentes entre a formação do engenheiro e o desenvolvimento de uma região. Em particular estudei a região do ABC Paulista e a importância que uma escola de engenharia regional, no caso a FEI – Faculdade de Engenharia Industrial, teve em seu desenvolvimento. Para tal, precisei pesquisar a entidade mantenedora dessa faculdade, a Companhia de Jesus. Fiz um percurso interessante, recuperando a ação da Companhia de Jesus e sua relação com a educação e à ciência, estava iniciando a investigação entre educação, ciência e história. Embora o foco daquela pesquisa não fosse exatamente a epistemologia, foi naquele momento que precisei retomar a ideia da construção do pensamento. E, embora a pesquisa tenha acabado, a ideia de como o indivíduo aprende ainda não possuía resposta concluída. Eu tinha muitas pistas, contudo precisava de mais pesquisa e reflexão a fim de chegar em uma conclusão precisa.

Essa ideia foi crescendo e, desta forma resolvi retomar meus estudos buscando ter como principal alvo a epistemologia: Afinal, como se aprende? O que acontece quando um indivíduo consegue confirmar suas hipóteses? Como o professor pode ajudar neste

¹ AQUINO, G. T. M. *Progresso, Tecnologia e Engenharia: um olhar sobre a Faculdade de Engenharia Industrial e a Igreja Católica na construção do Grande ABC (1946-2000)*. Dissertação (Mestrado em História Social), FFLCH-USP, 2010.

processo? Como os professores de um mesmo nível podem se ajudar na aventura de ensinar?

Naquela época - do início da presente pesquisa - estava atuando no Ensino Médio e vivia em uma realidade muito particular, por isso resolvi iniciar mais uma etapa de minha formação. É bastante interessante que se relate aqui que minha ideia estava vinculada à pesquisa que havia feito para o mestrado, mas se baseava ainda na relação perfeitamente harmônica que havia no grupo dos professores que atuavam no mesmo nível de ensino que eu. É de suma importância lembrar como o grupo estava bem entrosado e se ajudava. Essa condição se estendeu por alguns anos, mas terminou com a entrada de novos membros ao corpo docente e a saída de outros companheiros. O grupo se modificou e a condição de trabalho também se modificou impossibilitando consequentemente o término de algumas atividades que estavam em andamento.

No capítulo 1 (um) faremos algumas considerações importantes sobre a organização da educação no Brasil e a necessidade de se construir um trabalho mais efetivo com história da ciência no ensino médio e que possa ser orientado pela disciplina de história.

No que se refere ao capítulo 2 (dois) o objetivo corresponde é o de trazer uma visão mais abrangente da relação entre a educação, história e o ensino de ciência. A partir da análise do histórico da educação no Brasil, buscamos discutir o desenvolvimento da estrutura curricular do ensino médio. A partir da análise de cada período que caracterizou a história da educação no Brasil procuramos desvendar a importância e a participação que a história da ciência desempenha na formação do estudante do ensino médio. Buscamos também fazer uma relação com a maneira pela qual outros países da América e da Europa fizeram ou fazem essa interação.

Seguindo até o capítulo 3 (três) apresentar-se-á uma concepção de Thomas Kuhn e de Jean Piaget sobre a construção do conhecimento do indivíduo. A partir das ideias dos dois teóricos buscamos justificar a necessidade da realização de um trabalho com história da ciência na escola e, mais do que isso, da possibilidade de que essa relação possa ser mediada pela área de história.

Em relação ao capítulo 4 (quatro) descreveremos as atividades desenvolvidas na escola de nível médio como forma de viabilizar a proposta dessa pesquisa. A partir das descrições, buscamos análises para concretizar as ações aqui descritas na forma de um currículo multidisciplinar e colaborativo.

Finalizamos esta pesquisa explicitando os resultados obtidos com enfoque na viabilidade e/ou a importância de se utilizar a história da ciência em sala de aula como forma de promover o pensamento crítico do estudante que estamos formando, além de inseri-lo em seu contexto histórico, viabilizando a ciência e posicionando criticamente o aluno por meio da discussão das controvérsias existentes na ciência e na história.

Discutiremos, ainda, a proposta de outras ações para inclusão da disciplina de história da ciência no currículo do ensino médio, bem como uma discussão sobre a formação do professor tanto de ciências da natureza, quanto de história, instrumentalizando-os para o trabalho interdisciplinar em sala de aula.

1. CAPÍTULO 1 – Considerações Preliminares

1.1 Introdução

Como mencionado anteriormente, ensinar história consiste em uma tarefa deveras complexa. O universo escolar está permeado por ideias preconcebidas sobre a “necessidade” de se estudar história. E pior, de como devemos estudá-la. Nossos colegas de outras áreas dizem que ensinar, na área de humanidades, é “fácil” porque basta contar “o que aconteceu”. Afirmam que os professores de história e geografia são aquelas pessoas “simpáticas” que ficam para sempre guardados na memória dos estudantes. Também ouvimos que essas disciplinas são bastante simples e por isso caem no gosto dos jovens; porém, entre os alunos a “fama” da história é diferente. Esbarramos em ideias comuns tais como “não vale a pena estudar o que já passou”, “por que eu preciso saber sobre esse cara se quando eu nasci ele já havia morrido?” ou “não há a necessidade de se decorar fatos que aconteceram no passado”. E nós sabemos que não é nada daquilo que a maioria pensa: história é muito mais. Precisamos mostrar aos estudantes (e, muitas vezes, aos nossos colegas) que vivemos a história cotidianamente, que somos todos indivíduos históricos. A história, como disciplina, possibilita que estudemos os problemas contemporâneos nos diferentes contextos. Nos possibilita refletir, buscar soluções. Como nos mostra Le Goff, (1996, p.23) “a ciência do tempo, a história é uma componente indispensável de toda a atividade temporal”.

Por esses e outros motivos comecei a buscar outras formas de trazer essa consciência histórica para meus alunos. Busquei em outras ciências caminhos e estratégias para tornar minha expectativa uma realidade. Através de leituras e de experimentações entendi que se o conhecimento não fosse tão fragmentado seria muito mais acessível aos estudantes.

Foi nos anos de 1990 que as concepções educacionais começaram a parecer mais concretas. Estávamos no meio da grande discussão sobre as mudanças que deveriam se desenvolver na educação². A ideia de trabalhar o conteúdo através de projetos, da *interdisciplinaridade* - da não fragmentação do processo de ensino- aprendizagem – fazia muito sentido. E foi a partir deste período que aprendi a trabalhar com colegas de outras

² O Brasil viveu, na década de 1990, um contexto de reforma educacional. O principal indicador que nos mostram a intencionalidade e implementação de mudanças foi a Lei de Diretrizes e Bases da Educação de 1996. Podemos ainda mencionar as ações do Ministério da Educação que tomaram por objeto as mudanças curriculares e a organização geral da escola, tais como os Parâmetros Curriculares Nacionais (1998), o Sistema de Avaliação da Educação Básica – Saeb (1991) e as Diretrizes Curriculares Nacionais propostas pelo Conselho Nacional de Educação.

disciplinas. Tentar dividir o mínimo me parecia mais sensato em relação à prática docente. Acreditava que quanto mais ampliássemos a visão do aluno, mais fácil seria para que ele compreendesse o todo. Isto quer dizer que eu não acreditava que um estudante poderia “ser bom em história e ter dificuldade em literatura” (frase que se escuta com certa frequência em salas de professores, como se aluno tivesse um compartimento para aprender cada uma das disciplinas). Portanto buscava a integração dos conteúdos junto com colegas que pensavam da mesma forma que eu. Essa prática sempre foi uma constante na minha atuação docente.

No final dos anos de 1990 com a publicação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN)³ a ideia de relacionar a história com as outras disciplinas ligadas às ciências humanas permitiu a junção e o aprofundamento de muitos temas vistos no Ensino Fundamental mostrando aspectos mais abrangentes da vida em sociedade e a importância do indivíduo nas modificações no processo histórico, completando o entendimento das relações entre a necessidade (produto de uma história fruto de uma ação determinada pela sociedade) e a liberdade (ação do indivíduo que é sujeito da história). Apenas essa perspectiva já nos mostra o nível de importância do trabalho dessa disciplina para a formação integral do indivíduo. A partir desse período ficou mais fácil trabalhar com os colegas.

Motivada pelo trabalho desenvolvido com alunos do ensino médio percebi que estabelecer relações entre as disciplinas da área de humanidades facilitava muito o trabalho do professor e a compreensão de conceitos pelos estudantes⁴. Essa visão multidisciplinar das humanidades foi rapidamente abraçada pelo corpo docente. Nossos alunos conseguiam enxergar a relação entre as disciplinas. Para os professores envolvidos esta foi uma postura

³ Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) são a referência básica para a elaboração das matrizes de referência. Os PCN's foram elaborados para difundir os princípios da reforma curricular e orientar os professores na busca de novas abordagens e metodologias. Eles traçam um perfil para o currículo, apoiado em competências básicas para a inserção dos jovens na vida adulta; orientam os professores quanto ao significado do conhecimento escolar quando contextualizado e quanto à interdisciplinaridade, incentivando o raciocínio e a capacidade de aprender. (<http://portal.inep.gov.br/web/saeb/parametros-curriculares-nacionais>, acesso em 05 de maio de 2014)

⁴ Durante mais de cinco anos (desde o início de 2007 até fins de 2013) coordenei a área de humanidades no Ensino Médio de uma escola localizada em Santo André, na região Metropolitana de São Paulo. A atividade buscava relacionar os conteúdos trabalhados em história, geografia, filosofia, sociologia, história da arte, literatura e atualidades. Os professores e faziam menção sobre isso em suas aulas. Os estudantes conseguiam, desta forma, ver o que estava sendo discutido sob o “olhar” de várias disciplinas. A ação resultava numa riqueza de informações facilitando a compreensão de fatos e de conceitos. Com esta atitude conseguíamos “reunir” o que lhes havia sido apresentado de forma fragmentada. Como resultado passamos a notar que houve uma facilitação no processo de apropriação do conhecimento e, mais do que isso, de compreensão geral de grandes temas.

motivadora. Elaborar aulas com a participação dos colegas sempre é mais motivador e foi isso que conseguimos conquistar. Embora a divisão dos horários (dentro do currículo escolar) fragmentasse o conhecimento, os professores e alunos se encarregavam de reconstruir o que vinha “aos pedaços”. O resultado apareceu rápido. Nossos estudantes tiveram um excelente aproveitamento, em humanidades, nas provas e exames internos (da escola) e nos exames externos (tais como vestibulares e mais recentemente o ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio). Mais do que ter sucesso em exames, pudemos notar que ter a noção do todo ajudava esses alunos na resolução de problemas e na compreensão de conceitos (mais do que simplesmente compreender determinado conteúdo). Isto é, baseados na experiência de ter a visão do todo, lançavam mão do que tinham para tentar solucionar outros problemas de outras áreas. Nossos resultados foram tão bons que comecei a imaginar que esta forma de trabalho poderia ser estendida a outras áreas do conhecimento.

Embora queiramos acreditar que a convivência entre todas as disciplinas (e seus respectivos professores) seja pacífica e que todos tenham a mesma responsabilidade e importância na formação dos estudantes, isso não é real. Há uma ordem tácita entre professores, direção que chega até o aluno. Nas escolas de ensino médio (independente de serem públicas ou privadas), há uma grande separação entre as chamadas “disciplinas duras”, (matemática, física, química e, muitas vezes, biologia) e as outras disciplinas. Tem-se uma visão de que estas “disciplinas duras” seriam muito mais difíceis e exigiriam mais dos estudantes. Geralmente são as matérias que mais têm alunos em processos de recuperação e também aquelas que mais reprovam. No imaginário escolar aquelas são disciplinas que merecem mais respeito, merecem ser estudadas, deixando-se de lado outras consideradas mais fáceis (em geral dizem ser matérias “decorativas”).

Como nosso trabalho com humanidades tinha tido muito êxito pareceu-me interessante estendê-lo para as disciplinas “duras”. Aproximar ciências humanas da matemática e das ciências da natureza deveria ser uma boa estratégia de trabalho⁵.

⁵ Esta temática - aproximação de dois universos tão diferentes, humanidades e ciência - não é nova. Em 1959, numa famosa conferência, o cientista e escritor britânico C. P. Snow observou e “denunciou” um cisma na vida intelectual do mundo ocidental. Na análise feita por ele, uma distância cada vez maior separava a cultura dos cientistas naturais, por um lado, e a dos intelectuais de humanidades, por outro. Com a diminuição progressiva das referências comuns, o diálogo entre os representantes das duas culturas foi se tornando inviável. Mais do que pensar sobre esta separação, Snow via na educação a instância responsável por permitir que isso ocorresse. Era a escolha prematura do sistema educacional britânico que forjava a geração de jovens que teriam uma formação parcial. (acho que a referencia deve aparecer aqui)

Além do mais vivemos um momento histórico característico, em que os avanços científicos, técnicos e sociológicos estão cada vez mais interligados. Há mais de três séculos, o conhecimento científico vem provando suas virtudes de verificação e de descoberta em relação a todos os outros modos de conhecimento. Apenas através do conhecimento vivo é que se pode guiar a sociedade na grande aventura da descoberta do universo, da vida e do homem (MORRIN, 2005).

Ensinar, de modo geral, neste universo da tecnologia, das inovações científicas e da informação cada vez mais rápida passa a ser um desafio àqueles que se dispõem a tentar.

Ao fazermos uma rápida leitura da organização de nossa sociedade, podemos observar que o desenvolvimento da ciência e da tecnologia tem trazido grandes transformações⁶. O reflexo destas mudanças é bem marcante no que diz respeito aos níveis econômicos, político e social. Estas mudanças precisam ser analisadas com mais profundidade pela própria sociedade. Desta forma, torna-se cada vez mais necessário que a população possa, além de ter acesso às informações sobre o desenvolvimento científico-tecnológico, ter também condições de avaliar e participar das decisões que venham a atingir o meio onde vive (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007). Neste sentido faz-se necessário que o assunto possa ser introduzido e discutido na escola.

Desde a década de 1960 a ideia de inserir o ensino de ciência e tecnologia no currículo do ensino regular vem sendo discutida. Em países do hemisfério norte o movimento denominado “Ciência, Tecnologia e Sociedade” tem trabalhado a discussão de temas que envolvem a ciência e a tecnologia no âmbito da educação formal (AULER, 2007). No Brasil esta ideia constitui-se ainda como uma algo em emergência. Existem algumas iniciativas, ainda tímidas, mas não traduzidas em programas institucionais. Através de rápida revisão bibliográfica, constata-se que o discurso sobre o tema não é consensual, levando-se em conta objetivos, conteúdos, abrangência e modalidades de implementação (AULER; BAZZO, 2001).

Nesse campo de investigação percebemos que existe a necessidade de renovação na estrutura curricular dos conteúdos, de forma a colocar ciência e tecnologia em novas concepções vinculadas ao contexto social. De acordo com Medina e Sanmartín (1990),

⁶ Ainda, segundo Snow (1993, p. 25), o que motivou a grande fragmentação entre as culturas foi o desenvolvimento da sociedade industrial.

quando se pretende incluir o enfoque no contexto educacional é importante que alguns objetivos sejam seguidos:

1. Questionar as formas pré-existentes de estudar e atuar sobre a natureza, que devem ser sempre objeto de reflexão. Sua legitimação só pode ser feita por meio do sistema educativo, pois assim é possível contextualizar permanentemente os conhecimentos em função das necessidades da sociedade.

2. Questionar a distinção convencional entre conhecimento teórico e conhecimento prático - assim como sua distribuição social entre ‘os que pensam’ e ‘os que executam’ - que reflete, por sua vez, um sistema educativo dúbio, que diferencia a educação geral da vocacional.

3. Combater a segmentação do conhecimento, em todos os níveis de educação.

4. Promover uma autêntica democratização do conhecimento científico e tecnológico, de modo que ela não só se difunda, mas que se integre na atividade produtiva das comunidades de maneira crítica.

Desta maneira, a importância de discutir com os alunos os avanços da ciência e tecnologia, suas causas, consequências, os interesses econômicos e políticos, de forma contextualizada, está no fato de que devemos conceber a ciência como fruto da criação humana. Por isso, ela está intimamente ligada à evolução do ser humano, desenvolvendo-se permeada pela ação reflexiva de quem sofre/age as diversas crises inerentes a esse processo de desenvolvimento.

A ideia de levar para sala de aula o debate sobre as relações existentes entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, principalmente no ensino médio vem sendo discutida por meio dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs). Para isso, precisamos entender a educação que leva em conta a evolução da ciência e da tecnologia num sentido que leve os alunos a compreender sua dimensão social, tanto do ponto de vista dos seus antecedentes sociais quanto de suas consequências sociais e ambientais. Ou seja, é preciso compreendê-la no que diz respeito aos fatores de natureza social, política ou econômica que modulam a mudança científico-tecnológica e no que concerne às repercussões éticas, ambientais ou culturais dessa mudança.

As experiências realizadas neste âmbito nos levam a iniciativas ligadas às próprias áreas da ciência. Segundo Angotti e Auth (2001), os estudos em ciência e tecnologia têm atribuído importante papel aos aspectos históricos e epistemológicos da ciência e a interdisciplinaridade na alfabetização em ciência e tecnologia. Eles indicam a importância

de se explorar os conhecimentos sob um caráter mais amplo, de forma que se consiga fazer uma reflexão mais ampla, mais crítica. Seria necessário contrastar as visões oficiais presentes nos sistemas de ensino e organizar uma nova fonte de visões alternativas para o mesmo ensino. Isto seria prioritário para a organização de uma imagem de ciência e de tecnologia que possa revelar a dimensão social do desenvolvimento científico e tecnológico, compreendido como um produto resultante de fatores culturais, políticos e econômicos (PINHEIRO, 2005).

Quando se busca este tipo de experiências educacionais no Brasil podemos encontrar sua descrição em periódicos da área de ensino de ciências e matemática como, por exemplo, Revista Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências e Revista Ciência & Educação, entre outras. Alguns são também encontrados em livros, teses e dissertações e, entre outros, destacamos: Bazzo (1998); Auler, (2007); Mion et al. (2001); Leal e Gouvêa (2001); Cruz (2001); Bazzo e Colombo (2001); Mortimer e Santos (2000); Koepsel (2003); Pinheiro e Bazzo (2004); Pinheiro (2005). Esses autores sempre defenderam o uso da história da ciência na escola, pensando em CTE ou mesmo com a inclusão da história da ciência na sala de aula.

Apontamos ainda outras iniciativas do trabalho com história da ciência e sua interface com a educação. Embora essas iniciativas apareçam em meados dos anos 2000, continuam indicando para a mesma forma de ação: a interface da ciência e educação deve se dar sempre a partir da ciência. A revista *História da Ciência e Ensino*, publicada desde 2010 pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC), fruto do trabalho de um grupo dedicado aos trabalhos em História da Ciência, traz uma série de estudos apontando para essa relação. Beltran e Saito (2010, p. 1) idealizadores da revista, afirmam que sua publicação vem para “dar início ao diálogo entre historiadores da ciência e educadores de modo a promover uma maior interação entre História da Ciência e Ensino”. Ainda, segundo Saito (2010, p. 5) revista pretende auxiliar nessa interface pois “do ponto de vista do historiador da ciência, seria somente por meio da abordagem historiográfica atual que a História da Ciência poderia contribuir de maneira mais profícua para o ensino”.

Para os autores,

Defendemos a História da Ciência, interdisciplinar por excelência, como elemento necessário à motivação e formação dos futuros professores, permitindo-lhes um maior aprofundamento nos conteúdos disciplinares. Justificamos essa posição por entendermos que conhecer o porquê e o para quê dos fatos têm potencial para transformar a motivação extrínseca em motivação

intrínseca, ou seja, o aprendiz não mais estudará a fim de obter recompensas ou de evitar punições externas, mas porque serão atendidas algumas das suas necessidades internas (...) (FERREIRA; FERREIRA, 2010, p. 7).

Podemos incluir no âmbito de revistas que continuam publicando artigos relacionados à História da Ciência, a revista da *Sociedade Brasileira de História da Ciência* (SBHC) que ao longo de sua história sempre publicou artigos que defendem a inclusão da história da ciência na escola básica e que, em dezembro de 2014 dedicou um volume exclusivamente para a publicação de diferentes propostas de trabalhos com história da ciência na escola, tais como o de Tatiana Roque que escreveu sobre a história como fundamento no ensino das equações matemáticas,

Objetos matemáticos, como a equação, trazem encapsulados os problemas que ficaram pelo caminho, no processo de sua constituição. Como o ensino parte destes objetos como dados, a história pode ter um papel fundamental em desmascarar seu percurso, exibindo problemas que se encontram por debaixo de sua afirmação peremptória como algo a ser incorporado e resolvido (ROQUE, 2014, p. 184).

Observamos ainda que o interesse sobre o tema não para na década de 1990 e vem aumentando de modo notável também na última década. Podemos citar diferentes trabalhos acadêmicos, desde a pesquisa de Gebara (2001), que demonstra a importância da história da ciência no ensino de física, no ensino médio; o importante trabalho de Forato (2009), que defende o uso de história da ciência na educação científica; até a recente proposta de Gandolfi (2015), descrevendo a importância da análise histórica no ensino da disciplina química.

Nossa proposta para esta pesquisa é a de trabalhar com o ensino de história da ciência no currículo escolar do Ensino Médio. Não sob a forma de projeto ou de trabalho esporádico em diferentes disciplinas, mas sim o de usar a área de humanidades - mais especificamente a disciplina de história - para fazer esta relação. Com a visão da ciência e tecnologia o trabalho em sala de aula passaria a ter outra conotação. Além disso, a integração entre humanidades, ciências da natureza e matemática realizada por meio de estudos de história da ciência e tecnologia facilitaria o trabalho de alunos e professores. Atividades desenvolvidas de forma conjunta evitariam a perpetuação da ideia de que a produção de ciência seja considerada algo sagrado e inviolável. Ao contrário, proporcionaria uma nova visão, aquela de que a ciência está sujeita a críticas e a reformulações, como mostra a própria história de sua produção. Dessa forma, aluno e professor reconstroem a estrutura do conhecimento.

Como prática pedagógica, isso significa romper com a concepção tradicional que predomina na escola e promover uma nova forma de entender a produção do saber. É desmitificar o espírito da neutralidade da ciência e encarar sua responsabilidade política. Isso supera a mera repetição do ensino das leis que regem o fenômeno e possibilita refletir sobre o uso político e social que se faz desse saber. Os alunos recebem subsídios para questionar, desenvolver a imaginação e o raciocínio próprio, abandonando o estado de subserviência diante do professor e do conhecimento apresentado em sala de aula.

Portanto, para realizar a implementação de um currículo, no ensino médio, permeado de história da ciência, embasando as práticas das disciplinas das áreas das ciências da natureza e matemática precisamos fazer o percurso histórico do uso destes conceitos na escola, no mundo e principalmente no que diz respeito ao que foi realizado no Brasil. Só a partir do percurso de sua historicidade é que seremos capazes de compreender a necessidade atual de se trabalhar esta questão no ensino médio.

Outro aspecto a ser considerado é o diálogo existente (ou não) entre a universidade, produtora do conhecimento e a escola de ensino médio. Esta questão é fundamental, já que o que se ensina na escola muitas vezes não está sintonia com o que se produz na universidade.

A justificativa para a realização desta pesquisa está fundamentada na sugestão de uma reestruturação curricular para o ensino médio⁷. Em tempos de muitas mudanças o trabalho aqui realizado torna-se uma importante ferramenta para a modificação das prática na sala de aula⁸

A proposta de trabalho para essa pesquisa está baseada na ideia da aproximação entre a área de humanidades, mais especificamente a história da área de ciências da natureza na sala de aula do ensino médio. Segundo a Base Nacional Comum Curricular,

⁷ No ano de 2016 foi publicada a 2ª versão pelo governo federal a nova Base Curricular Nacional com o objetivo de deixar claro os conhecimentos essenciais aos quais todos os estudantes brasileiros têm o direito de ter acesso e se apropriar durante sua trajetória na Educação Básica (da Educação Infantil até o Ensino Médio). A Base ainda está sendo escrita. Espera-se uma terceira versão para 2017, antes de ser aprovada. Informação disponível em <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/#/site/inicio>, acesso em 12 de agosto de 2016.

⁸ No segundo semestre deste ano, o governo federal apresentou requerimento de urgência na votação da alteração da LDB 9394/96 para alterar a organização curricular do Ensino Médio. “A renovação do Ensino Médio é uma das prioridades do país nos próximos anos. Segundo o atual ministro da Educação, Mendonça Filho, o governo irá trabalhar junto à sua base no Congresso Nacional para priorizar a votação do Projeto de Lei (PL) 6.840/2013, que propõe mudanças importantes nas séries finais do ensino regular” <http://www.brasil.gov.br/educacao/2016/09/projeto-de-lei-propoe-reestruturacao-do-ensino-medio>, acesso em 01 de outubro de 2016.

No Ensino Médio, com a maior vivência social e maturidade de jovens e adultos, os conceitos de cada componente curricular podem ser aprofundados em suas especificidades temáticas e em seus modelos abstratos, ampliando a leitura do mundo físico e social, o enfrentamento de situações relacionadas às Ciências da Natureza, o desenvolvimento do pensamento crítico e tomadas de decisões mais conscientes e consistentes. Também podem ser aprofundados os modos de pensar e de falar próprios da cultura científica, situando-a entre outras formas de organização do conhecimento, e de compreender os processos históricos e sociais de produção científica.

(...) A cultura científica a ser vivida e incorporada pelos jovens no Ensino Médio advém de uma articulação consistente entre os fundamentos conceituais e sua aplicação em contexto. Ao mesmo tempo em que os/as estudantes observam fenômenos, formulam hipóteses sobre eles e produzem explicações teóricas, é importante que o conhecimento aprendido repercuta significativamente nos seus contextos de vida. Esse desenvolvimento cognitivo e cultural do/da estudante é pressuposto necessário para atender às demandas formativas para sua atuação como cidadão, para que possa se inserir no mundo do trabalho e da participação social, com consciência de direitos, responsabilidade social e ambiental, autonomia intelectual e princípios éticos, fazendo uso dos modos de pensar e expressar da cultura científica, ao lado da compreensão dos processos sociais e históricos, inclusive os que permitirão a construção de novos conhecimentos científicos (BRASIL - BNCC, 2016 p. 582-583).

Geralmente, as disciplinas ligadas às ciências da natureza e matemática são consideradas as de mais complexa compreensão pela maioria dos estudantes. Como já nos referimos anteriormente, são essas as disciplinas as que mais reprovam estudantes. Em minha prática pessoal, tanto na rede pública quanto na rede privada, observei que alunos promovidos (portanto, considerados aptos para cursar a série seguinte, continuavam tendo dificuldade em compreender (e, muitas vezes, efetivamente não compreendiam) conceitos básicos das chamadas “ciências duras”. Buscando uma alternativa para superar este problema proponho um trabalho a ser desenvolvido em história da ciência.

Essa proposta por si só não é desconhecida. Como nos referimos anteriormente, existem muitas pesquisas e trabalhos acadêmicos que discutem essa prática. Isto é, a aplicação de um trabalho vinculado à história da ciência proporciona que o estudante consiga desenvolver uma base cognitiva que facilitaria sua compreensão do conceito científico. Significa dizer que o estudo do contexto histórico em que determinado cientista vivia ao desenvolver sua teoria poderia ajudar o aluno a compreender o conceito científico propriamente dito.

Para colocar em prática esse trabalho poderíamos seguir por dois caminhos, a saber: a) o professor especialista da área da ciência da natureza e matemática faz a contextualização e trabalha especificamente com os conceitos de história da ciência em sua aula (o que é mais comum de ser realizado); b) o professor de história se encarregaria de

fazer a contextualização histórica e trabalharia em parceria com o professor de ciência da natureza ou matemática⁹.

Nesta pesquisa optamos pelo segundo modelo. Escolhemos dar continuidade ao nosso trabalho usando a segunda perspectiva de abordagem já que o professor especialista em ciência da natureza (química, física e biologia) ou mesmo da matemática geralmente tem pouco conhecimento da história de sua disciplina¹⁰. Então caberia ao professor de história adaptar seu conteúdo para que trabalhasse conjuntamente com os professores das diferentes áreas da ciência.

A hipótese do presente trabalho é a reformulação curricular como forma de aproximar conteúdos/conceitos visando a não fragmentação do conhecimento o que facilitaria a visão global dos estudantes. A proposta será a de analisar a possibilidade de organização de um currículo que dê à disciplina de história a possibilidade de discutir ciência e tecnologia através de tópicos de história da ciência. Esta discussão se faria dentro do próprio componente curricular de história o que criaria a ligação entre humanidades, ciências da natureza e matemática¹¹.

Para desenvolver o presente trabalho realizamos uma série de atividades em uma escola privada na região do ABC paulista¹². Nas diferentes séries do ensino médio colocamos em prática essa sugestão de “mudança curricular”, tendo como parceiros alguns dos professores de ciências (matemática, física e biologia). Ao longo de 2012 e início de 2014 foram realizadas e analisadas várias atividades conjuntas com objetivo de pensar

⁹ A segunda proposta só seria viável se os professores (humanidades e ciência da natureza) se dispusessem a trabalhar conjuntamente.

¹⁰ Ao analisar mais de perto a matriz curricular dos cursos de licenciatura em biologia, química, física e matemática nos cursos oferecidos pela Universidade de São Paulo, Universidade de Campinas, Universidade Estadual Paulista e algumas das universidades federais observamos que existem disciplinas de história da ciência. Geralmente são opcionais, oferecidas a partir da metade do curso. Reiteramos que não é apenas a manutenção de um semestre de uma disciplina “denominada” de história da ciência dentro do curso de graduação que capacitará o futuro professor a trabalhar com a visão da história de sua disciplina na sala de aula.

¹¹ É importante marcarmos que ao longo de nossa pesquisa pudemos observar que a prática de usar tópicos de história da ciência é comum no ensino médio regular, mas isso é feito pelos professores de ciências da natureza e matemática. Não encontramos esta prática entre os professores de história ou mesmo a aproximação destas disciplinas de forma sistemática.

¹² A escola em que foi realizada a pesquisa está localizado na cidade de Santo André. A escola é privada, trabalha com o público da classe média e alta da região. Atende alunos da educação infantil ao ensino médio, no período em que o estudo foi realizado contava com uma média de 1000 alunos (destes 400 frequentavam o ensino médio).

possibilidades de implementação de um novo currículo. Procuramos também entrevistar professores que relatam usar história da ciência como fundamento para suas aulas¹³.

Como base conceitual buscamos fundamentação nas ideias de Jean Piaget e de Thomas Kuhn, dois epistemólogos muito representativos para o ensino e a ciência e na necessidade da relação entre história e ciência.

A partir do referencial teórico acima descrito e da pesquisa de campo pretende-se fazer uma análise da necessidade de integração entre as disciplinas inseridas na área de ciências humanas e as de ciências da natureza. Pretende-se analisar a eficácia dessa proposta na facilitação de conceitos científicos. Busca-se apresentar uma nova forma de se trabalhar história da ciência na escola, com a participação mais colaborativa do corpo docente em detrimento de uma postura individualista que cada vez afasta as disciplinas ensinadas na escola dificultando ainda mais a formação de um pensamento homogêneo, não fragmentado, incorporado pelo estudante.

Para um entendimento mais adequado de nossa proposta precisamos vislumbrar, de forma sucinta, a importância do componente curricular história na perspectiva da educação brasileira.

1.2 – História e Educação

Segundo Nadai (1992, p. 23), no Brasil, a História surge, como disciplina escolar autônoma, em fins do século XIX, envolvida nos movimentos de laicização social transcorrido naquele período¹⁴. O contexto nos ajuda a entender a necessidade da oficialização da história. Em meio as tentativas de se organizar e de se justificar a formação das Nações, a história aparece como a genealogia da Nação além de fundamentar a necessidade da mudança para o crescimento. Desta forma, a autonomia concedida ao objeto histórico conseguiu unificar duas tradições do século XVIII, a saber: uma a do discurso enciclopédico que vinha promovendo uma doutrina do progresso¹⁵ e uma nova

¹³ Foram entrevistados professores de três escolas da capital paulista que declaram trabalhar com história da ciência como prática em seu cotidiano escolar. Todas as escolas são privadas e trabalham com um público de alto poder aquisitivo.

¹⁴ Segundo Silva e Fonseca (2010, p. 60) “No caso específico da disciplina história, a partir do século XIX, identificam-se dezoito programas de Ensino relativos às reformas curriculares entre os anos de 1841 e 1951. Esses programas foram organizados pelo Colégio Pedro II, do Rio de Janeiro, de acordo com as diretrizes das várias reformas curriculares ocorridas naquele período”.

¹⁵ Foram os iluministas num intenso movimento cultural dentro de uma Europa fervilhante de ideias e críticas ao sistema instituído que, pela primeira vez, buscaram conceituar o *progresso*. Para eles os homens estavam fadados ao *progresso*, uma onda inexorável que levaria a humanidade a um estágio muito avançado, de bem-estar, de felicidade (AQUINO, 2010, p. 28).

elaboração *metodológica* (isto é, um grupo de técnicas e saberes distintos, cronologias) que remodelou a educação formal (no âmbito do ensino desta *nova* disciplina), adotando um método científico, característico da concepção positivista, adotando a linguagem das ciências naturais, estabelecendo um novo sentido para a história. “É que a grande mutação do século XIX, e em particular dos anos 1820 e 1830, está aí: a história é a árvore genealógica das nações europeias e da civilização de que são portadoras” (FURET, 1986, p. 135).

No Brasil do final do século XIX a própria escola ocupa esta função. Como nos mostra Carvalho (1989, p. 7), ela foi, no pensar republicano, o símbolo da implementação da nova ordem (a passagem da monarquia para a república precisava ser marcada) e estratégia fundamental para instalação do progresso.

Neste âmbito, o papel da educação foi hiperdimensionado: tratava-se de transformar os habitantes em *povo*, de vitalizar o organismo nacional, de construir a nação. Nele se forjava o processo político autoritário: educar era uma obra de moldagem do povo, matéria informe e plasmável, conforme os anseios de Ordem e Progresso de um povo que se auto investia como elite com autoridade para promovê-lo (CARVALHO, 1989, p. 9).

Desta forma, credita-se à história importância fundamental neste processo. Encontra-se no seio do processo de laicização de nossa sociedade. Assim os programas e currículos para os trabalhos com história dentro do ambiente escolar buscavam garantir a criação de uma identidade comum, na qual os grupos étnicos formadores desta sociedade haviam convivido harmoniosamente, cooperando com a obra colonizadora e civilizatória dos portugueses. Como consequência dessa visão da história nacional, no espaço escolar o ensino da história reforça a falsa ideia de uma igualdade social e institucionaliza-se uma memória oficial. Com esta estratégia cria-se uma história a ser aprendida em que a memória dos grupos sociais, das classes, das etnias não dominantes não se encontravam identificadas, representadas ou valorizadas.

Esta visão da história como disciplina começa a mudar após a II Grande Guerra em razão da evolução da própria disciplina e também como fim da hegemonia europeia no mundo.

No Brasil o movimento teve início um pouco mais tarde. Podemos explicá-lo de duas formas: modificações internas do próprio discurso histórico e também por causa das modificações que alteraram a forma e a natureza de nossa escola, principalmente o que chamamos de escola secundária (trataremos desta questão com mais detalhes no capítulo 2

deste trabalho).

Até a década de 1940 o ensino de história realizava-se com o objetivo de criar uma ideia de nação ideal e sem conflitos sociais, econômicos ou étnicos. A partir desta data as classes populares começaram a ter acesso à escola. O Brasil precisava de mão de obra treinada para dar continuidade ao seu processo de crescimento econômico, do crescimento da industrialização. Isso tem consequências diretas na educação e, com muita força, no ensino de História. Passamos por uma série de mudanças de base, mas o caráter positivista ainda estava bastante presente nos nossos manuais de história e nas aulas dentro do ambiente escolar.

No final da década de 1980 a educação brasileira passa por uma série de revisões e temos muitos teóricos interessados em analisar a história ensinada em nossas escolas. Muitos congressos, seminários e obras que eram escritas baseadas nesses eventos ocorreram. As universidades discutiam a qualidade das aulas de história ministradas no país e o caminho pelo qual deveriam se organizar os novos currículos.

Com o fim do regime militar no Brasil (1985) implementa-se uma nova Constituição (1988) o que dá início a uma nova fase na educação brasileira. A questão do debate de um currículo unificado para todo o território nacional é recente (desde 1996, com a instauração dos Parâmetros Curriculares Nacionais), mas ao longo da história do nosso país nota-se que esse debate já existia. Uma grande reforma foi estabelecida pela Lei no. 9.394/96, instituindo uma nova Lei de Diretrizes e Bases (LDB), estabelecendo os Parâmetros Curriculares Nacionais. Esta lei confirma as tendências da afirmação de uma escolaridade básica mais prolongada e a proposta de uma educação profissional mais abrangente e, portanto, para além do adestramento às técnicas de trabalho, afirmando o propósito de estender ao poder público a obrigatoriedade de oferta do ensino médio como direito de cidadania. Os parâmetros que passam a orientar as ofertas educacionais na nova ordem da economia mundial.

É importante notar que o debate de uma educação de âmbito nacional, acompanhada das questões curriculares para a implementação de um currículo unificado para todo o território, sempre esteve presente na história da educação brasileira. As tentativas ao longo do tempo não puderam se concretizar por causa das políticas públicas relativas à educação: num dado momento, o Estado tinha a obrigatoriedade de fornecer a educação pública para os cidadãos, e em outro não. Essas oscilações do dever do Estado frente à educação geraram consequências para nossa educação que perduram até hoje. Os

Parâmetros Curriculares Nacionais só se concretizaram graças à redemocratização do país, quando se reabriu o debate em torno da questão da educação pública e das questões curriculares.

Partindo do Parâmetros Curriculares Nacionais de História,

A História enquanto disciplina escolar, ao integrar-se à área de Ciências Humanas e suas Tecnologias, possibilita ampliar estudos sobre as problemáticas contemporâneas, situando-as nas diversas temporalidades, servindo como arcabouço para reflexão sobre possibilidades e/ou necessidades de mudanças e/ou continuidades (BRASIL, PCNH, 2011, p. 20).

Ainda, segundo o mesmo documento, observa-se que as concepções políticas, sociais e aquelas que aproximam o homem da natureza vêm se modificando e a sociedade tem a necessidade de ficar atenta a estas mudanças. Existe ainda a menção ao avanço científico e tecnológico que teria desempenhado papel prioritário na modificação da vocação do ensino, até do papel da escola. Por estes motivos explicita-se ainda mais a importância de se manter uma escola mais humanizada, “um Ensino Médio de **caráter humanista**¹⁶ capaz de impedir a constituição de uma visão apenas utilitária e profissional das disciplinas escolares”(BRASIL - PCNH, 2011, p. 20).

Neste contexto podemos afirmar que a história tem sim o papel de humanizar o ensino em uma sociedade que valoriza mais a tecnologia do que o papel do homem, mas seria bastante interessante que pudéssemos aglutinar as duas visões. Isto é, trazer para a sala de aula uma visão mais humanizada do mundo, mas também mostrar que este mundo inserido na técnica e imbuído de ciência tem uma relação muito íntima com sua própria história. Acredito que com esta visão poderemos trabalhar, dentro do currículo escolar, a história através das mudanças promovidas pelo desenvolvimento da ciência e da tecnologia. Além disso haveria um ganho na apreensão de conceitos embutidos dentro do ensino das ciências e matemática.

1.3 – Educação, História e Ciência

Sabe-se que vivemos em uma época de ascensão das técnicas de informação, explicitada, sobretudo pelas mudanças que ocorrem diariamente, desencadeando a modificação de valores, a influência da ciência e da tecnologia. Da mesma forma a educação científica também passa a ser prioritária para a compreensão deste mundo. Observamos também que o ensino das ciências, em geral, delinea-se com uma imagem

¹⁶ Grifo do documento.

desconectada desta realidade. Em geral a escola está separada desta realidade utilizando-se de material que poderíamos denominar de ultrapassado; na realidade é a forma de pensar a aula e de passar o conteúdo é que está obsoleta. Como nos mostra Cunha (2006) o material didático (enfatizamos aqui o próprio livro didático) que traz uma imagem puramente empirista da ciência, geralmente cumulativa e operativa. Na maioria dos casos não leva em consideração os aspectos qualitativos como o histórico, sociológico e humanista.

Por esta e outras razões começaram a aparecer manifestações mais enfáticas em defesa de mudanças no ensino de ciências na escola a partir da década de 1950. O contexto do pós-guerra e a importância cada vez maior dada à ciência traz à tona a discussão sobre ciência na escola.

É relevante apontarmos que no ano de 1959, Charles Snow, proferiu sua célebre conferência na Universidade de Cambridge, intitulada “*As duas culturas*”¹⁷. É também interessante apontarmos que Snow enxergou na Educação uma forma de conciliação para as “duas culturas” (SNOW, 1993).

Nas décadas de 1960 e 1970 as manifestações a favor da introdução da história da ciência na educação são pautadas na defesa da mudança de conteúdo desenvolvido no ensino de ciências nas escolas de ensino básico bem como nos cursos de graduação.

A partir da metade da década de 1980 observa-se o início de uma forte campanha internacional para uma maior aproximação entre o ensino de ciência e humanidades - mais particularmente envolvendo história, filosofia e sociologia. No ambiente acadêmico passam a ser veiculados argumentos favoráveis ao estudo de filosofia e história da ciência inseridos nas disciplinas de ciência na escola de ensino básico.

Segundo Matthew (1995) neste período (década de 1980) os americanos detectaram uma grande falha na educação científica de seus alunos. Esta situação estava vinculada à formação precária de alunos de graduação em diferentes cursos de ciências o que acarretava uma educação ainda mais precária no ensino básico. A própria Fundação Nacional Americana de Ciências denunciou que os programas dos cursos de graduação em ciências, matemática e tecnologia vigentes no país tiveram grande queda de qualidade. A situação era tão alarmante que não correspondiam mais às necessidades nacionais. Como alternativa para esta situação defendeu-se a inserção de história das ciências nos cursos de graduação e na educação básica. Segundo Matthew (1995, p. 165),

¹⁷ Sobre a conferência proferida por Snow e suas consequências ver nota 7, p. 25.

A história, a filosofia e a sociologia da ciência não têm todas as respostas para essa crise, porém possuem algumas delas: podem humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; podem tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; podem contribuir para um entendimento mais integral de matéria científica, isto é, podem contribuir para a superação do ‘mar de falta de significação’ que se diz ter inundado as salas de aula de ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam; podem melhorar a formação do professor auxiliando o desenvolvimento de uma epistemologia da ciência mais rica e mais autêntica, ou seja, de uma maior compreensão da estrutura das ciências bem como do espaço que ocupam no sistema intelectual das coisas.

Como forma de retomar a educação científica de qualidade muitas iniciativas foram realizadas, sempre acompanhadas da sugestão de que o trabalho de ciências deveria estar ligado a história, filosofia e sociologia da ciência. Muitos encontros, conferências e seminários internacionais foram organizados, como nos mostra Matthew (1995, p. 166),

A realização da primeira conferência internacional sobre ‘História, Filosofia, Sociologia e o Ensino de Ciências’, na Universidade Estadual da Flórida, em novembro de 1989. O segundo, uma série de conferências patrocinadas pela Sociedade Europeia de Física sobre A História da Física e o seu ensino, realizadas em Pávia - cidade ao sul de Milão (1983), Munique (1986), Paris (1988), e Cambridge (1990). O terceiro, foi a conferência sobre ‘História da ciência e o ensino de ciências’, realizada na Universidade de Oxford em 1987 com o apoio da Sociedade Britânica de História da Ciência (Shortland & Warick, 1989). Essas iniciativas geraram cerca de trezentos estudos acadêmicos sobre aquela questão e muito material didático histórico e filosoficamente embasados. Além disso, a Fundação Nacional Americana de Ciência já deu início a dois programas que visam a promover o engajamento de história, filosofia e sociologia ao ensino de ciências nos cursos de primeiro e segundo grau. Alguns programas americanos de formação de professores de ciências tomaram história, filosofia e sociologia obrigatórias e o estado da Flórida vinculou a concessão de licença para o ensino de ciências à conclusão de um curso em HFS.

Dentre estas iniciativas podemos ressaltar a elaboração do Projeto 2061 da Associação Americana para o Progresso da Ciência (AAAS)¹⁸, além de outras em países como Grã Bretanha, Holanda, Dinamarca. Em geral, todas essas ações trazem como estratégia básica a aproximação da ciência com a história, filosofia e sociologia das ciências. Esta ação seria realizada através de uma mudança curricular, com a introdução destas disciplinas no processo de ensino das escolas básicas.

¹⁸ O Projeto 2061 foi lançado em 1985. É um projeto de longo prazo que, em princípio reuniu uma equipe de especialistas nas diferentes áreas de ciências, matemática, tecnologias para identificar o que seria mais importante para as futuras gerações terem como conhecimento essencial. Dá uma grande definição sobre o que vem a ser alfabetização científica, enfatizando as relações entre as ciências naturais e sociais. (Ver mais em: <http://www.project2061.org/esp/Default.htm>)

No Brasil a aproximação entre ensino de ciências e humanidades também passou a ser abordado. A partir de 1950 já se começa a discutir, nos meios acadêmicos, a importância de se trabalhar com a questão de educação científica na educação básica. Ao analisarmos o contexto histórico observamos que a ação é muito pertinente já que passávamos por um período de necessidade de crescimento por causa do avanço da industrialização e da necessidade de se preparar (qualificar) os indivíduos que seriam inseridos nesse processo. É a partir da década de 1970 que essa realidade começa a tomar forma e apenas nos anos 1980 que, com a renovação do ensino de ciências, passa a se reorientar pelo objetivo de analisar as implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico.

A partir da década de 1990 aparece com certa relevância no Brasil o movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). Segundo Strider (2012) esta década deve considerada como marco porque foi nesse período que se desenvolveram as primeiras pesquisas envolvendo esta temática na educação científica. Esta perspectiva mudou a visão do ensino das ciências pois trouxe uma preocupação com os conhecimentos da ciência e tecnologia na aplicação de sua sociedade. Apesar da tendência ter grande repercussão nos meios acadêmicos a maioria dos professores não consegue colocá-la em prática.

Foi na década de 1990 com a publicação dos Parâmetros Curriculares Nacionais que a temática do trabalho integrado (com grande ênfase à mediação do ensino-aprendizagem pela história da ciência) tornou-se palpável.

De forma geral observamos que o ensino das ciências dentro do âmbito escolar foi desenvolvido no Brasil após reformas e leis. Destacamos que sempre foi realizada baseando-se em dois modelos: ciências integradas e ciências fragmentada. Embora os Parâmetros Curriculares apontarem o modelo integrado como modelo oficial sabemos que as escolas têm optado pelo segundo modelo.

Mais recentemente, como já mencionamos, a Nova Base Curricular Nacional, cita a importância do entendimento das ciências da natureza através do viés histórico para que possa ser compreendido como parte de nossa vida cotidiana. Portanto o saber histórico deve estar permeado em todos os aspectos da educação formal¹⁹.

Como já citado, nosso estudo se debruça sobre a tentativa de promover o ensino

¹⁹ Vale acrescentar que a Nova Base Curricular Nacional não menciona a necessidade de trabalho com história da ciência, deixando de lado essa peculiaridade da História. Em nossa concepção isto acontece, pois, a área da ciência da natureza assume a responsabilidade de tratar dessa interação (ciência e história). Acreditamos que essa seja uma visão equivocada.

integrado das ciências e utilizando como elemento sintetizador a história da ciência. Mais do que isso, utiliza a disciplina de História para promover a integração.

Para tal precisamos de mais elementos sobre a organização da educação e seu desenvolvimento no Brasil e na América.

CAPÍTULO 2 – Educação no Brasil Republicano: estrutura curricular e História da Ciência

2.1 – A estruturação da escola regular no Brasil

Para podermos propor um trabalho contínuo entre as chamadas disciplinas duras e a história precisamos fazer uma rápida retrospectiva sobre a implementação da escola regular no Brasil (com ênfase nos aspectos ligados ao ensino secundário ou ao que hoje denominamos de ensino médio). Por meio da contextualização conseguiremos vislumbrar a importância da modificação curricular que é alvo desta pesquisa.

Nosso objetivo, ao revisitar este tema, é refletir sobre a importância da introdução de um ensino imbuído de ciência e do papel que teria a história da ciência na organização desse processo. Para tal, conteremos com uma recapitulação dos principais marcos da história da educação no Brasil auxiliará na reflexão proposta²⁰.

Em seguida faremos algumas comparações entre o currículo brasileiro e o de outros países - Argentina e Chile, na América Latina, Grã-Bretanha e Estados Unidos - neste mesmo segmento escolar.

Para que possamos terminar nossa contextualização passaremos à análise da inclusão da história da ciência dentro desta formação, enfatizando as mudanças que vêm ocorrendo no Brasil, principalmente entre fins dos anos noventa até o momento atual. A partir dessa análise que julgamos poder justificar necessidade de uma interface entre história e ciências da natureza, buscando através da história da ciência estabelecer um novo olhar para ciência. Essa proposta visa evitar que história e a ciência sejam compreendidas como um conjunto linear de acontecimentos que ratificam a produção da ciência na atualidade.

Incluiremos ainda uma pequena análise das modificações ocorridas na organização do ensino médio brasileiro entre 2015 e 2016.

²⁰ Nossa proposta, nesse tópico é a de fazer um histórico da educação no Brasil analisando as mudanças da escola básica oficial (com o olhar no Ensino Médio), em especial no que concerne ao ensino das ciências. Não nos cabe fazer uma análise mais aprofundada sobre a história das disciplinas e suas práticas, relações e representações construídas pelos sujeitos nos diferentes tempos e espaços escolares.

Sabemos que a sociedade brasileira não foi produto apenas dos chamados “grandes descobrimentos”. Ela é resultado da principal descoberta europeia que determinou a transição da Europa feudal para a modernidade capitalista. O capital mercantil²¹ tornava algumas nações e grupos sociais poderosos e dominantes pois providenciaram o povoamento e a montagem de uma empresa produtora de mercadorias em lugares em que elas não poderiam ser encontradas prontas e, desta forma, foram apropriadas pela força. Segundo Vieira (2009, p. 111),

O espaço da colonização ibérica na América, sobretudo nos domínios portugueses, integra-se na trama da história mundial no curso da formação do capitalismo não como uma sociedade anteriormente estabelecida, tocada pela expansão da civilização europeia à maneira africana ou asiática, ou como uma Europa protestante transplantada, como nas colônias de povoamento da América do Norte. Integra-se, sim, como um organismo social constituído, desde sempre, pela própria expansão europeia da época dos descobrimentos. Ao longo daqueles três séculos de colonização, de uma lenta sedimentação emerge um organismo social que viria conformar, à custa do transplante de massas de escravos africanos e de uma intensa imigração de aventureiros e negociantes, uma sociedade complexa e diferenciada, um povo novo do ponto de vista étnico e cultural, com aspirações nacionais.

Notamos que nossa sociedade nasceu explorada pelos proprietários locais e pelos empresários internacionais. A forma de dominação aqui implantada revela-se perversa e primitiva já que se sustentava em formas pré-capitalistas como a escravidão e a especialização agrícola.

A organização escolar do Brasil colonial está vinculada à política colonizadora dos portugueses. Num contexto social como este a instrução escolarizada deveria estar vinculada apenas à camada dirigente que servia de articulação entre os interesses metropolitanos e as atividades coloniais. Mas o que fazer para manter sob controle a enorme camada de explorados deste sistema tal como os nativos e os escravos? A escolarização também deveria ser estabelecida para mantê-los sob controle. Coube aos jesuítas desenvolver este papel.

2.2 – A Educação na Colônia

Em um contexto internacional de aparecimento de novos Estados Nacionais e de guerras religiosas, o desenvolvimento dos movimentos da Reforma e Contrarreforma (a

²¹ Segundo DEYON (1973, p. 11-12), em princípio podemos considerar o mercantilismo “como um conjunto das teorias e práticas de intervenção econômica que se desenvolveram na Europa moderna desde a metade do século XV.”

partir do século XVI) influenciaram a educação aqui implementada. Segundo Aquino (2010, p. 104),

Desde que a Ordem da Companhia de Jesus foi fundada, em 1540, por Inácio de Loyola, a educação foi o meio pelo qual os jesuítas lançaram mão para alcançar seu objetivo. Segundo princípios estabelecidos pela Ordem, seu projeto educacional tem por base a **pedagogia inaciana**, em que a pesquisa e o ensino visam beneficiar o ser humano, em todas as suas dimensões, e a promover a justiça. Como estratégia de trabalho na conquista dos objetivos são utilizados estudo, diálogo, abertura à mudança, superação de preconceitos, disposição ao aprendizado contínuo e esforço permanente para atingir o melhor. Os jesuítas sempre priorizaram a “educação esmerada”, sendo muitas vezes identificados como a elite intelectual da Igreja Católica, muitas vezes também reconhecidos pela preocupação em formar uma elite intelectual em qualquer local em que tivessem participação expressiva.

Coube aos jesuítas a tarefa de organizar este processo no Brasil. A educação passava a ser vinculada à igreja católica que ficava responsável por sedimentar, desta maneira, o empreendimento colonial.

Podemos dizer que as condições que favoreceram esta ação educativa na colônia foram de um lado a organização social (lembrando que se estruturou no Brasil uma sociedade latifundiária, escravocrata e aristocrática) e, por outro lado, o conteúdo cultural que foi transplantado para cá através da formação dos padres da Companhia de Jesus.

Assim, segundo Romanelli (1991), os jesuítas organizaram a educação de modo a atender também os objetivos da Igreja Católica que, naquele momento, necessitava recrutar fiéis e servidores. Dentro desse contexto, a educação brasileira colonial ficou estruturada da seguinte forma: educação elementar para população nativa (índio) e brancos (com exceção de mulheres e escravos), educação média para homens da classe dominante (sendo que parte deste grupo continuava nos colégios preparando-se para ingressar na vida eclesiástica) e educação superior para aqueles que continuassem na carreira eclesiástica. A parte da população que desejasse dar continuidade aos estudos de forma laica deveria fazê-lo na Europa, principalmente na Universidade de Coimbra. Como parte de sua política de colonização, a Coroa portuguesa sempre ofereceu resistência a emancipação brasileira e impediu durante todo o período colonial a criação de instituições de ensino superior no Brasil.

Portanto o Ensino Secundário naquele período correspondia ao que se denominava de curso de humanidades. Este curso tinha a duração de dois anos e abrangia os estudos de gramática, retórica, ministrado em latim. Segundo Zotti (2005), da mesma forma que o

curso elementar, era ministrado às crianças e jovens não pertencentes à Companhia de Jesus e tinha por finalidade fazer a seleção e o recrutamento dos futuros religiosos e daqueles que concluiriam seus estudos profissionais na Universidade de Coimbra.

Por mais de duzentos anos a educação jesuítica predominou na colônia pois, como já mencionamos, não havia interesse da metrópole em criar um sistema educacional no Brasil. Mas aos poucos os jesuítas começaram a ser vistos como um incômodo para Portugal. Em 1759, o Marquês de Pombal, responsável pela reorganização da administração portuguesa, expulsou os jesuítas resultando num grande impacto para sua colônia americana.

A partir daí o sistema escolar organizado pelos jesuítas na colônia sofreu transformações pois a educação que em princípio era necessária para a catequização passou a ser importante para fortalecer a classe mais abastada. Este modelo foi perpetuado por todo período colonial e imperial sofrendo algumas mudanças apenas no período republicano. Portanto desde aquele momento a educação passou a ser o crivo que distinguia a elite aristocrática do homem comum.

Após a expulsão dos jesuítas estruturou-se a nova organização administrativa do ensino colonial.

A uniformidade da ação pedagógica, a perfeita transição de um nível escolar para outro, as graduações foram substituídas pela diversificação das disciplinas isoladas. Leigos começaram a ser introduzidos no ensino e o Estado assumiu, pela primeira vez, os encargos da educação (ROMANELLI, 1991, p. 36).

Vale ressaltar aqui o estabelecimento de um novo direcionamento de ensino baseado nas chamadas Aulas Régias²². Como nos apresenta Gonçalves (2011, p.76), neste período foram estabelecidas novas medidas administrativas. Criou-se a Diretoria Geral de Estudos e uma outra organização de estudos, o ensino público e gratuito (de gramática

²² As aulas régias compreendiam o estudo das humanidades, sendo pertencentes ao Estado e não mais restritas à Igreja - foi a primeira forma do sistema de ensino público no Brasil. Esta ação foi imposta pela Reforma de Estudos realizada pelo Marquês de Pombal, em 1759. Em 1772 foi criado o Subsídio Literário, um imposto que incidia sobre a produção do vinho e da carne, destinado à manutenção dessas aulas isoladas. Na prática o sistema das Aulas Régias pouco alterou a realidade educacional no Brasil, tampouco se constituiu numa oferta de educação popular, ficando restrita às elites locais. Ao rei cabia a criação dessas aulas isoladas e a nomeação dos professores, que levavam quase um ano para a percepção de seus ordenados, arcando eles próprios com a sua manutenção.
(http://www.histedbr.fe.unicamp.br/navegando/glossario/verb_c_aulas_regias.htm, acesso em 20 de maio de 2014)

latina, grego e retórica) e o impedimento para ensinar sem licença²³. A escolarização estava dividida em Estudos Menores (Ensino Fundamental e Médio) que deveria ser promovida pelo Estado e os Estudos Maiores (Ensino Superior, que só poderia ser cursado se o indivíduo tivesse completado os Estudos Menores).

Desta forma, podemos inferir que as Aulas Régias constituíam o Ensino Secundário já que davam a sequência ao Ensino Elementar (escolas de primeiras letras). Continuava então a cumprir o objetivo de formar as elites ao prepará-la para a continuidade de seus estudos em cursos superiores na Europa. Segundo Zotti (2005, p. 33),

(...) o currículo disperso em disciplinas isoladas, sofreu modificações na medida da necessidade dessa elite e na medida do controle que Portugal exercia sobre a colônia, pois um sistema educacional eficiente não era compatível com os objetivos de dominação e controle.

A partir de 1772, com a lei sobre o financiamento do ensino, para poder exercer o direito de lecionar, os professores deveriam ser aprovados em um exame de conhecimento de gramática e matemática. Não havia exigência de titulação ou idade. A escola era na própria casa do mestre que deveria também providenciar o material didático. Não havia um direcionamento comum para a docência destas disciplinas.

Observando a **Figura 1** concluímos que o número de professores no Brasil era muito pequeno e o ensino de ciência não estava presente.

²³ Ainda segundo Gonçalves (2011, p. 77), a implementação das novas diretrizes no Brasil foi muito difícil por causa de algumas restrições impostas por Portugal e também pela própria resistência da população brasileira que estava acostumado com as práticas jesuítas. O primeiro concurso público para professor foi aberto em 1760 e após quinze anos nenhum havia sido contratado. Outro fator complicador foi a falta de subsídio para o ensino primário e secundário uma vez que os professores não mais seriam pagos pelos alunos e sim pelo Estado (transformaram-se em funcionários públicos).

FIGURA 1 – Distribuição das Escolas Menores no Brasil após a lei de 06 de novembro de 1772

LOCALIDADES	LER, ESCREVER, CONTAR	LATIM	GREGO	RETÓRICA	FILOSOFIA
Rio de Janeiro	2	2	1	1	1
Bahia	4	3	1	1	1
Pernambuco	4	4	1	1	1
Mariana	1	1	-	1	-
São Paulo	1	1	-	1	-
Vila Rica	1	1	-	-	-
São João Del Rei	1	1	-	-	-
Pará	1	1	-	1	-
Maranhão	1	1	-	-	-
TOTAL	17	15	03	06	03

Fonte: Cardoso, 2005, p. 185

As condições de educação eram muito precárias na colônia. Essa situação não se alterou até meados do século XIX. Mas é importante mencionarmos que a partir do século XVIII a estratificação social no Brasil começou se modificar. Estruturou-se uma camada social intermediária, principalmente nas áreas urbanas, que buscou na educação uma forma de ascensão social.

Com D. João, no entanto, não apenas nascia o ensino superior, mas também se iniciava um processo de autonomia que iria culminar na independência política. Todavia, o aspecto de maior relevância dessas iniciativas foi o fato de terem sido levadas a cabo, com o propósito exclusivo de proporcionar educação para uma elite aristocrática e nobre que se compunha a Corte. A preocupação exclusiva com a criação de ensino superior e o abandono total em que ficaram os demais níveis do ensino demonstraram claramente esse objetivo, com o que se acentuou uma tradição – que vinha da Colônia – a tradição da educação aristocrática. Ao mesmo tempo lançaram-se as bases para uma revolução cultural que, embora lenta, culminou de certa forma na introdução de hábitos de pensamento e ação que vigoravam na Europa no século XIX e compuseram a ideologia da burguesia brasileira em ascensão, no final do século (ROMANELLI, 1991, pp 38-39).

A partir da chegada da família real portuguesa ao Brasil observamos algumas mudanças na área educacional. A principal delas está ligada à fundação dos primeiros cursos superiores, institutos de pesquisa, museus entre outras.

Portanto a importância dada ao ensino superior era a de satisfazer a elite. Também se faz necessária a observação de que os demais níveis de ensino foram preteridos.

Nesse contexto é interessante fazermos referência a uma iniciativa considerada inovadora no Brasil, relacionada à educação científica, posta em prática no Brasil no final do século XVIII. Foi criado em 1800 o Seminário de Nossa Senhora das Graças, conhecido como Seminário de Olinda, sob a direção do bispo Azeredo Coutinho, um curso de Educação Secundária, fundado em bases diferentes.

Segundo Alves (1999), Azeredo Coutinho, nasceu no Rio de Janeiro, de família abastada, herdeiro de engenho de açúcar, abriu mão de sua herança e foi estudar em Coimbra – Letras e Filosofia, formando-se em Direito Canônico. Retornou ao Brasil e, como Bispo de Olinda, fundou um seminário para a formação de padres (no ano de 1800). Com uma formação bastante permeada pelas ideias iluministas propôs uma escola de nível médio que formasse clérigos versados no desenvolvimento da ciência. O Seminário aparece como uma mistura entre a importância do clero católico na sociedade colonial brasileira e a defesa do ideal burguês iluministas (partindo da ideia de que a demanda da sociedade, naquele momento, estava ligada a uma formação mais técnica do que teórica, na qual podemos reconhece-se a visão jesuíta).

Como nos mostra Zotti (2005) dentro de um universo pautado nos moldes humanísticos essa iniciativa era um tanto diferente já que em seu currículo organizavam-se matéria científicas (ciências naturais – física, química, mineralogia, botânica e desenho) e estudos clássico (humanidades) num currículo integrado. O ensino era graduado, alunos divididos em séries ou classes de trabalho e havia uma divisão do trabalho docente entre diversos professores. Esta iniciativa estaria ligada ao aumento do poder da burguesia e do estabelecimento do novo modo de produção ligado ao crescimento desta classe no Brasil mas ainda com o perfil de um ensino ilustrado, sofrendo influência do Iluminismo que se disseminava, sobretudo pelos países europeus.

Dentro da perspectiva de uma análise histórica das instituições é que se deu a compreensão de como o Seminário de Olinda representou uma ruptura com a educação jesuítica, embora conservando relevantes vestígios da metodologia inaciana. Como modelo da reforma pombalina, o mencionado colégio-seminário de estudos secundários é considerado por alguns estudiosos como o precursor dos Cursos Jurídicos, consolidando o Estado Nacional que, mesmo a despeito da lacuna deixada pelos jesuítas, não tinha mais necessidade de importar bacharéis de Portugal, formando seu próprio corpo burocratizado (SANTOS; CASIMIRO, 2013, p. 08).

Após a independência política passou-se a discutir um sistema nacional de instrução pública e todos os projetos educacionais iniciados pelo clero que aderiu às perspectivas burguesas foram extintos.

O que representou o golpe de misericórdia e a desarticulação definitiva desses colégios-seminários católicos foi o surgimento dos liceus e dos colégios públicos, depois da Independência. (...). Significativamente, o próprio Colégio Pedro II nasceu sobre os escombros de um colégio-seminário (ALVES, 1999, p. 181).

2.3 – A Educação no Império

O Brasil emancipado não tinha, até aquele momento, organização de seu sistema de educação. Havia saído do período colonial com poucas escolas e um sistema de aulas régias (insuficientes e sem um currículo regular) e passado pela fase joanina com a criação de algumas escolas superiores.

A discussão sobre educação aparece na preparação da nossa primeira Constituição. O momento estava permeado por ideias iluministas de necessidade de participação política e a educação deveria ser um dos elementos que construiria o processo de participação política. Para Nogueira (1999, p. 68) “a educação se identificava expressamente como um direito individual; a seu turno a instrução pública formalizaria um serviço público à liberdade do indivíduo, caracterizando-se, portanto, como instrumento de sua formação de cidadão”.

A Constituição do Império brasileiro foi outorgada em 1824 mas deixou de lado, em seu texto, a ideia de um sistema nacional de educação, mesmo assim assegurava gratuidade de instrução primária a todos os cidadãos além de propor a criação de colégios e universidades para o ensino das Ciências, Belas Letras e Artes²⁴.

Em 1827 foi promulgada a primeira lei geral relativa ao Ensino Elementar²⁵. Esta primeira lei geral vinha ao encontro da necessidade de se estabelecer uma medida que cumprisse o dispositivo explicitado na Constituição de 1824 de garantia de educação primária a todos os cidadãos. Observa-se uma certa sofisticação na organização no que diz respeito ao Ensino Elementar em detrimento a extensão à toda população. Podemos

²⁴ Encontramos a menção sobre os aspectos educacionais no país na Constituição de 1824 no artigo 179, incisos XXXII e XXXIII. Estes estabelecimentos estariam ligados a prática e a formação de uma parcela da sociedade importante para o desenvolvimento econômico do Império dentro da lógica burguesa e liberal.

²⁵ Segundo Ribeiro (1993), a lei de 1827 foi a única lei geral relativa ao ensino elementar até 1946.

também notar que não há muitas referências às garantias do cumprimento efetivo da lei. De qualquer maneira encontramos no projeto o detalhamento do conteúdo que deveria ser trabalhado no ensino elementar²⁶. Como nos mostra Gonçalves (2011, p. 99), “essa lei teve pouco sucesso em sua implantação, situação essa em geral atribuída aos recursos escassos, aos baixos salários oferecidos, à falta de professores e o malogro no sistema de fiscalização, efetuada pelas localidades”.

Em 1834 foi promulgado o Ato Adicional, a única emenda à Constituição imperial. Logo após a abdicação de Pedro I o país precisou reorganizar-se. Nos 32 artigos do Ato, estabeleceu-se algumas mudanças significativas, entre elas a extinção dos Conselhos Gerais das províncias e a criação, em seu lugar, das Assembleias Legislativas provinciais com poderes para legislar sobre economia, justiça, educação, entre outros. A cidade do Rio de Janeiro foi transformada em Município Neutro, desmembrado da Província do Rio de Janeiro, que passou a ter a sede do governo em Niterói.

No plano educacional o Ato Adicional, embora não tratasse especificamente da instrução pública, determinou sua descentralização. Isto queria dizer que as províncias teriam o direito de legislar e promover a educação pública elementar mas manteve atrelada ao poder imperial as Faculdades de Medicina, Direito e Academias já existentes e todos os outros que viessem a ser criados. Desta forma a legislação criou um sistema dual de administração.

O poder central se reservou, e a ela se limitou, o direito de promover e regulamentar a educação do Município Neutro e a educação de nível superior, em todo Império, enquanto delegou às Províncias a incumbência de regulamentar e promover a educação primária e média em suas próprias jurisdições (ROMANELLI, 1991, p.39).

Com esta descentralização observou-se um verdadeiro dismantelamento da escola pública elementar. A falta de recursos impediu que as províncias criassem uma rede eficiente de escolas. Nem mesmo as chamadas Escola de Primeiras Letras conseguiram sobreviver. O resultado final foi um desastre para a educação brasileira e, ao mesmo tempo, podemos enxergar a ideologia por trás desta realidade. Os níveis elementares da educação foram abandonados e o nível superior estava protegido, tutelado pelo governo

²⁶ É bastante interessante a menção que se faz, nesta lei, ao ensino feminino. Existe a prerrogativa de se criarem escola “para meninas” nas localidades mais populosas (artigo 11) e dos conteúdos que deveriam ser ensinados (pouca aritmética e a inserção de “prendas domésticas”), bem como a contratação de mestras (“brasileiras e de reconhecida honestidade”) que também deveriam se submeter às avaliações dos exames públicos (artigo 12).

imperial. Isso reitera o papel aristocrático de que a educação brasileira já se revestia. O ensino primário ficou quase que abandonado, o secundário acabou, em sua grande parte, nas mãos da iniciativa privada.

O governo central criou, em 1837 Imperial Collegio de Pedro II²⁷ com o objetivo de servir de modelo para outras iniciativas a serem desenvolvidas no país e com a finalidade de educar a elite brasileira. A educação secundária servia de passagem para o ingresso aos cursos superiores, portanto apresentando ensino meramente propedêutico e intensamente influenciado pelo ensino ilustrado europeu. Segundo Zotti (2005, p. 35)

A partir do Ato Adicional, configuram-se dois sistemas de ensino secundário: o sistema regular seriado e o sistema irregular. O primeiro oferecido no Colégio Pedro II (criado em 1837), nos Liceus provinciais e em alguns estabelecimentos particulares. O segundo, predominantemente, era constituído pelos cursos preparatórios que permitiam o ingresso no ensino superior sem a conclusão do ensino secundário regular, bastando o aluno ter sido aprovado nos exames parcelados. Os cursos regulares públicos eram os que gozavam de maior prestígio, por serem modelo e, portanto, privilégio da elite.

Vale ressaltar que neste momento existiam algumas iniciativas para a formação de uma mão de obra capacitada para o trabalho não intelectual eram os chamados cursos técnicos (chamados cursos técnico-profissionalizante) que tinham uma orientação específica desde o período colonial, ensinar aos órfãos e desvalidos uma profissão para que pudessem sobreviver na sociedade. Portanto podemos concluir que estes cursos eram direcionados para os mais pobres. Destacamos dois liceus com estes cursos: o Liceu de Artes e Ofício do Rio de Janeiro (1858) e o de São Paulo (1873) contudo este tipo de educação só se fortaleceu em outro contexto - já no período republicano. Dentro dos cursos profissionalizantes também devemos incluir os cursos de formação de professores, os chamados de *Cursos Normais*²⁸ que foram criados visando a melhoria no preparo dos docentes. Em princípio era um curso voltado ao público masculino (a partir do final do século XIX esta formação passou a ser mais comum). Segundo Gonçalves (2011) a

²⁷ Segundo Ribeiro (1993, p.50), neste período foram criados alguns outros liceus provinciais: 1825, o Ateneu do Rio Grande do Norte; 1836, os Liceus da Bahia e da Paraíba. Estas escolas secundárias não passavam de reunião das aulas avulsas num mesmo prédio. Com o passar do tempo passaram a ter caráter preparatório para os exames de ingresso ao ensino superior.

²⁸ Foram criadas escolas normais em várias províncias do país: Minas Gerais (1835), Rio de Janeiro (1835), Bahia (1836), São Paulo (1846). Sabe-se que, embora criadas legalmente, as maiorias dessas escolas optaram por mandar professores para estudar fora do país, para aprender os métodos mútuos e simultâneos. Apenas a Escola Normal de Niterói iniciou suas atividades na década de 30 do século XIX. (http://www.histedbr.fe.unicamp.br/navegando/periodo_imperial_intro.html, acesso em 21 de junho de 2014)

expansão do ensino normal foi limitada não só pela falta de professores, mas também de alunos, já que a profissão não parecia ser muito interessante e os salários muito ruins.

Podemos resumir, nas palavras de Romanelli (1991, p. 40) as condições do ensino no Brasil durante o período imperial,

(...) completam o quadro geral do ensino, no período monárquico, além de poucas escolas primárias (em 1888, 250.000 alunos para uma população de 14 milhões de habitantes), dos liceus provinciais, em cada capital de província e dos colégios particulares, em algumas cidades importantes, alguns cursos normais, o Liceu de Artes e Ofícios, criado na Corte, em 1856, e mais alguns cursos superiores que foram enriquecidos com a transformação da antiga Escola Central em Escola Politécnica e a criação da Escola de Minas de Ouro Preto, no governo de Rio Branco (1871-1876).

É importante ainda apontarmos que os cursos superiores tinham o objetivo de formar a camada que organizaria o país independente. Portanto a criação (e manutenção) de cursos de Direito, de Engenharia e de Medicina eram prioridade.

Vale lembrar que o ensino secundário teve sua origem no ensino clássico humanista estabelecido pelos jesuítas, ainda no período colonial, passando a um ensino moderno buscando incorporar as mudanças iluministas no período pombalino. Embora, naquele momento, se pretendesse uma mudança ela não ocorreu mantendo-se o ensino secundário através das Aulas Régias. Com a influência das ideias liberais, após o movimento de independência, adota-se no Brasil o modelo vigente na França. A fundação do Colégio Pedro II, as mudanças implantadas num ensino seriado passou servir de modelo para o ensino secundário nacional. Sua concepção demonstra interesse na preservação de uma educação nos moldes dos interesses da elite para sua própria manutenção, portanto preservando os ideais das camadas dominantes. Podemos ainda destacar que esse grupo acreditava que a adoção de sistemas de ensino de países mais desenvolvidos, sem as necessárias adaptações, traria ao país as mesmas condições de “progresso e civilização”. Isso nos mostra que culturalmente este segmento não conseguiu enfrentar de modo direto nossas realidades.

Como nos mostra Zotti (2005, p. 41), podemos entender que o ensino secundário no período imperial

(...) teve uma clara função seletiva, destinado às minorias, devido ao seu papel intermediário ao almejado ensino superior. (...) O currículo esteve sempre atrelado aos interesses do ensino superior, portando os planos de estudo, ora com ênfase nas humanidades, ora nas ciências (com menor força) caracterizaram-se

informativos e verbalistas, o que evidencia o dilema, a cada reforma, entre a formação literária e a formação científica.

2.4 – A Educação na República

Partindo da análise da educação durante o período imperial temos um claro panorama da vocação da educação na estruturação do Brasil independente. Esta era fundamental para a manutenção da elite - composta principalmente pelos proprietários de terras. Para isso deixou-se de lado a formação elementar, como escola pública, que estava sob a responsabilidade das disposições de cada província. Os cursos secundários eram meios de tornar real a necessidade de “crescer” através da profissão, portanto servindo de acesso ao ensino superior que iria tornar a aspiração em realidade. Isto é, a partir da formação superior o “doutor” passava a ter credibilidade numa sociedade que apresentava características elitista e aristocrática. Os cursos profissionalizantes eram a opção para o grupo mais pobre da sociedade.

É também interessante marcarmos que neste período a formação acadêmica era basicamente fundamentada ainda na tradição humanística. Pode-se entender que o que predominou na educação das elites foi a formação acadêmica, humanística e retórica.

Como nos mostra Ribeiro (1993), permanecendo na alçada do governo central (após a promulgação do Ato Adicional), era o nível superior o que mais interessava às autoridades porque estes eram os cursos que formariam a elite dirigente.

Esta descentralização foi reafirmada na Constituição de 1891 (a primeira da República). Apesar do fracasso que esta situação representara para o ensino elementar permaneceu como responsabilidade dos governos estaduais (mais do que manter, os estados poderiam, a partir daquele momento, legislar sobre este segmento educacional). Além da educação elementar coube aos estados criar e controlar o ensino profissionalizante (que até aquele momento praticamente se resumia ao ensino normal) e algumas escolas técnicas. Em contrapartida coube à União criar e controlar a educação superior em toda a Nação, bem como criar e controlar o ensino secundário acadêmico e todos os níveis de instrução do Distrito Federal.

Como nos mostra Romanelli (1993), consagrando-se este sistema dual de educação oficializava-se a distância existente entre a educação da classe dominante (escola secundária acadêmica e ensino superior) e educação do povo (escola primária e escola profissional). Essa dualidade também refletia a situação da sociedade brasileira.

Este foi o direcionamento da educação brasileira durante os primeiros anos da República. Apesar do país ter passado por mudanças política e econômica podemos observar que o desinteresse do governo republicano pela disseminação da instrução (pública e particular) e pela manutenção da descentralização do sistema escolar. Foram muitas reformas (ou tentativas delas...) e quase nada se modificou.

A primeira das reformas foi proposta no ano de 1890 quando foi criado o Ministério da Instrução Pública, Correios e Telégrafos. Este ministério, encabeçado por Benjamin Constant, buscou substituir um currículo acadêmico por um outro mais enciclopédico, estabeleceu um ensino seriado, organizando o sistema como um todo. Com esta proposta atingia praticamente todo o sistema de ensino além de propor a criação de um centro de aperfeiçoamento do magistério. Embora a proposta fosse interessante não conseguiu o apoio político da elite que enxergava as mudanças como uma ameaça para a ordem estabelecida. Além disso não havia uma infraestrutura para assegurar a implantação das mudanças

É bastante importante destacarmos que através da Reforma Benjamin Constant buscou-se mudar a matriz de formação do ensino secundário. Segundo Ribeiro (1993) havia intenção de fundamentar a formação na ciência rompendo com a formação humanista clássica de forma que se conseguisse romper também com o academicismo presente na nossa educação. Segundo os teóricos da reforma a predominância literária deveria ser substituída pela científica (por isso foram introduzidas as disciplinas científicas no currículo regular – matemática, astronomia, física, química, biologia, sociologia e moral, respeitando a ordenação positivista). O modelo recebeu muitas críticas e não conseguiu modificar a situação da educação elementar no país.

Podemos citar algumas outras reformas que, da mesma maneira, não trouxeram mudanças ao panorama educacional do país. Todas não passaram de tentativas frustradas de mudança e nunca puderam compor um plano nacional de educação.

A Primeira República teve, assim, um quadro de demanda educacional que caracterizou bem as necessidades sentidas pela população e, até certo ponto, representou as exigências educacionais de uma sociedade cujo índice de urbanização e de industrialização eram baixos. A permanência, portanto, da velha educação acadêmica e aristocrática e a pouca importância dada à educação popular fundamentavam-se na estrutura e organização da sociedade. Foi somente quando essa estrutura começou a dar sinais de ruptura que a situação educacional principiou a tomar rumos diferentes. De um lado, no campo das ideias, as coisas começaram a mudar-se com movimentos culturais e pedagógicos em favor de reformas mais profundas; de outro, no campo das aspirações sociais, as

mudanças vieram com o aumento da demanda escolar impulsionada pelo ritmo mais acelerado do processo de urbanização ocasionado pelo impulso dado à industrialização após a I Guerra e acentuado depois de 1930 (ROMANELLI, 1991, p. 45).

Durante o período da primeira República no Brasil foram os positivistas que idealizaram e fizeram as mudanças na estrutura do sistema educacional brasileiro²⁹.

As mudanças econômicas e o desenvolvimento do processo de industrialização evidenciaram um problema crônico no Brasil, o analfabetismo.

Com a sociedade brasileira se desenvolvendo em base urbano-comercial desde a segunda metade do século XIX, o analfabetismo passa a se constituir um problema, porque as técnicas de leitura e escrita vão se tornando instrumentos necessários à integração em tal contexto (RIBEIRO, 1993, p. 82).

Mas enquanto os setores conservadores lutavam por manter seus privilégios na área educacional os setores progressistas pregavam a modernização do sistema de ensino. A parcela mais instruída das camadas médias, influenciadas por correntes liberais reivindicavam uma mudança no sistema educacional. A luta girava entre as ideias de expansão da rede escolar com o objetivo de resolver o problema da alfabetização (movimento conhecido como “entusiasmo pedagógico”) e a ideia de otimizar o ensino, ou seja, de melhorar as condições didáticas e pedagógicas da rede escolar (processo conhecido como “otimismo pedagógico”). Esta situação segue inalterada até meados de 1930.

Mas, a partir de 1930, começamos a perceber mudanças na organização social nacional. Sobre a mudança Bresser Pereira (2001, p. 223) aponta o seguinte:

A depressão mundial dos anos 30 e a Revolução de 1930, entretanto, embora não interrompam, a não ser momentaneamente, o desenvolvimento, marcarão o fim da dominação exercida pela aliança das elites patrimonialistas e cafeiras. Forma-se então uma nova aliança dominante, formado por representantes dos setores voltados para o mercado interno do latifúndio mercantil, pela nova burguesia industrial, e pela moderna burocracia.

Observa-se a mudança a partir da insatisfação das camadas médias urbanas com a articulação feita pela elite agrária, principalmente no que diz respeito ao sistema político. Está claro que este grupo emergente estava inserido no sistema de produção que nascia no

²⁹ Houve uma oscilação entre a influência humanística clássica e a orientação positivista. Temos a reforma educacional estabelecida do ensino primário e secundário estabelecida por Benjamin Constant (1890-1891), o código de Eptácio Pessoa (1901), a reforma de Rivadavia Corrêa (1910-1914) e ainda as reformas de Carlos Maximiliano (1915) e Luis Alvas e Rocha Vaz (1925). Segundo Ribeiro (1993, p.80), enquanto a reforma era vista como forma de solucionar o problema da reforma anterior os problemas reais se agravavam na escola.

Brasil. Ainda segundo Bresser Pereira (2008) a crise que se estabeleceu no Estado Oligárquico foi uma crise de integração dessas novas camadas no próprio sistema político.

Ou seja, a Revolução de 1930 marcou a integração da classe média moderna nas classes dirigentes brasileiras. Mas não apenas da classe profissional, que se manifestou principalmente ao nível do Exército e dos tenentes. Também da classe média burguesa - da burguesia industrial que não participou ativamente da revolução mas foi afinal sua grande beneficiada, porque a partir de 1930 o desenvolvimento industrial brasileiro ganha um grande e decisivo impulso, e porque Getúlio Vargas, membro da velha oligarquia, teve visão política e, compreendendo que o desenvolvimento econômico do país dependia da industrialização tratou de integrar a burguesia industrial em um pacto político informal, nacional-desenvolvimentista (...) (Bresser Pereira, 2008 p. 45).

Ribeiro (1993, p. 100) nos mostra que “para o ensino de grau médio, o objetivo propagado era o desenvolvimento do espírito científico, a organização envolvendo múltiplos tipos de cursos integrado com o primário e o superior”. A política educacional imperial é mantida no início da república assegurando a existência do ensino secundário. Todas as reformas evidenciaram a função preparatória para o ingresso ao curso superior. Mas o modelo curricular que privilegiava as humanidades, apesar de introduzir em alguns momentos as disciplinas científicas (para “modernizar” a formação) reforça o caráter propedêutico no secundário. Destacamos ainda a necessidade de estas elites se manterem no poder e a educação fazia parte desta estratégia.

Embora este fosse o cenário da educação brasileira é interessante registrarmos uma experiência diferente que foi implantada aqui no início do período republicano. O Brasil do século XX já começava a mudar. A industrialização, aos poucos, avançava e trazia com ela a urbanização. Uma nova camada social surgia, o proletariado.

O fluxo de imigrantes europeus, em especial italianos e espanhóis, vai encontrar o Brasil do início do século 20 em uma fase manufatureira, ideal para a expansão de suas lutas pela autonomia do trabalhador. É interessante notar que as associações operárias e os sindicatos da época tinham uma função de corporações de ofício, ou seja, defendiam não apenas os interesses de classe, mas também a valorização e perpetuação da profissão. Era nos sindicatos e nas associações que os operários aprendiam mais acerca de seu serviço, auxiliados por outros operários, geralmente imigrantes, com conhecimentos que lhes permitia ministrar cursos de ofício que valorizassem o operariado e mantivessem sua autonomia como classe, e, não raro, alfabetizar seus pares (ALVIANO, 2011, p. 167).

Em meio a estas mudanças surge um modelo de educação que vinha ao encontro das necessidades deste novo grupo de trabalhadores. Alviano (2011) elenca alguns fatores para o sucesso desta proposta,

Entre diversos fatores que deram condições para a experiência pedagógica libertária no início do século 20 no Brasil, podemos nos deter em alguns como o imigrantismo, a influência das ideias socialistas divulgadas na primeira internacional sobre a classe trabalhadora brasileira, o “entusiasmo pela educação” durante a primeira república e uma legislação que permitiria uma boa dose de autonomia às instituições educacionais (ALVIANO 2011, p. 168).

Observamos então a ação de grupos predominantemente anarquistas que lutavam pela implantação de novos modelos educacionais (e, conseqüentemente, a criação de uma nova “escola”) que atendesse as necessidades desta classe que estava em crescimento. Estas lideranças entendiam que o alto índice de analfabetismo presente entre os trabalhadores era fator preponderante para a dificuldade em se divulgar a própria ideia de luta por direitos. Na visão deste grupo a escola do Estado era voltada para a aristocracia e a burguesia e para a manutenção desta ordem.

Durante a primeira década do século XX as chamadas *Escolas Modernas* são estruturadas. Elas utilizavam a chamada pedagogia racionalista³⁰. Seus idealizadores acreditavam na criação de escolas independentes (tanto do Estado como da Igreja) e, financiadas pelos próprios trabalhadores. Ensino integral (que conseguisse formar o ser humano como um todo), racional (fundamentado na razão e não na fé), misto (convivência entre meninos e meninas) e solidário (com o objetivo de formar homens livres que respeitassem a liberdade alheia) eram os valores desenvolvidos nestes estabelecimentos.

Foi no início do século XX que estas escolas se disseminaram nas cidades em que a indústria havia se instalado³¹. A mais emblemática delas foi instalada em São Paulo, em 1912 e tornou-se um símbolo do sucesso da pedagogia libertária. É importante mencionarmos que o estudo da ciência corria como fio condutor de seu currículo, mas com o intuito de fazer uma educação moral orientada pelo racionalismo científico. Segundo os princípios libertários o racionalismo deveria estar a serviço do homem para libertá-lo de

³⁰ Segundo Alviano (2011), este modelo de escola diz respeito aos movimentos libertários ligados às experiências anarquistas que foram aplicadas à educação brasileira no início do século XX. Estas experiências tiveram como fundamento as ideias educacionais do educador espanhol Francisco Ferrer y Guardia, criador da Escola Moderna (sua metodologia era baseada na cooperação, na autonomia do aluno e no respeito mútuo).

³¹ No Brasil as escolas libertárias surgiram a partir de 1895. A primeira que se tem registro foi a “Escola União Operária”, no Rio Grande do Sul. A partir daí outras forma surgindo, tais como: Escola Eliseu Reclus, em Porto Alegre (1906), Escola Germinal, no Ceará (1906), Escola da União Operária de Franca (1906), Escola PP da Liga Operária de Sorocaba (1911), Escola Operária 1º de Maio no Rio de Janeiro (1912), Escola Moderna de Petrópolis (1913) e as Escolas Modernas n. 1 e n. 2 em São Paulo (1912). http://www.histedbr.fe.unicamp.br/navegando/artigos_frames/artigo_052.html, acesso em 23 de junho de 2014.

todo e qualquer dogma e não de escravizá-lo. Para que os estudantes tivessem o verdadeiro espírito livre deveriam ter aguçado um senso de observação crítica e racional que pudessem fazer crítica à sociedade em que estavam inseridos.

A partir destes princípios organizou-se uma escola especial. O curso era oferecido para crianças, jovens e adultos, dividido em três partes: primário, médio e adiantado. O interessante é observarmos o currículo destes cursos³². No primário as disciplinas eram: português (rudimentos), aritmética, caligrafia e desenho. No curso médio tínhamos gramática (mais avançada), as disciplinas do curso anterior (num modo mais avançado) e acrescentava-se princípios de ciências. Já, no curso adiantado mantinha-se as disciplinas dos cursos anteriores e incluía-se geografia, noções de ciências físicas e naturais, história, geometria e datilografia. O curso era voltado para a formação do trabalhador. Havia também a diferença das estratégias de trabalho que buscavam uma maior participação dos estudantes como forma de estabelecer relações de aprendizagem, sem trabalhar com a ideia do medo e da punição.

Em 1919 a iniciativa libertária relacionada à educação ficou comprometida após a explosão de uma casa no bairro do Brás onde morreram quatro militantes anarquistas. Este fato fez com que o governo determinasse o fechamento das Escolas Modernas n. 1 n. 2 de São Paulo. Além da explosão outra justificativa utilizada para o fechamento do empreendimento, foi a suposição de que um golpe anarquista estaria sendo engendrado dentro das escolas. Mas havia outro fator determinante para que essa iniciativa fosse bloqueada, a relação do Estado com a educação e seu controle.

A partir da década de 1920 observamos a extinção paulatina da concepção libertária de educação e a incorporação deste ideal na nova perspectiva de reformas que fundamentava a mudança social através do viés da educação.

2.5 – A Educação republicana após a Revolução de 1930

É a partir de 1930 com a chegada de Getúlio Vargas ao poder que notamos algumas mudanças mais efetivas no ensino em geral. Ao assumir o poder o governo provisório de Vargas buscou estabelecer condições de administrativas para conseguir governabilidade. Entre suas estratégias estava a criação de novos ministérios. O Ministério da Educação e

³² As informações sobre o currículo destas escolas estão no artigo de Angela Maria Souza Martins, *A Educação Libertária na Primeira República*. O material está disponível no seguinte endereço: http://www.histedbr.fe.unicamp.br/navegando/artigos_frames/artigo_015.html, acesso em 30 de junho de 2014.

Saúde foi instituído logo após a tomada do poder, em 1930. Francisco Campos assumiu o ministério e realizou a primeira grande mudança daquele governo. Defendeu a necessidade de desenvolvimento de um sistema de ensino e realizou a reforma através de uma série de decretos³³.

Através da reforma o país passou a ter uma estrutura orgânica em todos os seus níveis (MORAES, 1992). Pela primeira vez havia uma legislação que estruturava todos esses níveis da educação em todo território nacional. Era o início de uma ação objetiva do Estado em relação à educação.

Através da reforma organizou-se o ensino secundário que passou a ser dividido em dois períodos: fundamental (com 5 anos) e complementar (com 2 anos). A frequência passou a ser obrigatória bem como sua conclusão para o ingresso no ensino superior. A conclusão do curso complementar só era exigida para alguns cursos superiores (para as faculdades de Direito, Medicina, Odontologia e Farmácia e Engenharia e Arquitetura). Além da organização do novo currículo para o ensino secundário a reforma equiparou todos os colégios (públicos e privados) que passaram a ter que submeter à inspeção federal. Estabeleceu normas para a admissão do corpo docente além de organizar o sistema de inspeção (ROMANELLI, 1991). É interessante observarmos que o currículo implantado após a reforma manteve-se distante da realidade nacional conservando um caráter altamente enciclopédico³⁴. O ensino secundário manteve seu caráter humanista.

Em relação ao ensino comercial também ficou dividido em dois ciclos e um curso superior de Finanças (apenas para quem havia cursado os dois ciclos propostos). É também interessante notar que não há menção ao ensino técnico. Mantinha-se a premissa que vetava a esse estudante o ingresso ao curso superior. Apenas o aluno que tivesse cursado o

³³ Como nos mostra Romanelli (1991, p. 131), esta mudança ficou conhecida como a “Reforma Francisco Campos” e foi estabelecida através dos seguintes decretos: 1. Decreto 19.850 – 11 de abril de 1931: cria o Conselho Nacional de Educação; 2. Decreto 19.851 – 11 de abril de 1931: dispõe sobre a organização do ensino superior no Brasil e adota o regime universitário; 3. Decreto 19.852 – 11 de abril de 1931: dispõe sobre a organização da Universidade do Rio de Janeiro; 4. Decreto 19.890 – 18 de abril de 1931: dispõe sobre a organização do ensino secundário; 5. Decreto 20.158 – 30 de junho de 1931: organiza o ensino comercial, regulamenta a profissão de contador; 6. Decreto 21.241 – 14 de abril de 1932: consolida as disposições sobre o ensino secundário.

³⁴ Ainda segundo Romanelli (1991, pp. 135-136), o ciclo fundamental do ensino secundário buscou oferecer uma educação básica geral, incluindo no seu currículo português, francês, inglês, latim, alemão, história, geografia, matemática, ciências físicas e naturais, física, química, história natural, desenho e música (canto orfeônico). No ciclo complementar (que variava conforme a carreira pretendida, incluía-se biologia, noções de economia e estatística, biologia geral, psicologia e lógica, higiene, sociologia, história da filosofia e matemática. A carga horária de cada disciplina também poderia variar segundo o curso complementar pretendido.

ensino secundário poderia chegar àquele nível de educação. O mesmo valia para o ensino comercial (exceção feita ao curso superior de Finanças).

Já, para o ensino superior previa-se a criação de universidades que embora pudessem elaborar seu próprio estatuto de funcionamento (organização administrativa e didática) deveria submetê-lo ao Ministério. As universidades poderiam ser públicas ou privadas.

O Conselho Nacional de Educação tinha por finalidade assessorar o Ministério da Educação em suas funções. Cabe aqui uma observação, os membros escolhidos para compor este conselho eram representantes do ensino secundário e do superior. Não havia a participação de elementos do curso primário e do técnico. Isso nos mostra as prioridades do Estado em relação à educação.

Em 1932 vivenciou-se um outro episódio bastante significativo para o desenvolvimento da educação nacional. Já estava em curso uma polêmica envolvendo intelectuais mais liberais que acreditavam na importância do crescimento da escola pública e laica e os representantes das elites e a Igreja Católica que defendiam a escola tradicional. Foi em 1932 que representantes do movimento renovador redigiram um documento em que tornavam público seus anseios. O documento conhecido como “Manifesto dos Pioneiros da Educação”³⁵. Este episódio representou o auge da luta ideológica entre partidários da escola tradicional e renovadores e influenciou o rumo da educação brasileira. As constituições de 1934 e de 1937 foram fortemente influenciadas pelas discussões feitas na sociedade.

Gonçalves (2011) destaca algumas das conquistas desta luta incorporada na constituição de 1934: a União passou a ser responsável pelas diretrizes gerais da educação nacional e os estados a organizar e manter os sistemas de ensino; a manutenção da gratuidade do ensino primário e a obrigatoriedade da frequência; criou-se os Conselhos Estaduais de Educação; obrigação do Estado de aplicar recursos na educação (conquista dos renovadores); manutenção do ensino religioso nas escolas públicas primárias (conquista da Igreja Católica) mas de presença facultativa e isenção de impostos para estabelecimentos particulares de ensino.

³⁵ Segundo Vidal (2013) O Manifesto reivindicava a direção do movimento de renovação educacional brasileiro, como se indicia em seu próprio título. Vinha a público no âmago das disputas pela condução das políticas do recém criado Ministério da Educação e Saúde no Brasil (1930).”

A partir de 1937, com o Estado Novo e Vargas ainda no poder, as lutas ideológicas relativas aos problemas educacionais pareceram ficar minimizadas.

(...) a competência da União foi ampliada pois ela deveria fixar bases e diretrizes para a educação nacional. Por outro lado, o dever do Estado foi diminuído: a gratuidade, embora mantida, não era absoluta, pois quem não alegasse pobreza deveria pagar uma contribuição mensal. Finalmente, o ensino religioso ganhou mais força, com a possibilidade de ser matéria das escolas primárias, normais e secundárias (GONÇALVES, 2011, p. 133)

Em 1942 o então ministro da Educação Gustavo Capanema reorganizou o ensino através das chamadas Leis Orgânicas. Mais uma vez o governo optou por fazer reformas parciais na educação ao invés de uma reforma integral como exigia o momento. Romanelli (1991) nos mostra que estas leis abrangeram todo o ensino primário e médio. Foram sendo implementadas entre os anos de 1942 e 1946.

FIGURA 2 – Leis Orgânicas de Ensino

Lei Orgânica	Decreto-Lei Data	Diretrizes
Do ensino industrial	nº 4.073 30/01/1942	1º ciclo: básico (2 anos) 2º ciclo: técnico (3-4 anos) formação de professores (1ano – pedagógico)
Do ensino secundário	nº 4.244 09/04/1942	1º ciclo: ginásial (4 anos) 2º ciclo: clássico ou científico (3 anos)
Do ensino comercial	nº 6.141 28/12/1943	1º ciclo: básico (4 anos) 2º ciclo: cursos técnicos de comércio, propaganda, administração, contabilidade, estatística e secretariado (3 anos)
Do ensino primário	nº 8.529 02/01/1946	Elementar (4 anos) mais complementar (1ano) Supletivo (2 anos), apenas para jovens e adultos
Do ensino normal	nº 8.530 02/01/1946	1º ciclo: formação do regente para a escola primária (4 anos) 2º ciclo: formação para o professor da escola primária (3 anos) O 1º ciclo era equivalente ao ensino ginásial e o 2º ciclo ao clássico
Do ensino agrícola	nº 9.613 20/08/1946	1º ciclo: básico (4 anos) 2º ciclo: técnico (3 a 4 anos)

Fonte: Romanelli (1991, p. 153-165)

Segundo Romanelli (1991) o currículo do curso ginásial era composto por: português, latim, francês, inglês, matemática, ciências naturais, história geral e do Brasil,

geografia geral e do Brasil, trabalhos manuais, desenho e canto orfeônico. Já o curso clássico tinha em seu currículo: português, latim, grego (opcional), francês (opcional), inglês (opcional), espanhol, matemática, história geral e do Brasil, geografia geral e do Brasil, química, física, biologia e filosofia. O curso científico era composto português, francês, inglês, espanhol, matemática, história geral e do Brasil, geografia geral e do Brasil, química, física, biologia, desenho e filosofia. Como podemos ver quase não existe variação no currículo dos cursos. Notamos também que ainda existe uma concepção essencialmente humanista mantida já que este nível de ensino deveria formar as “individualidades condutoras”. De qualquer forma a reforma manteve a característica de ser um curso preparatório ao ensino superior.

Ainda é importante colocar que a partir deste período a demanda pelo ensino secundário aumenta forçando o sistema de ensino que havia sido estruturado para receber os filhos da elite a receber parcelas das camadas populares que viam na educação uma forma de ascensão social.

Há a necessidade de apontarmos que os cursos de ensino industrial também são importantes para a análise do ensino secundário já que estavam no mesmo nível. Neste momento o Brasil passava por uma fase de grande desenvolvimento industrial e a necessidade de formar pessoal capacitado para estas funções era muito grande. Como complemento para esta modalidade de ensino foi criado um sistema paralelo ligado ao Ministério do Trabalho, a saber, o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) e o Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (SENAC)³⁶.

Mas é importante apontarmos que mesmo com tantas reformas e com a aplicação das leis orgânicas o sistema de ensino do país continuou dividido.

Com o manter e acentuar o dualismo que separava a educação escolar das elites da educação escolar das camadas populares, a legislação acabou criando condições para que a demanda social da educação se diversificasse apenas em dois tipos de componentes: os componentes dos estratos médios e altos que continuaram a fazer opções pelas escolas que “classificavam” socialmente, e os componentes dos estratos populares que passaram a fazer a opção pelas escolas que preparavam mais rapidamente para o trabalho. Isso, evidentemente, transformava o sistema educacional, de modo geral, em um sistema de discriminação social (ROMANELLI, 1991, p. 169).

A partir de 1946 tem início no Brasil uma fase de redemocratização após o fim do Estado Novo. Naquele momento foi promulgada uma nova constituição. Esta caracterizada

³⁶ Segundo Aquino (2010), estes sistemas de ensino foram criados através dos seguintes decretos: Decreto-lei nº 4.048, de 22 de janeiro de 1942 e Decretos-lei nº 8.621 e 8.622 de 10 de janeiro de 1946.

pelo espírito liberal e com a preocupação em manter a ideia de que a educação era um direito de todos e suas bases e diretrizes deveriam ser estabelecidas pela União.

Após um período de discussões sobre os caminhos que deveriam nortear a educação, em 1948 foi instituída uma comissão para iniciar a elaboração da Lei de Diretrizes e Bases (LDB). Entre as discussões e debates e sua promulgação passaram-se longos treze anos. Em relação ao tempo gasto para a aprovação da legislação esta espera foi ruim mas podemos contar como ponto positivo a própria ideologia implícita nestas discussões. Retomava-se os ideais pelos quais os “pioneiros” haviam lutado basicamente duas décadas antes, mas neste momento com a mobilização de uma parcela muito maior da sociedade.

2.6 – A Educação em tempos de LDB

A Lei nº 4.024 foi aprovada em 20 de dezembro de 1961 e manteve a estrutura tradicional de ensino. O sistema continuou organizado da seguinte forma: ensino pré-primário (escolas maternais e jardins de infância), ensino primário (4 anos), ensino médio (subdividido em ginásial e colegial – com 4 e 3 anos respectivamente e incluindo o ensino normal e o técnico) e o ensino superior. O grande avanço alcançado pela nova lei foi o de quebrar a rigidez e inserir um certa descentralização. O currículo tinha flexibilidade e além da parte obrigatória os estados tinham a possibilidade de construir um currículo mais voltado às suas necessidades anexando as disciplinas necessárias na parte diversificada (ROMANELLI, 1991).

Apesar das pequenas mudanças estabelecidas pela nova legislação ela frustra as expectativas dos grupos mais progressistas. A ênfase no desenvolvimento econômico do Brasil, como base para o desenvolvimento das outras instâncias da sociedade colocou a escola sob os anseios do mercado de trabalho. A concepção produtivista molda o ensino da pedagogia brasileira por meio da pedagogia tecnicista. Desta forma a LDB não avançou no sentido de aumentar o atendimento às classes populares, principalmente no que diz respeito à educação pública. No início da década de 1960 o governo brasileiro tenta realizar as reformas de base (agrária e urbana) buscando reduzir as desigualdades sociais. Os setores mais conservadores se organizam e o Brasil vê seu presidente eleito democraticamente ser deposto num golpe militar.

O país passa por uma mudança drástica a partir de 1964 e o novo governo, de caráter militar tem a necessidade modificar novamente os rumos da educação. A partir daí,

podemos destacar três grandes marcos para a educação nacional (levando em consideração o período que vai de 1964 a 1985, período em que o país esteve sob a tutela do governo militar): a Constituição de 1967, a reforma do ensino superior (Lei nº 5.540/1968) e a reforma do ensino primário e secundário (a nova LDB, Lei nº 5.692/1971).

Em relação a Constituição de 1967 (GONÇALVES, 2011) observamos que manteve-se a gratuidade do ensino, estendendo-se a ação para o ensino secundário, haveria ainda gratuidade no ensino superior: agora, o sistema de vestibulares selecionaria os estudantes para as escolas federais ou estaduais.

A partir da chamada Reforma Universitária podemos observar que o governo conseguiu, estabelecendo um modelo tecnicista (grande preocupação com o planejamento, a racionalidade e eficiência), aumentando o esquema de dominação dentro e fora da universidade, resultando na perda total da autonomia para a primeira.

Com relação ao ensino secundário, a promulgação da nova LDB (n. 5.692/71) reformou o ensino primário transformando-os em 1º grau (passaria a ter oito anos de duração, sendo obrigatório para crianças de 07 a 14 anos). O secundário passou a ser o 2º grau e neste nível a mudança foi mais drástica pois seria instituído o ensino profissionalizante em todas as escolas (conforme a habilitação profissional o curso poderia durar 3 ou 4 anos).

A partir da nova LDB estabeleceu-se que o currículo comum para todo território nacional que giraria em torno de três componentes básicos: Comunicação e Expressão, Ciências e Estudos Sociais. Estes componentes se desmembrariam nos seguintes componentes curriculares: língua portuguesa, língua estrangeira moderna (apenas no 2º grau), educação física, educação artística, matemática, física, química, biologia, programas de saúde, história, geografia, organização social e política brasileira (no 2º grau) e educação moral e cívica (no 1º grau).

Como sabemos esta legislação tinha um amplo caráter profissionalizante. (FRANCISCO; CORDÃO, 1995) Duas vertentes podem explicar sua elaboração: uma, mais imediata e prática, a preocupação do governo com a pressão dos excedentes dos vestibulares e outra, ligada ao processo e pressões econômicas, a necessidade de formação de técnicos para o desenvolvimento econômico acelerado.

Podemos entender que esta nova legislação veio ao encontro das demandas sociais e, em princípio não recebe muitas críticas. Como nos mostra Gonçalves (2011) com o passar do tempo percebe-se um esvaziamento das disciplinas de história e geografia em

detrimento ao papel desempenhado por disciplinas como educação moral e cívica ou mesmo organização social e política do Brasil. Entendemos que isso ocorreu num contexto político delicado dentro de um período de ditadura militar. Outro problema que rapidamente se observou foi a falta de recursos materiais e humanos (capacitados adequadamente) para implantar o ensino profissionalizante. Ainda podemos apontar a disparidade entre o que era solicitado nos vestibulares e o que se ensinava nas escolas. Essa ação proporcionou no crescimento dos cursinhos preparatórios. Podemos ainda apontar como uma consequência nefasta a implantação das licenciaturas curtas (formação superior de apenas dois anos) para atender a grande demanda de professores em virtude da expansão ao acesso à escola pública.

Como vimos a Lei 5.692/71 substituiu praticamente na íntegra a lei anterior para que pudesse atender uma nova situação. Aquele contexto pedia uma nova escola e para tal promulgou-se a nova legislação. É interessante observarmos que para uma grande parcela do professorado esta legislação foi aclamada e, ao contrário da Lei 4.024/61 foi aprovada sem vetos.

A educação, no decorrer do período que vai de 1964 a 1985, relacionou-se à repressão, à privatização do ensino, à exclusão de grande parcela das classes populares do ensino público de boa qualidade, à institucionalização do ensino profissionalizante, à desmobilização do magistério pela via de uma legislação educacional complexa e contraditória e ao tecnicismo pedagógico (JACOMELI, 2010, p. 77).

Com o passar dos anos nem a própria ditadura conseguiu manter a reforma. Segundo Ghirardelli Jr. (1991, p. 118) “a Ditadura fracassou no seu projeto educacional em todos os sentidos. O governo do general Figueiredo, com apenas um ato de caneta, colocou no túmulo a profissionalização obrigatória do ensino de 2º grau.” Desta forma o sistema de ensino idealizado por esta reforma ficou absolutamente descaracterizado.

O governo militar chega ao fim e se instala no Brasil um novo período democrático. Como marca para o início de um período em que se prezava o respeito ao cidadão em contrapartida ao respeito às instituições democráticas houve a necessidade de se reestruturar nossa legislação. Fruto destas discussões chegamos em 1988 com a aprovação de uma nova Constituição³⁷. Neste documento a Educação permeava o texto, mas ainda seria necessária uma legislação mais específica para este campo.

³⁷ Para Ghirardelli (1991, p. 169), a democratização do país estruturou-se sobre a eleição de uma Assembleia Nacional Constituinte com o objetivo de organizar uma nova constituição para este novo Brasil democrático. A Constituição de 1988 certamente foi uma das mais avançadas em direitos sociais (se comparada com as

Em dezembro de 1996 foi aprovada a Lei n° 9.394, nova Lei de Diretrizes e da Educação Nacional, depois de oito anos de tramitação. Podemos elencar algumas das principais mudanças: critérios mais flexíveis na avaliação do aproveitamento escolar; instrumentos para combater a repetência e a defasagem escolar; aumento da carga horária de 667 para 800 horas/aula anuais; descentralização e maior autonomia pedagógica; determinação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs); organização e ampliação do sistema de ensino em educação básica (composta pela educação infantil, ensino fundamental – oito anos e ensino médio – três anos) e educação superior. Foram também modificadas as formas de formar os professores, estabelecendo-se novos parâmetros para tal.

Cabe ainda acrescentar que a União, juntamente com o Distrito Federal, estados e municípios o dever de elaborar o Plano Nacional de Educação³⁸, estabelecer competências e diretrizes para nortear os currículos e seus conteúdos mínimos, garantindo a formação básica comum. A União também passou a ser responsável pelos processos avaliativos e a organização dos sistemas de avaliação pública como meio de regular os diferentes níveis de ensino.

É interessante que tenhamos um olhar especial para o ensino médio já que tem ligação direta com o tema de estudo proposto por neste trabalho. Assim podemos considerar que esta LDB determina que a educação escolar deve estar ligada ao mundo do trabalho e da prática social. A educação básica possibilitaria esta formação por estar relacionada ao exercício da cidadania e aos meios para se progredir no trabalho ou em estudos posteriores. Para que isso se torne realidade o currículo proposto pela LDB, neste nível, coloca ênfase na educação tecnológica básica; na compreensão do significado da ciência, das letras e das artes; ao processo histórico de transformação da sociedade e da cultura; na língua portuguesa como instrumento de comunicação, acesso ao conhecimento e o próprio exercício da cidadania. Portanto este Ensino Médio tem a função de consolidar e aprofundar o que foi aprendido no ensino fundamental possibilitando o desenvolvimento

anteriores). Durante o processo de elaboração mobilizaram-se todos os setores da sociedade através de debates, pressões, movimentos populares, movimentos das elites e grupos corporativos para enxergarem seus interesses defendidos neste documento. A educação não ficou de fora.

³⁸ O Plano Nacional de Educação (PNE 2014-2024) foi sancionado em junho de 2014 com a Lei 13.005. O PNE define as bases da política educacional brasileira para os próximos 10 anos. (<http://fne.mec.gov.br/component/content/article?id=383:plano-nacional-de-educacao>, acesso em 25 de julho de 2014).

da autonomia intelectual e o pensamento crítico do estudante para que alcance a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos³⁹.

Em virtude da atual Lei de Diretrizes e Bases da Educação - LDB - n. 9.394/96 (Brasil,1996), que estabelece, no artigo 26, a necessidade de uma base curricular nacional comum, entre 1997 e 1998 foram elaboradas, pelo Conselho Nacional de Educação, as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental e Médio - DCNEM (Brasil, 1998). Desde o início dos anos 90, no entanto, o Ministério da Educação já vinha produzindo os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCNEM (Brasil, 1999), com o intuito de alcançar uma padronização curricular no país, em todos os níveis da educação básica.

A justificativa anunciada para esse conjunto de ações, no âmbito do processo de reforma educacional, foi a necessidade de adequar a educação brasileira às mudanças ocorridas no cenário econômico mundial e local, que trariam como imperativo a extensão da escolaridade obrigatória. Em muitos dos dispositivos legais, em particular no que se refere às proposições curriculares para o ensino médio, constata-se o seu atrelamento às exigências postas pelo mundo do trabalho (SILVA, 2009, p. 443).

Desta forma este ensino médio foi concebido para uma ideal relação entre a teoria e a prática, entre mundo da ciência e mundo do trabalho voltado para uma educação tecnológica. Para tal houve a necessidade de se reformular a concepção de currículo, de novas diretrizes e pareceres que complementassem a LDB⁴⁰. Desta forma propõe-se uma nova diretriz curricular nacional na qual se estabelece uma base comum e uma parte diversificada⁴¹ que se integram entre si. Este novo currículo passa a ser dividido em quatro grandes áreas, a saber: Linguagens, Matemática, Ciências da Natureza e Ciências Humanas. Diante desse cenário faz-se necessário a organização de um conjunto de ações, dentre elas a necessidade de revisão das políticas de avaliação, de reconfiguração dos tempos e espaços escolares, de revalorização do trabalho docente e da formação professores para o ensino médio. Com elas, vislumbra-se um ensino médio capaz de dar respostas aos anseios de milhares de jovens e de adultos que ainda depositam na escola a esperança de uma vida melhor de ser vivida.

Como vimos, nossa educação nasce dentro uma tendência humanística, herdada de nossos colonizadores, e tinha por objetivo formar a elite que governaria nossa sociedade.

³⁹ Artigo 35 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação nº 9394/96 in http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm, acesso em 20 de junho de 2014.

⁴⁰ Além dos Parâmetros Nacionais Curriculares (PCNs) temos mais alguns documentos que estabelecem as diretrizes para o Ensino Médio. Entre eles temos o Parecer CNE/CEB 05/2011 e a Resolução CNE/CEB 02/2012.

⁴¹ De qualquer forma, destacamos que a constituição desta base curricular comum não pode privilegiar ou mesmo inibir o trabalho de um currículo que atenda a diversidade da escola, ambas devem complementar-se possibilitando a intervenção na sua realidade para garantir igualdade de conhecimento. A educação deve ser básica para a formação de qualquer cidadão em qualquer região do país.

Em geral nosso sistema nasce e permanece dual: o governo federal tem a missão de formar a elite e as províncias se responsabilizam para a formação do restante da população. Quando a demanda cresce o país democratiza a educação e enxerga na postura mais cientificista a saída para construir uma sociedade mais igualitária. Desta forma estabelece-se uma mudança de paradigma. A educação claramente humanística é substituída por uma educação que erroneamente acredita que uma educação baseada na ciência e tecnologia teria que estar baseada nas disciplinas de exatas e biológicas. Desta forma, as disciplinas ligadas à área de humanidades perdem a importância⁴².

2.7 – As tendências de estruturação curricular na América Latina

Como no Brasil, na década de 1990 foram realizadas mudanças na educação de vários países da América Latina. Fatores internos e externos condicionaram estas mudanças. No plano político observamos a consolidação das democracias e, no plano econômico, as questões ligadas à globalização e o aprofundamento da revolução técnico-científica.

Esta onda de reformas educativas na América Latina não é inédita (SENNE, 2008). Nos anos de 1960 e no início dos anos de 1970 também ocorreu uma onda reformista nesta parte do continente⁴³. Isto se deu através de acordos firmados com os Estados Unidos no contexto da Guerra Fria, sob a influência do programa “Aliança para o Progresso”. Naquela ocasião almejava-se, a ampliação do número de estudantes na escola. Além disso havia o caráter ideológico (controle) e a busca pela formação cívica e patriótica do indivíduo. Essa formação ia de encontro ao momento com a necessidade de formação da mão-de-obra do especializada para integrar o mundo do trabalho da indústria num momento de evolução tecnológica e de urbanização aceleradas. Portanto, as mudanças se relacionavam com o mundo daquele contexto.

Da mesma forma, a partir da última década do século XX observa-se uma nova onda de mudanças. Esta, encontra-se num contexto de consolidação da democracia, adaptando-se a às mudanças técnico-científicas do estado capitalista. Um pouco mais complexa, orientada para a gestão, a organização, a busca de qualidade e equidade. Como

⁴² Cabe aqui lembrar que durante todo o período militar houve um esvaziamento das disciplinas História e Geografia em detrimento da inclusão das disciplinas educação moral e cívica e organização social e política do Brasil (e Estudos dos Problemas Brasileiros, no ensino superior) que precisavam justificar ações do regime político brasileiro. Esta tendência de desvalorização se materializa na nova LDB.

⁴³ Como observamos anteriormente neste capítulo a promulgação da LDB 5692/71 está inserida neste contexto.

na primeira também busca formar a mão-de-obra preparada para o trabalho, mas com vias formar o trabalhador adaptado ao neoliberalismo.

Devemos entender as mudanças curriculares como parte da política de desenvolvimento de um país, por isso deve expressar a coerência e a articulação necessárias com o projeto de crescimento pretendido. Três dimensões estão inclusas neste processo de mudança: o próprio currículo, a formação de professores e a gestão da educação. Estas três vertentes se entrelaçam e são responsáveis pelo sucesso ou fracasso de uma reforma (BEECH, 2009). No centro deste trabalho se encontra uma proposta de mudança curricular.

Assim, entre as décadas de 1980 e 1990 pudemos observar uma onda de reformas educativas na América Latina. Na **Figura 3** podemos observar estas modificações (aprovação de leis federais de educação e o momento em que ocorreram):

FIGURA 3 – Leis Federais de Educação na América Latina

DATA	PAÍS	TIPO DE LEGISLAÇÃO
1983	Equador	Lei de Educação
1985	Uruguai	Lei de Educação
1990	Chile	Lei Orgânica Constitucional de Ensino
1990	El Salvador	Lei Educativa
1992	República Dominicana	Plano Decenal de Educação
1993	Argentina	Lei Federal de Educação
1993	México	Lei de Educação
1994	Bolívia	Lei de Reforma Educativa
1994	Colômbia	Lei Geral de Educação
1996	Brasil	Lei de Diretrizes e Bases da Educação

Fonte: BEECH, 2009, p. 34

Observamos que num período de treze anos uma parcela grande de países americanos estabeleceu novas leis de educação que organizaram e regularizaram seus sistemas de ensino. Estas reformas estavam baseadas em princípios bem semelhantes, a saber: descentralização, autonomia escolar, profissionalização docente, um currículo baseado em competências e habilidades e estabelecimento de sistemas centralizados em avaliação de rendimentos. Na maioria dos casos estas reformas significaram ruptura total

com as políticas anteriores. Podemos exemplificar com a implementação de currículos baseados em competências ao invés da formação enciclopédica prevista pela legislação anterior. Outro traço que marca a ruptura é o caráter global que se apresenta nas mudanças. Concordamos com Beech (2009, p. 35) quando afirma que “essas políticas não estavam orientadas para modificar alguns aspectos dos sistemas educativos, mas sim propunham uma visão completa dos sistemas educativos latino-americanos para adaptá-los ao século XXI”. Portanto, a justificativa para todas as mudanças está no fato de num mundo em grandes e rápidas transformações constantes os estados nacionais latino-americanos não conseguiam controlá-las já que seus sistemas educacionais ainda eram baseados nas necessidades do século XIX e início do XX. A educação seria a base para a adaptação às novas condições sociais. Não é por acaso que a palavra “adaptação” aparece nos documentos das reformas com bastante frequência (SENNE, 2008). No novo contexto a educação passa a ser estratégica para a inserção do país no cenário internacional.

A simultaneidade e semelhança desses processos de reforma é compreendida através da influência exercida pelas agências multilaterais que propõe um modelo universal de educação para a era da informação. Devemos considerar a influência de organizações como a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), o Banco Mundial e a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) já que consideram “que uma de suas funções principais é a difusão de conhecimento de ‘ponta’ sobre educação” (BEECH, 2009, p. 36).

Para entendermos as semelhanças faremos uma rápida comparação entre as reformas educacionais ocorridas em três dos países citados anteriormente, Argentina, Chile e Brasil, naquele momento. A educação promovida por estes países passa a ter um caráter universal em que a ideia de educação é permanente. As agências multilaterais determinam que o melhor para estes países seria estabelecer uma base educacional competente para dar ao indivíduo condições de se manter aprendendo pelo restante de sua vida. Para tal deveria se deixar de lado a educação vocacional ou profissional e estabelecer uma educação baseada em competências gerais⁴⁴ (comunicação, flexibilidade, criatividade, aprender a aprender, trabalho em equipe e resolução de problemas). Além disso a proposta discutida internacionalmente previa mudanças rápidas e permanentes que deveriam ser lideradas

⁴⁴ Estas metas começaram a ser discutidas numa conferência mundial para a educação em Jomtiem, na Tailândia, em 1990, lançando as primeiras discussões que serão finalizadas em 2000 através da Declaração de Dakar, “Todos pela Educação”, Cúpula Mundial de Educação.
(unesdoc.unesco.org/images/0012/001275/127509porb.pdf, acesso em 01 de julho de 2014)

pela mudança tecnológica. Desta forma a ciência e a tecnologia deveriam ocupar o lugar central no currículo juntamente com a matemática, a leitura e a escrita. Observamos então que o currículo humanístico passa a ser substituído por um currículo permeado pela ciência que estaria intimamente ligado a tecnologia.

Para que se pudesse implementar estas mudanças existia a necessidade de descentralização. Isto quer dizer que deveria haver mais participação da sociedade nos destinos da educação, mas caberia ao governo central avaliar se de fato as ações estariam trazendo reais benefícios para a sociedade. Isso ocorre no Brasil com a promulgação da LDB de 1996 que estabelece uma parte do currículo (base nacional) e deixa outra a cargo das especificidades das diferentes necessidades regionais (base diversificada). Na Argentina ocorre algo parecido já que o governo definiu os Conteúdos Básicos Comuns (CBC) e as províncias definiriam o currículo final usando esta base. No Chile também ocorre algo parecido, a Lei Orgânica de 1990 permitiu que as escolas definissem seus próprios programas e planos de estudo dentro de um quadro nacional de conteúdos mínimos e objetivos fundamentais elaborados pelo Ministério da Educação (BEECH, 2009). Os três países implementaram, juntamente com estas ações, sistemas de avaliação nacional⁴⁵.

Mesmo assim, (SENNE, 2008) percebe-se, num quadro mais amplo, que as estruturas descentralizadas são aquelas que têm maior vínculo com o cotidiano da escola, com um viés mais operacional (supervisão, administração escolar e a contratação de professores). Já política educacional, avaliações e definição de normas são centralizadas.

Outro aspecto a ser destacado é o que diz respeito à regulação curricular. A base na qual deveriam ser estruturados são muito semelhantes. Nos três países o enciclopedismo é bastante criticado e a nova diretriz encaminha a educação para o desenvolvimento de competências e não propriamente no estabelecimento do conteúdo. Portanto busca-se o estabelecimento de uma educação contextualizada em detrimento de um tipo de ensino que promove apenas o acúmulo de informação e muito fragmentada. Estas diretrizes têm bastante influência nos níveis médios de ensino nos três países citados. Estas ações vão interferir no ensino profissionalizante separando-o do ensino propedêutico.

Embora exista um consenso em compreender que as propostas das agências

⁴⁵ Segundo Beech (2009, p.42), no Brasil o INEP (Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais), em sua reestruturação passou a ser responsável por realizar avaliações em todos os níveis escolares. Na Argentina criou-se Sistema Nacional de Avaliação e Qualidade e no Chile criou-se o Sistema de Informação e Medição da Qualidade da Educação.

multilaterais têm sido determinantes para a implementação das mudanças não podemos deixar de apontar que as características regionais tiveram papel muito importante nas mudanças.

Ao longo das reflexões deste capítulo pudemos enxergar que muitas das reformas educacionais não tiveram o sucesso que pretendiam em nosso país. Estamos nos referindo às reformas que deram origem as nossas Leis de Diretrizes e Bases da Educação que foram implementadas em 1961, 1971 e 1996 respectivamente. Alguns estudos, como nos revelam Domingues, Toschi e Oliveira (2000, p. 64) apontam para a “ausência de financiamento do processo de manutenção de investimentos e a falta de uma política agressiva de formação de professores e de recursos em geral”. Outros como o de Krawczyk e Vieira (2010, p. 16) nos mostram que “gestam-se decisões a partir de conciliações com apenas alguns setores da sociedade, valoriza-se o privado em detrimento do público e outorga-se à educação um poder transformador impossível de se concretizar sem outras medidas estruturais”.

Na maior parte das vezes estas reformas foram realizadas a partir de ideias trazidas de fora não atendendo as necessidades do país no momento em que foram implantadas. O ensino médio, que é nosso foco nesse estudo, foi um dos níveis que mais sofreu. Uma rápida análise nas três últimas Leis de Diretrizes e Bases nos mostra que em termos curriculares pouca coisa mudou. Como inovação a atual LDB defende a ideia de que o ensino médio faz parte da educação básica. A sociedade contemporânea vive um momento de grandes mudanças tanto de ordem tecnológica como econômica e financeira. Este desenvolvimento transformou a vida social e causou imensas transformações no processo produtivo que se intelectualizou passando a exigir um profissional diferenciado. Para tal o atual ensino médio deve consolidar e aprofundar os conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, desenvolver a compreensão e domínio dos fundamentos científicos e tecnológicos que são responsáveis pela produção moderna e não apenas preparar para o vestibular (embora não seja essa a realidade atual pois o vestibular ainda tem um enorme peso na estruturação do ensino médio, principalmente no que diz respeito às escolas privadas). É neste ponto que observamos o problema.

Tradicionalmente nosso ensino médio tem sido um período de passagem entre o ensino fundamental e o curso superior. Na maioria dos casos o ensino médio é a “ponte” entre o ensino fundamental e o ensino superior direcionada para uma elite, o grupo preparado para o comando. Ou, este nível de ensino, é profissionalizante, encerrando o ciclo de estudos do indivíduo, preparando-o para o mercado de trabalho iminente. Com a

integração do ensino médio ao ensino básico pretendeu-se afastar este caráter intermediário deste nível de ensino. Desta maneira buscou-se formar o jovem com aspirações que iriam muito mais do que prepará-lo para o trabalho. Busca-se formar para a cidadania atualizando histórica, social e tecnologicamente o jovem, preparando-o para formar o cidadão crítico e consciente.

É interessante a análise feita por Krawczyk e Vieira (2010) quando faz um estudo comparativo das mudanças educacionais implementadas nos países latino-americanos,

Nos países em que o sentido da educação esteve atrelado principalmente a uma política de integração, o Estado cumpriu um papel central na criação de um sistema educacional mais democrático, por meio de políticas de homogeneização e universalização da educação. No caso do Chile este projeto envolveu também diferentes setores da sociedade na política educacional; no México tal envolvimento restringiu-se à comunidade local e, na Argentina, o envolvimento da sociedade praticamente não ocorreu. Diferentemente dos outros países, no Brasil, o Estado nacional cumpriu um papel secundário, ficando a educação atrelada à formação de elites e às necessidades de um desenvolvimento industrial tardio e concentrado apenas em algumas regiões (KRAWCZYK; VIEIRA (2010, p. 16).

Até o presente momento o ensino médio é obrigatório e composto por uma parte comum (que vale para todo território nacional) e uma parte diversificada que é inserida conforme a necessidade de cada parte do país. A parte diversificada deve estar integrada na parte comum. Portanto os conteúdos trabalhados devem ser permeáveis. Isto quer dizer que o ensino precisa ser interdisciplinar, garantindo que o conhecimento não se construa de forma fragmentada, através do trabalho com disciplinas estanques. Cabe aqui uma observação, embora essa seja a diretriz na implementação do currículo do ensino médio, não é isso o que acontece. O ensino médio continua trabalhando com a fragmentação dos saberes em disciplinas cada vez mais estanques.

Para fazer a avaliação institucional deste nível de ensino foi instituído um exame de caráter nacional, o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM)⁴⁶. O Enem nasce como um mecanismo de avaliação do ensino médio para que se pudesse refletir e reorganizar o

⁴⁶ O Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) foi criado em 1998 com o objetivo de avaliar o desempenho do estudante ao fim da educação básica, buscando contribuir para a melhoria da qualidade desse nível de escolaridade. A partir de 2009 passou a ser utilizado também como mecanismo de seleção para o ingresso no ensino superior. Foram implementadas mudanças no Exame que contribuem para a democratização das oportunidades de acesso às vagas oferecidas por Instituições Federais de Ensino Superior (IFES), para a mobilidade acadêmica e para induzir a reestruturação dos currículos do Ensino Médio. Respeitando a autonomia das universidades, a utilização dos resultados do Enem para acesso ao ensino superior pode ocorrer como fase única de seleção ou combinado com seus processos seletivos próprios. O Enem também é utilizado para o acesso a programas oferecidos pelo Governo Federal, tais como o Programa Universidade para Todos – ProUni. (<http://portal.inep.gov.br/web/enem/sobre-o-enem>., acesso em 25 de junho de 2014).

sistema educacional naquilo que fosse necessário. A partir de 2009 passou a ser utilizado como exame de classificação para o ingresso aos cursos superiores federais. Ao nosso ver essa mudança modifica um pouco a própria organização do ensino médio na medida em que o estudante é avaliado com o objetivo de ter acesso ao ensino superior. Embora busque avaliar a associação e a relação dos conteúdos baseando-se em competências e habilidades mensuráveis o uso de matrizes curriculares ainda são usadas podendo se reeditar os paradigmas curriculares.

O Governo Federal ainda avalia todos os níveis de ensino básico a partir do do Ideb⁴⁷ - Índice de Desenvolvimento da Educação Básica, vinculado ao INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Através das análises produzidas pelo instituto estabelece-se uma meta para ser alcançadas em todos os níveis da educação básica, inclusiva para o ensino médio.

De 2014 até o presente momento algumas mudanças significativas ocorreram no sistema educacional brasileiro, em particular no que diz respeito ao ensino médio. Em 2014 foi aprovado e entrou em vigor o novo Plano Nacional da Educação⁴⁸ (PNE) que trata dos objetivos e metas para a educação do país em todos os níveis. Entre as metas está a de elevar, até o final do período de vigência deste PNE, a taxa líquida de matrículas no ensino médio para 85%. Outra proposta deste plano é o de fomentar a qualidade de educação básica em todas as etapas e modalidades com melhoria na aprendizagem.

No ano de 2016 outras duas grandes mudanças foram propostas e estão influenciando diretamente na organização do Ensino Médio brasileiro: a publicação de uma nova proposta de Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e a apresentação do Projeto de Lei (PL) 6.840/2013 que propõe a instituição do novo ensino médio⁴⁹. Essa é uma proposta de modificação da LDB 2324/96 que vem sendo discutida desde dezembro de 2013 e foi estabelecida com medida provisória em 22 de setembro de 2016.

⁴⁷ O Ideb foi criado pelo Inep em 2007, em uma escala de zero a dez. Sintetiza dois conceitos igualmente importantes para a qualidade da educação: aprovação e média de desempenho dos estudantes em língua portuguesa e matemática. O indicador é calculado a partir dos dados sobre aprovação escolar, obtidos no Censo Escolar, e médias de desempenho nas avaliações do Inep, o Saeb e a Prova Brasil. Informações disponíveis em <http://portal.inep.gov.br/web/portal-ideb/portal-ideb>, acesso em 01 de outubro de 2016.

⁴⁸ O Plano Nacional de Educação foi promulgado pelo governo federal através da lei 13.005/2014 (Lei Ordinária) 25/06/2014. Disponível em http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/_Ato2011-2014/2014/Lei/L13005.htm, acesso em 01 de outubro de 2016.

⁴⁹ A medida provisória pode ser encontrada, na íntegra em <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=602570>, acesso em 01 de outubro de 2016.

Com essas mudanças a tendência é que o ensino médio se transforme ainda mais, tomando um rumo diferente do cenário que temos hoje, no Brasil.

Mas, voltado ao cenário americano, pensando em termos continentais e fazendo uma análise mais ampla podemos ver que o desenvolvimento dos sistemas educacionais na América Latina quase sempre foi organizado através da influência internacional. As primeiras instituições de educação formal nesta região foram implementadas pelos jesuítas que tinham como base filosófica as ideias da contrarreforma religiosa, tal qual como no Brasil. Mais tarde, depois dos movimentos de independência a influência foi o método lancastriano⁵⁰ que se estende até meados do século XX. Os sistemas educativos mais recentes, criados em fins do século XIX e início do XX continuaram ligados aos processos desenvolvido na Europa, mais diretamente influenciados pelas ideias positivistas. Ainda na atualidade esta influência continua determinante na construção destes sistemas, mas com alguma interferência das especificidades culturais de cada região.

Assim, especialmente no princípio do século XX, os sistemas educativos latino-americanos foram conformando-se em estruturas relativamente semelhantes, constituídas pelos níveis primário, secundário e superior, sendo o primeiro destes de caráter obrigatório e gratuito, com um currículo baseado no ensino de Espanhol ou de Português, de Matemática, algumas noções básicas de Ciências Naturais e Sociais e Cidadania. Contudo, no quadro dessas estruturas comuns os sistemas educativos apresentavam traços bastante diferenciados, o que dava lugar a experiências educativas diferentes para crianças que frequentavam as escolas de cada um destes países (BEECH, 2009, p. 34).

Estas mudanças curriculares vão estabelecer novas competências e um ensino contextualizado o que traz à tona a discussão sobre inserir história da ciência neste cenário que mostra a necessidade de um ensino médio mais abrangente e expressivo.

2.8 – História da Ciência e Ensino Médio no Brasil contemporâneo

Não podemos dizer que a História da Ciência, no Brasil foi introduzida nos

⁵⁰ Método conhecido como ensino mútuo ou sistema monitoral. Pregava esse método pregava que um aluno treinado ou mais adiantado (monitor) deveria ensinar um grupo alunos. Isto deveria acontecer sob a orientação e supervisão de um inspetor. Ou seja, os alunos mais adiantados deveriam ajudar o professor na tarefa de ensino. Baseado na transmissão oral de conhecimento, pregava que a memorização poderia espantar a preguiça e a indolência. O método resolveu, em parte, o problema da falta de professores no início do século XIX no Brasil e na maioria dos países da América Latina, pois a escola poderia ter apenas um educador. Esse método, baseado na obra de Joseph Lancaster, entendia também que se deveria repartir os alunos em classes segundo a ordem de seus conhecimentos. Foi implantado oficialmente no Brasil pela Lei de 15 de outubro de 1827, que definia, em linhas gerais, as diretrizes do ensino geral. (Glossário, Histedbr, Unicamp in http://www.histedbr.fae.unicamp.br/navegando/glossario/verb_c_metodo_lancaster.htm, acesso em 25 de junho de 2014)

currículos brasileiros de forma oficial. Temos presenciado algumas mudanças, muitas vezes relacionadas as necessidades dos professores ou de uma nova forma de enxergar ciência e ensino. Como vimos anteriormente, no fim da década de 1990, o currículo para o ensino médio ganhou novos contornos, tornando-se mais integrado, mais interdisciplinar, mais coerente com a realidade dos alunos e mais sensível aos avanços científicos e tecnológicos da atualidade. Presenciamos algum avanço, mas inúmeras dificuldades e dúvidas tiveram origem no fato dessas reformas curriculares objetivarem uma reorientação de habilidades e competências, mas não definirem propriamente mudanças específicas no conteúdo do ensino de ciências. Isso dificultou o trabalho dos professores desta área do conhecimento.

Os Parâmetros Curriculares deveriam esclarecer e orientar a produção de material para destacar a importância da articulação entre as áreas do conhecimento e a contextualização histórica e cultural. Contudo aquilo que se estruturou para a modificação dos cursos de ciência no ensino médio não apresentou mudança imediata. Uma das causas, também já mencionada pode ter sido a forma genérica como esta mudança foi estruturada e veiculada a partir dos próprios Parâmetros Curriculares.

As tentativas de estabelecer novos currículos nas escolas de ensino básico e integrar a história da ciência no currículo regular ou mesmo ser introduzida na sala de aula (uma tendência nas aulas dos componentes curriculares relacionados à Ciência da Natureza) vem crescendo desde então. Essa realidade fica mais palpável quando examinamos as tentativas de introdução de história da ciência nos cursos de formação/graduação e no lançamento de material especializado, ou mesmo na criação de cursos de pós-graduação com a criação de linhas de pesquisa na área de História da Ciência, tais como a USP, a PUC-SP, a UFMG, a UFBA, a UERJ e a UFABC. Muitas dissertações e teses foram defendidas, nos últimos quinze anos com o objetivo de aproximar a história da ciência do ensino de ciência ou de articular uma formação mais completa para professores, de modo que estes possam se fazer uso dessa linha de trabalho em suas salas de aula.

Essa tendência vem se espalhando cada vez mais. No volume especial da Revista Brasileira de História da Ciência (SBHC), dedicado inteiramente ao Ensino e História da Ciência (Volume 7, n. 2, jul/dez, 2014), nos chama a atenção para um fato importante,

(...) a presença de uma questão no vestibular da Fuvest (Fundação Universitária

para o vestibular, instituição autônoma) abordando, de certo modo, um enfoque contextualizado para História da Ciência. A menção a nomes de personagens da história das ciências relacionados a leis e conceitos ou experimentos não é rara, em diversos vestibulares, mas, em geral, esse enfoque se restringe a ‘cobrar’ os conceitos científicos como aceitos atualmente, e, o conteúdo histórico, propriamente dito, tem um papel mais ilustrativo do que reflexivo e não interfere na resolução desses exercícios (FORATO, GUERRA, BRAGA, 2014, p. 137).

A justificativa usada para essa afirmação é que a história da ciência, a partir de uma visão crítica, aparece no maior exame vestibular brasileiro, o que, na análise dos pesquisadores, pode ser visto como uma tendência atual. Essa análise nos interessa, pois, partindo da argumentação de muitos acadêmicos e de professores de ensino médio que se interessam em trabalhar o tema existe um obstáculo descrito por todos: o vestibular. O maior vilão da história é o exame pois é ele que dita a seleção de conteúdos que devem ou não ser abordados durante o curso.

Para Martins (2007, p. 127), essa seria uma questão relevante,

Se a HFC é – quase – uma unanimidade, porque não a vemos contemplada nas salas de aula do ensino médio e em livros didáticos? A resposta é, certamente, simples: não é fácil fazer. Nossos dados reforçam a ideia de que há um abismo entre o valor atribuído à HFC e a sua utilização, com qualidade, como conteúdo e estratégia didática nas salas de aula do nível médio.

Mas, voltamos à reflexão de Forato, Guerra e Braga (2014, p.137),

Será que a presença de um enfoque histórico mais contextualizado, ainda que adequadamente tímido poderia ir substituindo as abordagens anacrônica ou até ingênuas, em geral presentes nos exames vestibulares? Tais enfoques poderiam fomentar discussões históricas nas aulas da Escola Básica? Caso essa tendência seja consolidada, estariam as Escolas Básicas, seus professores, os formadores desses professores, os materiais didáticos e a própria cultura escolar preparados para tal empreendimento?

O que podemos perceber é que, aos poucos, a preocupação em aproximar a escola básica do que se produz na universidade se faz cada vez mais presente. E essa aproximação busca fazer com que aquilo que entra na escola possa contribuir para a construção de um pensamento crítico e reflexivo sobre a ciência, uma ideia de ciência historicamente construída, que seja reflexo de um contexto e não apenas de um grupo ou de um indivíduo. Desta forma, concordamos com Forato, Guerra e Braga (2014, p. 141) quando afirmam que,

Para que a presença da História da Ciência se torne amplamente utilizada na Escola Básica, será necessário realizar mais do que produção de materiais didáticos, recomendação de episódios históricos para o ensino, propostas

didáticas e investimento na formação de professores. É necessário criar mecanismos para que a produção de conhecimento realizado pela comunidade efetivamente adentre os muros escolares.

Muitos pesquisadores na atualidade têm buscado na história da ciência formas diferentes de mudar as práticas na sala de aula. Para Roque (2014) existe a necessidade de se trabalhar a história da ciência em sala de aula e ela justifica sua ideia afirmando que a História da Matemática é fundamental para a compreensão das ideias matemáticas. É desta forma que o estudante compreende que a matemática está incluída na cultura, faz parte de uma construção humana.

Os objetos matemáticos, como a equação, trazem encapsulados os problemas que ficaram pelo caminho, no processo de sua constituição. Como o ensino parte desses objetos como dados, a história pode ter um papel fundamental em desmascarar seu percurso, exibindo problemas que se encontram por debaixo de sua afirmação peremptória como algo a ser incorporado e resolvido (ROQUE, 2014, p. 184).

Assim, a história da matemática auxilia na compreensão do conceito que inicialmente havia sido imposto ou dado como compreendido pelo professor, e faz com essa contextualização seja fundamental na escola.

As pesquisas e práticas usando história da ciência se estendem para as mais diferentes áreas da ciência. A ciência, desta forma, pode ser compreendida como o resultado de um processo contínuo.

Discutir em sala de aula Ciência como resultado de um processo de construção humano, pode levar o estudante a uma compreensão mais ampla acerca de superação de uma teoria e a acomodação de outra. O caso das teorias apresentadas para a natureza da luz demonstra que nem sempre o processo de superação de uma teoria tem relação direta com os argumentos científicos apresentados pela mesma, como é possível observar através da dificuldade encontrada para a consolidação de uma teoria ondulatória enquanto a imagem científica de Newton ainda possuía grande influência. Levar o aluno a refletir acerca deste processo fará com que ele compreenda as mudanças de paradigma que ocorreram também na ciência atual (BRITO et al, 2014, p. 227).

Apontando para a ciência que deve ser contextualizada, Bagdonas, Zanetic e Gurgel (2014) partem da produção de um jogo didático para apresentar conteúdo relativo à Cosmologia, ressaltando as controvérsias inseridas nesse debate. Para os pesquisadores, através de uma atividade lúdica incorporada às aulas encontra-se temas muito relevantes para o debate em sala, desde aspectos culturais, passando por aspectos sociais, políticos e

crenças religiosas, em relação ao desenvolvimento da ciência, em épocas e regiões diferentes. Segundo os mesmos pesquisadores,

(...) consideramos a realização de discussões sobre aspectos controversos da ciência essenciais para formar cidadãos críticos, conhecedores da riqueza da construção do conhecimento científico e, ao mesmo tempo, conscientes dos limites da autoridade científica, capacitados para contestar de maneira sensata e equilibrada as afirmações emitidas por especialistas sobre que tipo de sociedade que queremos no futuro (BAGDONAS; ZANETIC; GURGEL, 2014, p. 257).

Portanto, a contextualização serve também para trabalhar as controvérsias que existem em todos os processos de desenvolvimento da ciência e através das controvérsias constrói-se um conhecimento livre da mitificação.

Outro ponto bastante pertinente que preocupa pesquisadores da história da ciência é a produção de material didático. Os livros didáticos disponíveis apresentam conteúdos insuficiente ou, muitas vezes simplistas, quando se trata de conteúdo específico de história da ciência. Vidal e Porto (2012), através de uma pesquisa realizada com livros didáticos de química (coleções que foram aprovadas pelos Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio – PNLEM de 2007) concluiu, entre outros aspectos, que na maioria das vezes esses livros retiram a dimensão humana de seus personagens, muitas vezes o cientista aparece como uma pessoa genial - dotado de inteligência fora do comum - a informação histórica apresentada geralmente é superficial e, em geral, prevalece a separação entre conteúdo histórico e conteúdo químico. Isso não poderia acontecer e dificulta o trabalho do professor que acredita na importância dessa abordagem, principalmente no Ensino Médio.

Nessa mesma linha de análise, Ferreira e Peduzzi (2014), buscando resolver uma parte desta questão, acreditam que uma forma de resolver o problema está na produção de materiais didáticos mais adequados para trabalho com a formação de professores. Neste caso, o caminho encontrado foi a produção um texto tratando da questão do atomismo (muito importante para o ensino de química). O texto deveria ser utilizado na formação de professores (cursos de licenciatura) e em cursos de reciclagem para formação de professores que estão já em sala de aula. Segundo as pesquisadoras,

O texto representa uma tentativa de oferecer ao professor um material alternativo para o ensino do atomismo. Nesse sentido vai ao encontro do que recomendam os documentos oficiais e à pesquisa em ensino de ciência, quanto a preencher lacunas ainda grande no que se refere à disponibilidade de materiais relativos ao

tema e fundamentos histórica e epistemologicamente (FERREIRA; PEDUZZI, 2014, p. 227).

Silva e Aires (2016, p. 17) continuam essa análise e acreditam que o material didático deva ser reformulado,

(...) defendemos que a apresentação dos episódios associados ao processo de construção da Teoria Celular tenha um embasamento histórico rigoroso, com o objetivo de, justamente evitar que se incorra em visões simplistas sobre a ciência, fato não raro observado em muitos dos livros didáticos utilizados em nossas escolas. Nesse sentido, consideramos que a História da Ciência tem muito a contribuir para a construção do texto do livro didático e para a formação do professor dessa área, dado o desafio de entendimento dos processos de construção da ciência e não apenas seus produtos. Sendo assim, seria muito enriquecedor para a educação em ciências/biologia que os autores de livros didáticos levassem em consideração estudos histórico-filosóficos dos conteúdos, incluíssem contribuições desses estudos no desenvolvimento destes e estivessem atentos para a fidedignidade das informações na elaboração dos textos que contemplam conteúdos da História da Ciência. Outra sugestão seria a instituição de parcerias entre os autores desses livros e historiadores da ciência, a fim de que se garanta o equilíbrio entre os conteúdos específicos da disciplina, uma linguagem acessível e adequada aos estudantes, sem minimizar os aspectos históricos ocorridos ao longo do processo de construção da ciência.

De qualquer forma, temos muitas sugestões de trabalho que sugerem medidas semelhantes. Outro fator a ser considerado e muito mencionado é a questão da formação dos professores. Lorencini e Hidalgo (2016) afirmam que as atividades relacionadas ao ensino da ciência devem levar em consideração as variáveis que existem e fazem parte do próprio conhecimento científico, fugindo assim das práticas tradicionais em que a apresentação do conceito sobressai em relação do motivo e da forma com o qual se insere no contexto científico. Para que isso aconteça, é necessário que exista justamente uma preocupação importante com a formação dos próprios professores.

Para tanto, parece-nos imprescindível que já na formação inicial de professores essas reflexões sejam suscitadas e, além delas, sejam possibilitados momentos de inserção prática destas atividades, de modo que os professores em formação tenham uma base comparativa e de apoio quando adentrarem no mercado de trabalho e iniciarem suas atividades docentes (LORENCINI; HIDALGO, 2014, p. 37).

Mesmo após tantas tentativas de mudanças, a ciência ainda é vista pelos alunos como um conjunto de dogmas resultante de processos de observação e desvinculada do contexto social. Isso é resultado da visão que o próprio professor traz e que não mudou ao longo de sua formação. Assim, a ciência continua sendo vista como uma atividade superior

que só pode ser praticada por indivíduos intelectualmente muito “superiores”. Desta forma, praticamente afasta a participação daqueles interessados na produção da ciência, já que tal atividade estaria reservada apenas aos “gênios”.

De fato, o que ocorre é que o professor internaliza mitos durante sua formação, transmitindo-os para as crianças, as quais crescem com estes mitos e os transmitem para outros, em um processo contínuo. O professor, ao projetar uma imagem de ciência como produto acabado, e não como um processo que envolve seres humanos e contextos, acaba por criar/reforçar a imagem da ciência enquanto atividade neutra, imparcial e superior (SILVA et al., 2008, p. 500).

Sabemos que para que este quadro se transforme precisamos mudar a percepção destes professores para que mudem seu estilo de ensinar. A história da ciência poderia então ser utilizada para modificar a formação de conhecimento a partir da ideia de que ciência é uma atividade humana. Ela deve ser entendida como algo que é produzido por seres humanos inseridos num contexto histórico e que pode atender as mais diferentes aspirações. Portanto não é algo intocável e sim bem palpável e determinada por diferentes necessidades.

Acreditamos que a inserção de história da ciência no ensino médio pode ser importante para a mudança desta realidade. As relações entre ciência e cientista, contexto e pesquisa seriam determinantes para a formação de nossos estudantes, tornando-se essenciais para a formação de um indivíduo crítico que saiba avaliar corretamente as implicações sociais do uso da ciência e da tecnologia.

Mais do que isso, o trabalho desenvolvido com história da ciência pode ser determinante para explicar a relação entre a produção de ciência, propriamente dita e o contexto histórico em que foi produzida. Desta forma, a historicidade da ciência pode propiciar a compreensão crítica do pensamento científico contemporâneo, demonstrando seu caráter histórico e a mobilidade dos processos e métodos de sua produção.

Neste sentido, a história das ciências deve revelar: a interdependência de fatores científicos e extracientíficos; a interferência de políticas gerais ou específicas no direcionamento de linhas e / ou no estabelecimento de prioridades de pesquisa; a relação inextricável e dinâmica entre o saber técnico-científico e os diferentes contextos culturais entre outros (SILVA et al., 2008, p. 514).

Assim, tentaremos formar cidadãos que tenham consciência sobre o funcionamento da investigação científica e sua apropriação evitando que a transmissão dogmática sobre estes conhecimentos seja perpetuada.

Acreditamos ainda que a parceria entre os professores de história e os das Ciências da Natureza poderia ser benéfica nesse quesito. Desde o início desta pesquisa julgamos que essa aproximação seja a forma mais viável de se produzir estudantes que enxergam a ciência como produção humana e que essa produção é permeada de conflitos, trazendo consigo todas as peculiaridades do contexto em que se desenvolve.

Acreditamos que neste momento, em que a escola básica brasileira, em especial o ensino médio, estão em fase de mudança podem ser um caminho a ser trilhado, já que deveremos observar mais uma fase de intensas mudanças na estrutura curricular.

No próximo capítulo analisamos a epistemologia inserida nas ideias de Thomas Kuhn, Jean Piaget e Rolando Garcia com o objetivo fundamentar nossa introdução de trabalho conjunto entre os professores de ciências da natureza e humanidades com o objetivo de viabilizar uma proposta de viabilizar um ensino mais contextualizado e significativo para alunos de ensino. Nosso objetivo mostrar a necessidade e a viabilidade da implantação de história da ciência como caminho facilitador da aprendizagem.

Capítulo 3 – Epistemologia e História da Ciência

3.1 - História, Ciência e Educação

A relação entre história, ciência e educação é bastante interessante. Vamos buscar aproximá-las da forma mais harmônica possível. Em princípio façamos uma leitura do que vem a ser a história das ciências através das palavras de um historiador da ciência contemporâneo, Gavroglu (2007, p. 21)

A História das Ciências é a história dos homens que se esforçaram por investigar e compreender a estrutura e o funcionamento da natureza. Simultaneamente, a História das Ciências estuda também as instituições que foram criadas em conjunturas históricas concretas, nas quais a ciência foi cultivada e foram consagradas algumas de suas práticas teóricas e técnicas experimentais. (...) Por isso, a História das Ciências tem por objeto a ciência como *fenômeno social e cultural*, e os historiadores investigam a história desta, tendo em consideração que as particularidades locais, temporais e culturais têm desempenhado um papel importantíssimo na formação não só do discurso científico, mas também da função social da ciência.

Desta forma e ainda segundo o mesmo autor, a história das ciências é a história de um fenômeno cultural e social que após o século XIX chamamos de ciência, mas que começa a se estruturar em meados do século XIII. Esta é a história da teorização da ciência. E a ideia de se analisar a história da ciência como fenômeno cultural é que faz com que possamos enxergar a conexão entre a ciência e todas as outras atividades humanas. Apenas em fins do século XIX e início do XX ela toma forças como campo cognitivo autônomo.

Ao longo do século XX desenvolveu-se um decisivo processo para a institucionalização da história das ciências. Alguns teóricos afirmam que seu surgimento é contemporâneo ao da institucionalização da própria ciência moderna. No início do século passado, George Sarton criou a revista “Isis”⁵¹, importante instrumento de divulgação científica mas com um viés histórico. Esta publicação estabeleceu um modelo de trabalho para a história da ciência que pode ser considerado positivista visto que elegia para o trabalho ideias e práticas que estariam ligadas à ciência ou à vida e obra do cientista.

Em meados da década de 1920 tem início o movimento que institucionalizou a história da ciência. Para que possamos compreender melhor este movimento precisamos compreender a essência do pensamento de dois importantes historiadores da ciência que

⁵¹ A Revista Isis começou a circular em 1912. Seu autor, George Sarton, consolidou o modelo historiográfico considerado tradicional, positivista.

conviveram naquele contexto. Embora vivessem na mesma época defendiam ideias distintas. A polêmica se instalou quando estes dois pensadores se propuseram a analisar o período denominado de “Revolução Científica”⁵².

Alexandre Koyré⁵³, através de seus estudos em história da ciência afirma que o nascimento da física moderna estabelece uma revolução científica. Trata-se de uma concepção descontinuista da história das ciências pois supõe uma radical transformação das bases metafísicas sobre as quais a física repousava. Koyré teoriza a existência de um corte entre o mundo da Idade Média e o mundo Moderno. Ele mostra como o advento da ciência moderna interrogou e expulsou do campo do conhecimento humano o sentido religioso e todo o saber que estava implícito na tradição. A religião e a tradição sustentavam este campo na Idade Média. O pensamento da Renascença foi o elemento que permitiu a passagem do mundo medieval ao moderno. Ele evidencia a progressiva substituição do teocentrismo medieval pelo ponto de vista humano e a substituição dos problemas metafísico e religioso pelo problema moral. Segundo o autor, o pensamento renascentista ainda não retrata o nascimento do pensamento moderno, mas é a expressão do fato de que “o espírito da Idade Média” se encontrava à beira do esgotamento (KOYRÉ, 1991, p.18).

Portanto encontramos nos estudos de Alexandre Koyré um novo significado para o termo revolução. Para que possamos entender a ressignificação do termo (ou mesmo o pioneirismo no seu uso) analisaremos a essência do entendimento que o mencionado autor fez sobre o período em questão.

Todas as obras que versavam sobre história da ciência até início do século XX e que serviam como introdução aos trabalhos científicos mostravam as conquistas dos cientistas como descobertas de verdadeiros heróis e viam a ciência como a base do progresso em relação ao próprio acontecimento/descoberta. Desta forma, a ciência era estudada e transmitida como a evolução de métodos e conceitos científicos. Isto é, a ciência sempre se desenvolvia baseando-se em algo estritamente anterior ao que estava sendo pesquisado. Isto queria dizer que a ciência seria formada pela acumulação de

⁵² Segundo Silva (2010), há divergências na inovação do emprego do termo “revolução científica”. Segundo ele, Cohen afirma que a expressão aparece já no século XVIII para referir-se a acontecimentos do século XVII, portanto a expressão parece ter sido cunhada no século XVII. Para Shapin (1996) o sentido atual dado à expressão não era, realmente utilizado antes dos estudos realizados por Koyré.

⁵³ Alexandre Koyré (1892-1964) foi um importante filósofo francês de origem russa. Dedicou-se ao estudo da história do pensamento científico, isto é, à gênese dos grandes princípios da ciência moderna.

conceitos vitoriosos, necessitando exclusivamente do anterior para poder formar/criar o novo. Para Koyré não se poderia compreender a ciência através de uma marcha progressista e revolucionária como vinha se estruturando o pensamento científico do século XIX. Para ele, o estudo das modificações deveria partir do entendimento da transformação das ideias. Esta proposta pregava que o pesquisador/historiador levasse em conta a estrutura de conhecimento da época em que a modificação ocorrera. Para que se pudesse chegar a este nível de análise seria necessária uma investigação maior, através de tratados científicos, cartas e outras documentação, além da simples análise da mudança ocorrida, dando ao período analisado uma historicidade. Portanto, Koyré iniciou uma vertente historiográfica marcada pelos estudos a respeito da historicidade da própria “revolução científica”.

Vista através das obras que daí resultaram, cujo melhor exemplo talvez sejam os escritos de Alexandre Koyré, a ciência não parece em absoluto ser o mesmo empreendimento que foi discutido pelos escritores da tradição historiográfica mais antiga. Pelo menos implicitamente, esses estudos históricos sugerem a possibilidade de uma nova imagem da ciência (KUHN, 1975, p. 22).

Partindo de um estudo sobre o período em que o cientista/pensador vivia, portanto, tentando traçar um caminho contextualizado para a análise do que havia sido estudado, Koyré faz isso usando documentos inéditos públicos e/ou pessoais. Desta forma, além de se concentrar apenas nas questões científicas da época, o historiador deveria confrontar todo o processo, sem deixar de lado as dificuldades e as possíveis falhas dentro de um ciclo que termina de forma vitoriosa (já que, na maioria das vezes, se relata apenas o processo que obteve êxito, deixando de lado um rol de tentativas, experimentos que, no entender do historiador, não deveriam ser mencionadas). Portanto podemos dizer que Koyré acreditava que o historiador da ciência deveria entender a estrutura e as principais nuances do pensamento dos contemporâneos do cientista estudado (ou de sua obra).

Observando por este aspecto, Koyré especifica as mudanças ocorridas no século XVII como sendo a passagem da ciência contemplativa (teleológica) para a ciência da prática (mecanicista) do período Moderno. Ao narrar as transformações do século XVIII, descreve as profundas mudanças na estrutura do conhecimento. Neste sentido, estas mudanças não estariam restritas a um cientista, mas a vários, dentro de um pensamento comum de determinados períodos históricos. Desta forma, inaugura uma nova forma de pensar a ciência, já que leva em consideração a possibilidade do erro e das descobertas acidentais ao longo das alterações das estruturas de pensamento e não uma história descrita

a partir de uma “marcha linear rumo ao progresso”. Koyré não se prende às teorias científicas, ele trabalha com a expectativa de definir modelos estruturais da antiga e das novas concepções do mundo. Objetivando o trabalho com o que ele chama de modelos estruturais de pensamento ele produz a verdadeira revolução científica. Isto é, a partir deste modelo de análise ele funda uma nova concepção histórica sobre o desenvolvimento do conhecimento, que passa a ser entendido como uma ruptura científico filosófica. Como o próprio Koyré (1991 p.14) declara: “é de fato impossível separar o aspecto filosófico do puramente científico desse processo, pois um e outro se mostram interdependentes e estreitamente unidos”.

Fazer a narração das transformações científicas por meio de rupturas nas estruturas de pensamento foi uma das maiores contribuições de Koyré para a história da ciência, mas, mesmo assim, não escapou de ser criticado. Na medida em que trabalhou na demonstração da importância da ruptura nas estruturas de pensamento, levando em conta as características de cada pensador sobre determinado tema dentro da ciência, foi acusado de negligenciar os aspectos sociais do desenvolvimento científico. Em outras palavras, foi criticado por não analisar as relações sociais inseridas no desenvolvimento. Embora salientasse concomitantemente questões científicas e filosóficas no estudo das mudanças produzidas na e pela ciência, ainda não levava em consideração as relações sociais nesse contexto. O legado deixado pela obra de Koyré tem ajudado a caracterizá-lo como internalista⁵⁴ (SILVA, 2010), isto é, como um autor que não analisa integralmente as relações entre as questões sociais e o desenvolvimento da ciência.

Para que possamos ter um parâmetro de referência sobre as correntes internalistas e externalistas precisamos analisar o pensamento de um historiador da ciência considerado externalista e que foi contemporâneo de Koyré. Em 1931 Londres sediou o II Congresso Internacional da Ciência e Tecnologia. Este evento contou com a participação de uma delegação soviética. Nesta delegação estava o físico Bóris Hessen, ativo participante do processo da revolução de 1917, na Rússia, membro do Conselho Militar Revolucionário

⁵⁴ Existe a seguinte distinção entre as correntes de pensamento identificadas como internalista e externalista: elas diferem quanto à suficiência da condição interna para justificação. Ambas as teorias compartilham da ideia que fatores internos são necessários para justificação, o que elas vão divergir é quanto a questão se apenas estes fatores bastam para justificar nossas crenças. O internalismo sustenta que a justificação é determinada internamente, seja pela evidência do sujeito, ou por coerência entre as crenças, ou mesmo por alguma condição interna. Para os teóricos internalistas, os fatores internos são suficientes para garantir justificação ao sujeito. Já o externalismo, nega que fatores internos são suficientes para justificação. Para eles, alguma coisa externa tem um papel independente em justificar crenças. Assim, eles reconhecem a importância tanto de fatores internos quanto de fatores externos para justificação das crenças do sujeito.

(da URSS) e que havia integrado a Guarda Vermelha. Neste evento ele apresentou uma comunicação intitulada “*As raízes socioeconômicas dos Principia de Newton*”, que chamou a atenção dos participantes pelo enfoque marxista dado aos estudos de Newton.

Logo no início, Hessen deixa claro que seu trabalho tem por base a concepção marxista para a análise da obra de Newton⁵⁵:

No presente texto apresentamos uma concepção radicalmente diferente de Newton e de seu trabalho. Nossa tarefa consistirá na aplicação do método do materialismo dialético e da concepção do processo histórico criado por Marx para analisar a gênese e o desenvolvimento da obra de Newton, em relação com o período em que viveu e trabalhou (HESSEN, 1993, p. 31).

A análise de Hessen parte da consciência científica de determinada época que deveria ser explicada a partir da estrutura da vida material. Para tal deve-se levar em consideração que a consciência social deve ser compreendida a partir da estrutura e da contradição da vida material. Esta proposta é muito diferente do estudo de história que privilegia a ideia do aparecimento do gênio ou da personalidade notável do indivíduo que se destaca de sua realidade, portanto responsável pela mudança. Podemos apontar também que existe uma diferença substancial em levar em consideração o desenvolvimento social num contexto de mudança ou de revolução científica e a análise de um período, mesmo que busquemos todo o esforço de toda uma comunidade para alcançar determinado empreendimento.

Para Hessen o marxismo seria capaz de identificar as raízes de todas as ideias nas condições das forças produtivas materiais⁵⁶. Para demonstrar a veracidade de suas ideias determina, a partir da análise da obra de Newton, quais seriam os problemas técnicos do período e quais conhecimentos científicos deveriam ser empregados para solucioná-los. Com base neste processo de análise da ciência, conclui que os problemas científicos do período foram determinados pelas tarefas econômicas e técnicas que a burguesia ascendente colocou em primeiro plano (sempre enfatizando o lado prático para a solução do problema). Portanto, a física de Newton passa a ser determinada pela demanda

⁵⁵ Segundo Gama (1993, p.03), “[...] não há dúvida de que o informe (de Hessen) deu origem à corrente dita externalista da História da Ciência e que contribuiu enormemente para a superação das tendências encomiásticas e hagiológicas da História da Ciência então restrita à crônica dos gênios e de suas instituições puramente individuais e da lógica interna do desenvolvimento científico”.

⁵⁶ Nas próprias palavras de Hessen (1993, p.32), “O marxismo elimina o subjetivismo e a arbitrariedade na seleção das várias ideias ‘dominantes’ ou na sua interpretação, atribuindo as raízes de todas as ideias, sem exceção, às forças produtivas materiais”.

econômica (demanda mundana que impulsionaria a ciência).

Posteriormente, Hessen ainda analisa as questões políticas, filosóficas e religiosas do contexto de produção de Newton para que, assim, seu trabalho não ficasse restrito apenas à análise econômica. Tal restrição proporcionaria uma visão primitiva do materialismo histórico. Por isso, Hessen tenta abranger outros fatores, que não apenas os econômicos. Ele conclui sua análise afirmando que o *Principia* foi realmente determinado pelas necessidades econômicas e técnicas da época em que Newton viveu e faz uma rápida comparação entre as conquistas da burguesia nos séculos XVII e XVIII com as do proletariado no século XX:

O novo método de pesquisa que, nas figuras de Bacon, Descartes e Newton, triunfou sobre os escolásticos e levou à criação de uma nova ciência, foi resultado da vitória dos novos meios de produção sobre o feudalismo.

A construção do socialismo não apenas utiliza todos os resultados do pensamento humano como, ao colocar novas e até então desconhecidas tarefas para a ciência, indica novos caminhos para seu desenvolvimento e enriquece o tesouro do conhecimento humano com novos valores.

Apenas na sociedade socialista a ciência se tornará patrimônio de toda a humanidade. Novos caminhos para seu desenvolvimento estão se abrindo e não há limites para seu avanço vitorioso, seja no espaço ilimitado, seja no tempo infinito (HESSEN, 1993, p. 85).

Em resumo, o autor mostra a importância do contexto externo às questões científicas e conclui que os trabalhos de Newton não poderiam ter se desenvolvido em outro país ou em outra época, pois estavam condicionados a um contexto externo mais amplo. Por fim, é válido lembrar que essas alegações foram inovadoras para o período, pois quase todos os trabalhos sobre Newton estavam vinculados aos conceitos de mecânica clássica.

Existe a necessidade de enfatizar que algumas das repercussões que este pensamento suscitou foi motivada por apresentar uma maneira completamente nova de olhar o desenvolvimento da ciência. Em princípio há uma crítica da corrente internalista. Entre os críticos podemos citar Alexandre Koyré, que exatamente na década de 1930 estava se firmando como historiador da ciência, estudando exatamente o surgimento da mecânica⁵⁷.

⁵⁷ Nos “Estudos Galilaicos”, publicado ao longo dos anos de 1930, Koyré critica a tese da chamada ciência galileana. Para Koyré, a revolução científica do século XVII (revolução galileana) foi uma revolução teórica. Não houve fato empírico novo que, em discordância com a teoria científica corrente, que levasse a uma revisão radical. Nos “Estudos Newtonianos”, que foi publicado no início da década de 1960, a polêmica estaria ligada diretamente aos marxistas incluindo diretamente o trabalho de Hesse.

Por outro lado, destacamos a recepção muito favorável a esta análise vinda de outros dois grupos: autores de formação marxista e aqueles que tinham uma interpretação mais externalista para a história da ciência. Destacamos ainda que mesmo entre aqueles que não compartilhavam o quadro referencial teórico de Hessen sustentavam a validade da tese de que a base econômica e técnica condicionou a produção da mecânica newtoniana e sustentou que estudos como os de Hessen contribuíram para estender o objeto de uma sociologia do conhecimento às ciências da natureza.

As concepções sobre os conceitos de história da ciência e até mesmo o fazer história da ciência foram fortemente influenciados pelas correntes internalista e externalista e a polêmica se estende até o século XX. Na metade deste século os homens da ciência e aqueles que pensavam a ciência conheceriam uma outra ruptura no interior da própria ciência.

Thomas Kuhn⁵⁸, físico, historiador e filósofo da ciência, em meados da década de 1950 desenvolve uma nova teoria acerca da ideia de revolução e da própria história da ciência. O autor a descreve como uma sucessão de “modelos” que se chocam e não como um processo linear e evolutivo. Ele identifica estes “modelos” como paradigmas e define paradigma como “modelo ou padrão aceitos”.

Em seu mais famoso, livro *A Estrutura das Revoluções Científicas* (1962), Kuhn sustenta a tese de que a ciência se desenvolve durante certo tempo a partir da aceitação, por parte da comunidade científica, de um conjunto de teses, pressupostos e categorias que formam um paradigma, ou seja, um conjunto de normas e tradições dentro do qual a ciência se move e se orienta. “Os paradigmas adquirem seu status porque são mais bem-sucedidos que seus competidores na resolução de alguns problemas que o grupo de cientistas reconhece como graves” (KUHN, 1975, p. 44).

Em determinado momento, porém, essa visão ou paradigma se altera, provocando uma revolução que abre caminho para um novo tipo de desenvolvimento científico. Foi

⁵⁸ Thomas Kuhn nasceu em Cincinnati, Ohio, Estados Unidos, no dia 18 de julho de 1922. Ingressou na Universidade de Harvard, onde fez curso de física. Desta faculdade, recebeu o título de mestre e doutor. Os trabalhos acadêmicos de Kuhn resultaram no livro “A Revolução Copernicana”, de 1954. Mas foi no livro “Estruturas da Revolução Científica” (1962), que Kuhn estabeleceu suas ligações com a filosofia e as ciências humanas. O livro foi reeditado em 1970 com algumas observações adicionais. Lecionou na Universidade de Berkely e em Princeton. Em 1971 passa a lecionar no Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), onde permaneceu até encerrar sua carreira acadêmica. Thomas Kuhn faleceu em Cambridge, Massachusetts, Estados Unidos, o dia 17 de junho de 1996.

dessa forma que ele descreve a passagem da ciência antiga à ciência moderna, ou ainda, como exemplo, se refere à passagem da física clássica e mecânica para a física quântica.

De acordo com Kuhn, é como se ocorresse uma nova reorientação da visão global, na qual os mesmos dados são inseridos em novas relações científicas. Nessa relação inovadora, o objetivo é apresentar uma nova aplicação do paradigma ou aumentar a precisão de uma aplicação já feita.

Usando os conceitos do próprio Kuhn quando os pesquisadores não conseguem resolver um problema científico (denomina esse desafio de “quebra-cabeça”) ele passa a ser considerado uma “anomalia”. Para o autor, o quebra-cabeça é o que se considera fazer científico rotineiro (um problema com solução assegurada). Esses quebra-cabeças podem ser entendidos como a base do desenvolvimento científico acumulativo. As anomalias destoam deste desenvolvimento acumulativo. Ela é um problema que não tem solução, não pode ser resolvida conforme o arcabouço técnico-conceitual da teoria em vigor. Durante o período em que os cientistas trabalham na elucidação das anomalias nasce uma nova ciência, denominada por Kuhn, de ciência normal.

Thomas Kuhn também estabelece uma distinção entre ciência normal, que se desenvolve dentro de um certo paradigma, acumulando dados e instrumentos no seu interior, e a ciência extraordinária, que surge nos momentos de crise do paradigma. Essa ciência questiona e revoluciona os fundamentos e pressupostos da ciência anterior e propõe um novo paradigma.

Desta forma, para Kuhn, as revoluções científicas são aqueles episódios de desenvolvimentos, nos quais um paradigma mais antigo é total ou parcialmente substituído por um novo, incompatível com o anterior. É interessante notarmos que o autor não considera que houve apenas um período a ser denominado de revolução científica, mas pensa nestas modificações como plural.

Kuhn ainda defende o que ele chamou de “princípio da incomensurabilidade”. O princípio define que paradigmas diferentes estabelecem uma visão muito distinta de mundo, de modo que não podem ser comparados. Isso não significa que o novo paradigma seja melhor que o anterior, apenas estabelece que eles são, em geral, incompatíveis⁵⁹.

⁵⁹ O conceito de incomensurabilidade foi introduzido por Thomas Kuhn em 1962, na mesma obra em que estabelece a noção de paradigma, *A estrutura das Revoluções Científicas*. O termo designa, em geometria, o que se diz de duas grandezas que não apresentam uma medida comum e, por consequência não podem ser comparadas. Portanto dizer que duas teorias são incomensuráveis não significa necessariamente que não sejam passíveis de comparação, mas que esta comparação não pode ser feita através da redução de outros métodos.

Nesse sentido, uma forma de revolução científica, segundo Thomas Kuhn, é o reflexo das revoluções acontecidas na sociedade política. As revoluções políticas iniciam-se com um sentimento crescente, a partir de um segmento insatisfeito da comunidade política. De forma muito semelhante, as revoluções científicas iniciam-se com um sentimento crescente, também seguidamente restrito a uma pequena subdivisão da comunidade científica, de que o paradigma existente deixou de funcionar adequadamente na exploração de um aspecto da natureza, cuja exploração fora anteriormente dirigida pelo paradigma. Nas palavras de Gavroglu (2007, p. 211),

Deste modo, o desenvolvimento da ciência não significa forçosamente um progresso. O percurso da ciência não é contínuo nem o conhecimento cumulativo. A comunidade científica tem por objetivo alcançar a verdade, mas, para o conseguir, não se ocupa somente da averiguação das teorias. A comunidade científica imagina teorias que ela própria elabora, mas é igualmente levada a abandonar teorias. A característica mais importante do seu funcionamento consiste na adoção de um paradigma e, após um período de crise que conduz às revoluções, na substituição do antigo paradigma por outro incomensurável e incompatível com o precedente. As mudanças no decorrer da ciência normal limitam-se a generalizações parciais ou a revisões, sem provocarem grandes sobressaltos no quadro conceitual das teorias. As mudanças revolucionárias são globais. No caso das mudanças revolucionárias, não é possível que a comunidade científica se conforme com um conjunto de anomalias e seja obrigada a mudar simultaneamente diversas generalizações interdependentes que se integram no novo paradigma.

Podemos inferir que a grande inovação da ideia de Kuhn estabelece-se, de um lado pela afirmação de que o desenvolvimento científico não é cumulativo e, por outro lado, é aí que podemos identificar a grande inovação, que a escolha entre paradigmas alternativos não se fundamenta apenas em aspectos teóricos de cientificidade, mas em fatores históricos, sociológicos e psicológicos, ou seja, numa certa subjetividade, que acaba por ter um papel decisivo na imposição de determinadas teorias em detrimento de outras.

Uma vez que o problema da unidade do empreendimento científico está solucionado e visto que o grupo sabe perfeitamente quais os problemas já esclarecidos, poucos cientistas poderão ser facilmente persuadidos a adotar um ponto de vista que reabra muitos problemas já resolvidos. Antes de mais nada é preciso que a natureza solape a segurança profissional, fazendo com que as explicações anteriores pareçam problemáticas. Além disso, mesmo nos casos em que isso ocorre e um novo candidato a paradigma aparece, os cientistas relutarão em adotá-lo a menos que sejam convencidos que duas condições primordiais foram preenchidas. Em primeiro lugar, o novo candidato deve parecer capaz de solucionar algum problema extraordinário, reconhecido como tal pela comunidade e que não possa ser analisado de nenhuma outra maneira. Em segundo, o novo paradigma deve garantir a preservação de uma parte relativamente grande da capacidade objetiva de resolver problemas, conquistada pela ciência com o auxílio dos paradigmas anteriores. A novidade em si mesma

não é um desiderato das ciências, tal como em outras áreas da criatividade humana. Como resultado, embora novos paradigmas (ou mesmo nunca) possuam as mesmas potencialidades de seus predecessores, preservam, geralmente, em larga medida, o que as realizações científicas possuem de mais concreto. Além disso, sempre permitem a solução concreta de problemas adicionais (KUHN, 1975, p. 211-212).

O discurso de Kuhn é inovador, na medida que, relativizando os aspectos lógico-positivistas, lógico-empiristas, lógico-formais e racionais que permitem que a ciência se explique exhaustivamente pela sua lógica interna, traz para o debate, uma base sociológica até então desvalorizada e esquecida.

A neutralidade e a objetividade da ciência, características que desde sempre o conhecimento científico reclamou e que nos levava a distinguir esse saber das chamadas ciências humanas ou sociais, são desafiadas pela teoria dos paradigmas.

Nem internalismo nem externalismo foram capazes de conferir historicidade às ciências, apropriá-las ao discurso histórico. Na realidade, a disputa entre esses dois grupos, internalistas e externalistas, se dava pela prioridade da ocupação de um espaço de conhecimento muito reduzido e afastado das preocupações efetivamente fundamentais. Durante muitos anos, para fazer frente a ideia positivista de ciência, havia a necessidade de se decidir entre fazer uma história do percurso das ideias científicas (perspectiva internalista) que estava totalmente separada de uma história das relações institucionais, financiamentos, filiações políticas ou extração social (perspectiva externalista).

Os conceitos de neutralidade e objetividade da ciência, fundamentais desde há muito tempo em relação à produção do conhecimento científico, e que conduzia o cientista a distinguir esse aprendizado das conhecidas ciências humanas, ou sociais, foram claramente postas em cheque pela teoria dos paradigmas kuhnianos.

Podemos concluir então que a partir da ideia sobre a revolução científica em Kuhn a ciência só existe se considerarmos sua dimensão histórica, analisada nos meandros da própria comunidade científica de acordo com uma tradição de resolução de problemas fundamentada em paradigma. Ela está sujeita a crises e tem limites de ordem institucional, social e cognitiva. A ciência torna-se uma atividade humana dependente dos contextos sócio-histórico-culturais, aí encontra uma forte analogia entre a evolução dos organismos e das ideias científicas.

Assim, podemos dizer que Kuhn foi responsável por uma visão sobre ciência que satisfaz os anseios dos teóricos internalistas e externalistas. Segundo Silva (2010, p. 130)

Desta forma, podemos concluir que o desenvolvimento científico entendido, isto é, descrito por meio da noção de “revolução”, tal como é possível encontrar na produção intelectual de Koyré e de Kuhn, trouxe ganhos reais à análise histórica, entre os quais: a possibilidade de analisar aspectos teóricos fundamentais das transformações científicas; a possibilidade de analisar aspectos sócio-políticos envolvidos no empreendimento científico; a possibilidade de comparar distintas propostas teóricas de determinada ciência; a possibilidade de entender as implicações práticas de uma mudança; a possibilidade de discutir, de forma crítica, as escolhas e os caminhos trilhados pelo conhecimento científico e pelos cientistas; a possibilidade de narrar aspectos não canonizados, sancionados pela História triunfalista produzida até o início do século XX; a possibilidade de entender as permanências presentes nas rupturas, tanto quanto as rupturas presentes nas continuidades; e por fim, a possibilidade de narrar um longo espaço de tempo de transformações nas formas de conhecimento.

A partir da ideia da necessidade da quebra do paradigma para iniciar uma revolução científica estabelecida por Thomas Kuhn faremos a aproximação entre história, história da ciência e educação. Para tal tomaremos a concepção epistemologia genética de Jean Piaget como arcabouço teórico.

No que tange ao trabalho de Kuhn e seu conhecimento da obra de Jean Piaget, é bem interessante registrar que no prefácio da 1ª edição de seu livro (1962), *As Estruturas das Revoluções Científicas*, faz a seguinte menção,

Contudo, muito do meu tempo durante esses anos foi gasto explorando campos sem relação aparente com a História da Ciência, mas nos quais a pesquisa atual revela problemas similares aos que a História vinha trazendo à minha atenção. Uma nota de rodapé, encontrada ao acaso, conduziu-me às experiências por meio das quais Jean Piaget iluminou os vários mundos da criança em crescimento e o processo de transição de um para o outro. (...) Embora os leitores encontrem poucas referências a qualquer desses trabalhos ou conversas, devo a eles mais do que me seria possível reconstruir ou avaliar nesse momento (KUHN, 1962, p. 11)

Ainda nesse contexto, Kuhn afirma, em nota, que os conceitos e processos demonstrados por Piaget (especialmente em duas de suas obras, as quais cita literalmente) vêm diretamente da história da ciência⁶⁰.

3.2 - Jean Piaget e a Epistemologia Genética

Jean Piaget nasceu em Neuchâtel (09 de agosto de 1896) e logo cedo descobriu seu interesse pela ciência. Aos dez anos publicou seu primeiro artigo que versava sobre um

⁶⁰ Literalmente, em nota, Kuhn (2003, p.11) afirma: “Dois conjuntos de investigações de Piaget foram particularmente importantes, porque apresentavam conceitos e processos que também provêm diretamente da História da Ciência: *The Child's Conception of Causality*, tradução de Marjorie Gabain (Londres, 1930) e *Les notions de mouvement et de vitesse chez l'enfant* (1946)”.

pardal albino que havia observado em um parque da cidade. Em seguida foi trabalhar voluntariamente no Museu de História Natural de Neuchâtel. Estudou Biologia na universidade de Neuchâtel (licenciou-se em 1913 e terminou o doutorado três anos depois). Seus estudos de biologia levaram-no a desconfiar que os processos de conhecimento poderiam depender de mecanismos de equilíbrio orgânico. Isto fez com que ele se voltasse para o estudo da psicologia. Estudou em Zurique e, em Paris, trabalhou com a padronização de testes de inteligência no laboratório de Alfred Binet⁶¹.

Nesse laboratório trabalhava com crianças doentes e sua metodologia demonstrava a realidade da criança num momento especial, de certa forma, fragilizada. Mas foi nesse contexto que descobriu a importância e a riqueza de trabalhar com o pensamento infantil.

A originalidade do estudo do pensamento infantil que Piaget realizou tem como base o princípio metodológico segundo o qual a flexibilidade e a precisão da entrevista ‘em profundidade’, que caracterizam o método clínico, devem modular-se mediante a busca sistemática dos processos lógico-matemáticos subjacentes aos raciocínios expressados; além disso, para realizar esse tipo de entrevista, é preciso referir-se a diversas etapas de elaboração pelas quais passou o conceito que se examina no curso de sua evolução histórica (MUNARI, 2010, p. 14).

Inicialmente, a forma de trabalho adotada por Piaget estava baseada na busca da união de três metodologias que até aquele momento encontravam-se separadas: o método empírico das ciências experimentais, o método hipotético-dedutivo das ciências lógico-matemáticas e o método histórico-crítico das ciências históricas.

Durante este longo período de aprendizagem, Piaget aproximou-se muitas vezes com a filosofia, concluindo que o único meio de se chegar ao conhecimento legítimo seria a partir do uso do chamado método científico. Para ele os métodos reflexivos poderiam apenas contribuir para a elaboração de um determinado tipo de conhecimento (PIAGET, 1983 p. 177). Desta forma, a reflexão e o uso de dogmas para construir a ciência e, por sua vez o conhecimento (ou até a gênese do próprio conhecimento) não seria suficiente. Para Piaget há a necessidade de estudar, comprovar experimentalmente qualquer que fosse a teoria que se defendesse.

⁶¹ Alfred Binet, pedagogo e psicólogo francês, foi pioneiro no trabalho com a psicometria. Partindo de pesquisas realizadas com crianças (em especial suas duas filhas) ele inicia um trabalho de criação de teste para medir a inteligência das crianças. A partir de seus testes foram criados outros que se propõe a medir a inteligência do indivíduo (denominados testes de QI – Quociente de Inteligência).
<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me4661.pdf>, acesso em 19 de janeiro de 2016.

Cheguei a convicção de que, sob o conjunto extremamente complexo de valores individuais ou coletivos, universitários ou ideológicos, epistemológicos ou morais, históricos ou atuais, etc., que intervêm em cada um desses conflitos, se reencontra em definitivo sempre o mesmo problema e sob forma que me parecem decorrer da simples honestidade intelectual: em que condições se tem o direito de falar de conhecimento e de salvaguardá-lo contra os perigos interiores e exteriores que não cessam de ameaçá-lo? Ora, quer se trate de tentações interiores ou coações sociais de toda espécie, esses perigos perfilam-se todos em torno de uma fronteira, surpreendentemente móvel ao longo das idades e das gerações, mas não menos essencial para o futuro do saber: aquela que separa a verificação da especulação (PIAGET, 1983, p. 67).

Essa forma de pensar determinou suas opções básicas tanto no campo da psicologia que decidira estudar, no campo da política acadêmica que defendia ou no próprio compromisso com os problemas da educação que resolvera enfrentar.

A partir de 1921 Piaget ingressa no Instituto Jean-Jacques Rousseau, em Genebra, onde encontra tempo e liberdade para desenvolver seus estudos sobre a criança.

É bem interessante discutirmos que desde o início o próprio Piaget trabalha interdisciplinarmente, já que vem de uma formação centrada na ciência biológica, mas que procura na ciência humana (filosofia e psicologia) ferramentas para estruturar sua ideia, seu trabalho com a epistemologia genética. É importante enfatizarmos que:

De 1929 a 1939, além de desempenhar funções administrativas, Piaget foi professor de história do pensamento científico, intensificando seus estudos sobre a história das matemáticas, da física e da biologia e redigindo seus primeiros trabalhos sobre epistemologia genética (PIAGET, 1983, p. 9).

Ainda é relevante passearmos sobre a condução de Piaget aos seus estudos e a elaboração da epistemologia genética. Em 1940 tornou-se diretor do Laboratório de Psicologia Experimental da Universidade de Genebra. Em 1950 já havia publicado inúmeros livros, sozinho ou com colaboradores, inclusive os três volumes da *Introdução à Epistemologia Genética*. Em 1955 foi inaugurado o *Centro Internacional de Epistemologia Genética*, onde continuou fazendo pesquisas e publicando até sua morte em 1980.

A obra de Piaget é muito vasta visto que trabalhou e pesquisou ao longo de mais de trinta anos. Podemos destacar algumas das obras que foram grandemente significativas para a organização da epistemologia genética, tais como *O julgamento moral da criança* (1932), *O nascimento da inteligência na criança* (1932), *Tratado de Lógica* (1949), *A epistemologia genética* (1950) e os trinta volumes do *Estudos de Epistemologia Genética*, publicado ao longo de mais de dez anos (de 1957 até 1973).

No final de sua carreira Piaget publicou uma obra que reflete sua relação muito íntima com a história da ciência, matéria essencial para a realização dessa pesquisa. Essa obra foi escrita em parceria com o físico argentino Rolando Garcia, iniciada em 1974, mas terminada em 1980. O objetivo dos autores foi o de produzir um estudo de epistemologia com a ideia de demonstrar que o conhecimento científico não é construído de forma linear. Para isso, usaram o caminho da análise das etapas do desenvolvimento dos conhecimentos usando o viés da história das ciências. Segundo Bartelmebs (2014, p. 148) “Piaget e Garcia derrubam tais ideias, apoiando-se na epistemologia genética e dando origem a uma epistemologia construtivista”.

A ideia inovadora desses dos autores está no uso da psicologia como ferramenta que permite o uso da experimentação da concepção filosófica. Isso quer dizer que o estudo do desenvolvimento da inteligência da criança pode ser estudado e comprovado através do uso da experimentação. Esta seria a função dos estudos epistemológicos.

A seguir faremos um rápido comentário sobre a escolha de Piaget pela psicologia para compreender a ideia do desenvolvimento da inteligência, foco da psicogênese, base para a formulação da Epistemologia Genética.

3.2.1 – Enfrentando a Filosofia:

No início de sua carreira, momento em que termina sua graduação, Piaget depara-se com um grande obstáculo na tentativa de estudar o desenvolvimento da inteligência humana. No momento, recém-saído da universidade, seus estudos estavam vinculados a filosofia que, naquele determinado contexto, valia-se da ideia de que o conhecimento deveria ser construído apenas através da reflexão. Para ele o conhecimento é algo que iria muito mais além.

A filosofia que tanto o encantou em seu início de carreira perde essa capacidade ao ser melhor analisada e no momento em que descobre que essa ciência tem algumas incoerências. Em 1969 escreve uma pequena obra, intitulada *Sabedoria e Ilusões da Filosofia*, na qual se propõe a esclarecer o motivo pelo qual não haver trilhado por seus caminhos. Ele inicia seu trabalho especificando a ideia central:

Dizer que esta obra se me impôs como um dever seria pretensioso, mas o foi, pelo menos, em virtude de uma exigência cada vez mais constrangedora. Sua tese é simples e, em certos meios, banal: a de que filosofia, de acordo com o grande nome que recebeu, constitui uma *sabedoria* indispensável aos seres racionais para coordenar as diversas atividades do homem, mas que não atinge um saber

propriamente dito, provido das garantias e dos modos de controle que caracterizam o que se denomina *conhecimento* (PIAGET, 1983, p. 67).

Logo em seguida o autor explicita melhor sua ideia no seguinte comentário:

Cheguei a convicção de que, sob o conjunto extremamente complexo de fatores individuais ou coletivos, universitários ou ideológicos, epistemológicos ou morais, históricos ou atuais, etc., que intervêm em cada um desses conflitos, se reencontra em definitivo sempre o mesmo problema e sob formas que parecem decorrer da simples honestidade intelectual: em que condições de tem direito de falar de conhecimento e como salvaguardá-lo contra os perigos interiores e exteriores que não cessam de ameaçá-lo? Ora, quer se trate de tentações interiores ou de coações sociais de toda espécie, esses perigos perfilam-se todos em torno de uma mesma fronteira, surpreendentemente móvel ao longo das idades e das gerações, mas não menos essencial para o futuro do saber: aquela que separa a verificação da especulação (PIAGET, 1983, p. 67).

Ainda nesse mesmo contexto, Piaget (1983, p. 68), estrutura suas dúvidas sobre a “Filosofia reflexiva”,

É verdade que se poderia contentar-se com o tratar nosso problema no abstrato. Existe ou não um modo específico de conhecimento próprio à filosofia que seria diferente do conhecimento científico, que comportasse ao mesmo tempo normas e uma metodologia dignas do grande nome de *conhecimento*? Quais são, na hipótese de uma resposta afirmativa, essas normas e esses critérios, e quais os procedimentos de verificação aos quais conduzem? São tais procedimentos de fato eficazes, conseguiram alguma vez concluir um debate pela rejeição de uma teoria então revogada aos olhos de todos os contemporâneos, e por uma justificação suficiente para obter a unanimidade em favor da teoria vitoriosa? Tal seria o gênero de problemas dos quais teremos, por certo, de tratar e em relação ao qual se poderia limitar-se a fornecer uma discussão geral e puramente epistemológica.

Mesmo limitando-se a criticar a Filosofia meramente reflexiva, formulada sobre conceitos não empíricos, ele também a valorizava,

(...) a filosofia tornou-se, em muitos países uma espécie de exercício espiritual, revestido de uma auréola não exatamente sagrada, mas que garante um prestígio tal que qualquer discussão parece ipso facto testemunhar um positivismo estreito ou uma incompreensão congênita.

No entanto, a filosofia tem sua razão de ser e deve-se mesmo reconhecer que todo homem que não passou por ela é incuravelmente incompleto (PIAGET, 1983, p. 68).

Piaget afirma que a filosofia sempre um duplo objetivo, a saber: conhecimento e coordenação de valores (PIAGET, 1983). É contra algumas das suas incoerências (observadas pela ótica piagetiana) que ele desclassifica a Filosofia como matriz de todas as Ciências. Ao invés disso, Piaget levanta algumas críticas a essa ideia: primeiramente em

relação a afirmação de que a Filosofia chega ao conhecimento integral relacionando os valores morais aos conhecimentos científicos. Em seguida, faz uma crítica a ideia de que o conhecimento filosófico determinaria os limites do conhecimento científico, por um lado e pela própria organização de uma teoria do conhecimento, o estabelecimento desses limites deixaria de lado a coordenação de valores. A solução para essa situação viria de uma dupla vertente de tendências: de um lado a separação de certos ramos da filosofia que seriam “promovidos” a categoria de disciplinas autônomas (tais como: a psicologia, a sociologia, a lógica e a própria epistemologia) e de outro a coordenação de valores fundamentada numa reflexão organizadora estabelecida sobre um exame crítico da ciência e pela pesquisa específica de um determinado modo de conhecimento.

A proposta inicial de Piaget, ao refutar as principais características da Psicologia reflexiva, nos parece excessiva visto que ao propor suas ideias, ao desenvolver sua epistemologia ele também pratica o que chamamos de reflexão de gabinete. Não se pode aceitar a ideia de que não haja subjetividade na sabedoria. Ele mesmo nos mostra que o filósofo não pode deixar de lado a ciência e nem o cientista pode deixar de lado a filosofia.

Piaget definiu-se como um “antigo-futuro-filósofo” e faz isso ao explicitar sua escolha pela ciência da psicologia e investigador da gênese do conhecimento. Como nos mostra Fernandez (1991, p. 44),

Nas diversas vezes em que se intitula psicólogo, e especialmente quando faz a defesa epistemológica da psicologia, Piaget está pedindo reconhecimento à psicologia de dupla face que pacientemente constrói. Construiu-a para uso próprio: mostra-o (...) o manuseio teórico das invenções ou descobertas, oriundas dela que ele opera. Construiu-a enquanto método e teoria, no interior de uma investigação que só poderia ser levada adiante se contasse com informações sobre o funcionamento cognitivo de crianças. Desde que a psicologia filosófica tradicional, a jovem psicologia científica e a recente psicologia filosófica contemporânea não estavam habilitadas, quer por seus procedimentos, quer pelo propósito de suas investigações, a fornecer tais informações, era preciso inventar esse instrumento de trabalho.

Desta forma, Piaget busca na psicologia científica os instrumentos que pudessem lhe dar condições de elaborar uma teoria de conhecimento. Mais do que elaborar uma teoria ele buscou um método científico que lhe permitisse desenvolver suas teorias. Isso só pode ocorrer porque estava certo de que nenhum filósofo havia feito construções teóricas sobre o conhecimento, a não ser de forma especulativa, através de procedimento dedutivo, sem o uso de observações da operação cognitiva propriamente dita e nenhum teórico do conhecimento havia se interessado pela investigação do conhecimento infantil. Isso nos

permite concluir que Piaget estava lançando mão de um universo muito particular para a compreensão do pensamento e da aquisição do conhecimento sem lançar mão dos princípios teóricos que envolviam a psicologia reflexiva. É desta forma que passa a trabalhar com a ideia de investigar como essa relação se desenvolvia no universo infantil.

3.2.2 - Epistemologia Genética:

O contexto histórico em que Piaget desenvolve sua Epistemologia Genética é marcado pela crítica ao positivismo (tendo como referência o modelo de desenvolvimento das ciências) mas também é marcado pelo momento da consolidação da epistemologia como teoria do conhecimento científico, diferenciando-se da teoria geral do conhecimento,

(...) o conhecimento não poderia ser concebido como algo predeterminado nas estruturas internas do indivíduo, pois que essas resultam de uma construção efetiva e contínua, nem nos caracteres preexistentes do objeto, pois que estas estruturas os enriquecem e enquadram (pelo menos situando-os no conjunto dos possíveis). Em outras palavras, todo conhecimento comporta um aspecto de elaboração nova, e o grande problema da epistemologia é o de conciliar esta criação de novidades com o duplo fato de que, no terreno formal, elas se acompanham de necessidade tão logo elaboradas e de que, no plano do real, elas permitem (e são mesmo as únicas a permitir) a conquista da objetividade (PIAGET, 1983, p. 03).

Piaget demonstra que a epistemologia genética é muito importante porque se propõe a chegar até a gênese do conhecimento da qual a epistemologia tradicional conhece apenas os estados superiores, em outras palavras, as resultantes. Deixa-se de lado, na visão tradicional, o problema da construção de estruturas pré-formais. Segundo o próprio Piaget (1983, p. 03), “O que se propõe a epistemologia genética é, pois, por a descoberto as raízes das diversas variedades de conhecimento, desde as suas formas mais elementares, e seguir sua evolução até os níveis seguintes, até inclusive, o pensamento científico”.

Desta forma a grande descoberta de Piaget seria trazer para o campo de pesquisa o desenvolvimento da inteligência da criança, buscando encontrar a gênese desse pensamento. A inovação foi fazer a pesquisa usando a experimentação e saindo do campo da especulação filosófica. Podemos entender que nesse ponto do estudo a própria Psicologia é utilizada como ferramenta, chegando quase a ser um método, para experimentar concepções filosóficas que nunca puderam ser experimentadas. Interessante notarmos que a proposta dessa teoria seria a de focar questões até então filosóficas de modo decididamente experimental, constituindo a epistemologia uma ciência separada da filosofia, mas ligada a todas as ciências humanas.

Piaget consegue, através da elaboração dessa teoria superar a dicotomia do inato/adquirido polêmica que vai de encontro ao behaviorismo⁶² difundido naquele contexto. Defendia uma posição interacionista em que o sujeito é ativo na construção do conhecimento e que se desenvolve através de suas próprias ações. Assim as estruturas da inteligência são produto de uma construção contínua do sujeito em interação com o meio.

Ainda importante destacar que a necessidade de trabalhar com a gênese está ligada a necessidade de provar que não existem conhecimentos absolutos. Deve-se dar importância igual a todas as fases do desenvolvimento, não há privilégio na suposta fase inicial porque ela sempre será precedida de uma fase anterior, portanto temos que ter em mente que existe uma construção indefinida e contínua. Para Piaget é preciso conhecer todas as fases dessa construção ou, pelo menos, o máximo de fases possível.

Cabe aqui compreendermos um pouco melhor como foi estruturada a teoria da aquisição do conhecimento. Para Piaget, o conhecimento é resultado de trocas do organismo com o meio. São elas (as trocas) as responsáveis pela construção da capacidade de conhecer. As estruturas mentais construídas por essas trocas não são hereditárias, mas são construídas a partir dessa relação (indivíduo/meio). O desenvolvimento cognitivo acontece através de estágios de desenvolvimento qualitativamente diferentes, em que novas informações são incorporadas a estruturas cognitivas já existentes e a cada integração de novas informações há uma mudança nas estruturas cognitivas. O indivíduo desenvolve seus conhecimentos a partir de esquemas, um comportamento que lhe permite entrar em contato com o conhecimento (incluindo ações físicas e mentais). À medida que as pessoas atuam em seus ambientes, um processo mental inato leva cada um a deduzir esquemas generalizáveis (começam a agrupar, segundo suas semelhanças algumas experiências específicas). A assimilação vem a partir do ato de absorver algum evento ou experiência para torná-lo parte de um esquema (o processo é ativo e seletivo). Em seguida passa-se para a acomodação (através da nova informação assimilada existe a possibilidade da mudança do esquema). A mudança é iniciada a partir da assimilação de algo novo e a equilíbrio estabelece-se (processo de por em equilíbrio a assimilação e a acomodação).

⁶² Segundo Matos (1995, p. 01), “O Behaviorismo surgiu, no começo deste século, como uma proposta para a Psicologia tomar como seu objetivo de estudo o comportamento ele próprio, e não como indicador de alguma outra coisa, ou seja, como indício da existência de um fenômeno que se expressaria através do comportamento. Surgiu como reação às posições, então dominantes, de que a Psicologia deveria estudar a mente ou a consciência dos homens”. (<http://www.itrcampinas.com.br/txt/behaviorismometodologico.pdf>, acesso em 30 de setembro de 2016).

Este processo orientará a adaptação do indivíduo ao meio. Podemos ver representados na **Figura 4**, a ideia de assimilação e acomodação.

FIGURA 4 – A formação de novos esquemas de aprendizagem⁶³

A condição do indivíduo de organizar e estruturar sua experiência de vida deve ser procedente da atividade de sua estrutura mental. As estruturas são responsáveis por seriar, ordenar, classificar e estabelecer relações. Isso acontece de forma específica nas diferentes fases de desenvolvimento do ser humano. O funcionamento dessas estruturações é o que Piaget denomina de “estádios” de desenvolvimento cognitivo. Os estádios são as etapas pelas quais o indivíduo passa para a construção do conhecimento.

Para que possamos usar o termo adequadamente é importante que compreendamos que as aquisições de conhecimento sejam constantes (numa ordem sucessiva e não só cronológica), o que depende da experiência adquirida pelo sujeito (não apenas de sua maturação ou do meio social). Observemos na **Figura 5**, os estádios do desenvolvimento intelectual

⁶³ Esquema disponível em www.motricidade.com/2013/2013_03_DIFICULDADES%20DE_APRENDIZAGEM.pdf, acesso em 14 de julho de 2016.

FIGURA 5 – Estádios do desenvolvimento intelectual

ESTÁDIO	IDADE APROXIMADA	CAPACIDADES
Sensório motor	0 a 2 anos	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecimento do mundo baseado nos sentidos e habilidades motoras • No final do período: emprega representações mentais
Pensamento pré-operatório	2 a 6 anos	<ul style="list-style-type: none"> • Usa de símbolos, palavras, números para representar aspectos do mundo • Relaciona-se apenas por meio de perspectiva individual • O mundo é fruto da percepção imediata
Pensamento Operatório concreto	7 a 11 anos	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicação de operações lógicas a experiências centradas no presente (aqui e agora) • Início da verificação das operações mentais, revertendo-as e atendendo a mais de um aspecto
Pensamento Operatório formal	12 anos em diante (adolescência)	<ul style="list-style-type: none"> • Pensamento abstrato, especulação sobre situações hipotéticas, raciocínio dedutivo • Planejamento, imaginação

Fonte: quadro de autoria própria,

Para uma melhor compreensão de como a equilibração se estrutura precisamos observar que Piaget e Garcia (2011) apresentaram mais uma característica que está presente no processo de aquisição do conhecimento, a organização das ideias para a formação de novas estruturas. Todo progresso cognitivo só ocorre se houver a adição de algo novo ao que já está sedimentado, através do rearranjo e da reorganização das estruturas anteriores. Isso se dá no nível da equilibração e ocorre em três etapas:

um processo que nos parece de natureza completamente geral: é o que conduz do *intraobjetal*, ou análise dos objetos, ao *interobjetal*, ou estudo das relações ou transformações, e daí ao *transobjetal*, ou construção das estruturas. O fato que essa tríade dialética se encontre em todos os domínios e em todos os escalões, parece-nos constituir a principal aquisição a que levaram os nossos esforços comparativos. Com efeito, a generalidade dessa tríade *intra*, *inter* e *trans* e o fato de a encontrarmos em todas as subetapas, bem como no seio das sucessões globais, constituem, sem dúvida, o melhor dos argumentos em favor de uma epistemologia construtivista (PIAGET; GARCIA, 2011, p. 51).

Desta forma, podemos afirmar que essa dinâmica se perpetua, em formato espiral, ao longo da vida, toda vez que o indivíduo estabelece uma aquisição cognitiva. Na fase *intra* observamos a interação entre os esquemas do sujeito e o objeto que será assimilado. Podemos inferir que nessa etapa o indivíduo apenas se apropria dos dados desse novo domínio aos seus esquemas. Desse modo identificamos essa atitude em indivíduos mais

novos que, ao se sentir incapacitado para absorver todas as novidades existentes no objeto opta por fixar sua atenção num único atributo do objeto. Isso não quer dizer que essa primeira fase da equilibração não seja apropriada por indivíduos adultos. Isso pode ocorrer e qualquer fase da vida adulta. Isso pode acontecer tanto pelo tipo de objeto com que estamos interagindo tanto com nosso envolvimento com o problema. Portanto, em qualquer momento, indivíduos adultos podem ter uma relação *intra* com o objeto. Na segunda etapa do processo, denominada de *inter* o sujeito estabelece as relações entre os objetos, é nesse momento que se estabelecem as transformações e as transferências. A busca dos vínculos entre os objetos provoca as abstrações e as generalizações que são características da fase *trans*. Na última etapa do processo de equilibração consiste na relação das partes com o todo, posterior à relação entre as partes, acrescentando uma hierarquia relativa às simples relações colaterais. Nessa etapa busca-se o equilíbrio entre os esquemas de assimilação que organizam o quadro conceitual do sujeito, estabelecendo-se um verdadeiro jogo de assimilações e acomodações recíprocas. Essa fase mobiliza os esquemas constituídos na fase anterior, que não poderiam se manter isolados. Portanto os estados e atributos, foco da fase anterior, modifica-se em transformações e relações. Na fase seguinte, a etapa *trans* pressupõe a integração de todos os subsistemas coordenados com o objetivo de constituir uma nova realidade que estabelece relações entre as etapas anteriores acrescentando hierarquia às relações colaterais.

Esse processo tem como resultado uma enorme possibilidade de compreensão de novos conceitos. Piaget utiliza a metáfora do espiral, pois a última etapa da assimilação se comporta como a primeira de uma nova tríade, assim cada etapa comporta dentro dela subetapas que seguem a mesma ordem pela mesma razão.

Portanto, vemos aí uma ideia extremamente importante inserida na epistemologia genética que é natureza absolutamente interdisciplinar de qualquer construção mental. Segundo o próprio Piaget (1983) em linhas gerais o objeto de análise da epistemologia genética é a passagem de um conhecimento inferior para um conhecimento superior. Usando as palavras de Piaget (1983, p. 04)

Ora, como toda ciência está em permanente transformação e não considera jamais seu estado definitivo (com exceção de certas ilusões históricas, como a do aristotelismo dos adversários de Galileu ou a física newtoniana para seus continuadores), este problema genético, no sentido amplo, engloba também o progresso de todo conhecimento científico e apresenta duas dimensões: uma respeitante às questões de fato (estado dos conhecimentos em um nível determinado e passagem de um nível ao seguinte) e outra, acerca das questões de

validade (avaliação dos conhecimentos em termos de aprimoramento ou de regressão, estrutura formal dos conhecimentos).

Desta forma, a pesquisa em epistemologia genética, seja ela para a análise de um determinado setor do conhecimento da criança ou da transformação num dos ramos relativos ao desenvolvimento da ciência, precisará da colaboração de especialistas em epistemologia das diferentes ciências, a saber, psicólogos, matemáticos, historiadores da ciência, entre outros.

3.2.3 – Psicogênese e História da Ciência

Como mencionamos no início deste capítulo, Piaget e Rolando Garcia desenvolvem, em sua obra, *“Psicogênese e História das Ciências”* a ideia de que a construção do conhecimento científico na criança e a construção da própria ciência são engendrados de forma semelhante. Após intenso período de análises e experimentações buscaram comprovar que em ambos os casos (desenvolvimento do pensamento no indivíduo e do desenvolvimento da ciência) começam a ser organizados a partir de interações superficiais até chegarem a uma formalização mais complexa. Podemos apontar que o objetivo, ao escreverem a obra, foi o de analisar o movimento de passagem de um período histórico ao próximo observando essa relação a partir da passagem dos estádios genéticos do indivíduo. O objetivo é “mostrar que os mecanismos de passagem de um período histórico ao seguinte são análogos aos da passagem de um estágio psicogenético ao seu sucessor” (PIAGET; GARCIA, 2011, p 50).

O padrão cognitivo não é o mesmo mas existe uma relação entre a evolução histórica de conceitos e as construções desenvolvidas pelos indivíduos sobre os saberes científicos.

Na referida obra os autores trabalham com o conceito de movimento e o desenvolvimento da mecânica. No processo de estruturação do pensamento da criança, demonstram que a construção do conhecimento científico trilha caminhos semelhantes aos dos indivíduos que conseguem coordenar suas ações, organizar e reorganizar as ideias até chegar a condição de conceituação. Na obra citada, os autores usam como um dos exemplos a ser estudado a teoria do impetus⁶⁴. Desta forma, seguem fazendo um paralelo

⁶⁴ A teoria do impetus defendia a suposição de que projéteis continuavam por algum tempo em situação de movimento, mesmo depois de perderem contato com sua fonte de lançamento por causa de um determinado ímpeto realizado no ato de seu lançamento. Na verdade, ninguém explicava ou sabia a qual era a natureza física do ímpeto. Alguns acreditavam ser constituído por uma entidade incorpórea, outros acreditavam ser

entre o desenvolvimento da ciência e a psicogênese, enfatizando a ideia que esse processo não ocorre de forma linear, pois as construções e reconstruções estão interligadas. A construção de conceito lança mão daquilo que o sujeito já tem organizado com um conhecimento novo o que resulta numa terceira teoria. Assim, podemos inferir que todo conhecimento construído tem, em sua base, uma subestrutura onde se baseia para poder expandi-lo em diferentes medidas. Portanto a reconstrução de cada etapa leva a novas reconstruções, processo pelo qual as estruturas são enriquecidas.

As experimentações e os escritos dos teóricos apontam para a ideia de que os estudantes, em seus primeiros contatos com a ciência, utilizam explicações muito semelhantes aos utilizadas pelos homens do passado para explicar determinados fenômenos ou para produzir a própria ciência.

Para comprovar tal teoria, Piaget e Garcia (2011, p. 98) analisam a ideia de movimento:

Ao esquematizar a história do *impetus*, ignorando as acelerações e os retrocessos que puderam produzir-se, podemos distinguir quatro grandes períodos: 1) Um período inicial caracterizado pela teoria aristotélica dos dois motores que admite, além da causa exterior do movimento, uma força endógena do móvel; 2) Um segundo período em que o motor interno não é mais invocado no sentido precedente e no qual a única causa do movimento é a força motriz global, sem a distinção daquilo em que se transformará, posteriormente, a força e o *impetus*; 3) Durante o período seguinte, o *impetus* ou o ‘impulso’ procede da força e produz o movimento, ocupando assim uma posição causal intermediária e necessária; 4) Finalmente, o *impetus* é o resultado do movimento causado pela força e tende assim a traduzir-se, cedo ou tarde, pela aceleração.

Essas foram as fases pelas quais passou a ciência para chegar ao conceito de aceleração. Os autores encontraram as mesmas quatro fases na evolução da psicogênese. Desta forma, o primeiro estágio seria compatível com as crianças (mais ou menos em torno dos oito anos) que não conseguem diferenciar a causa do movimento. As crianças buscam explicar o movimento interno do objeto através de uma força que não sabem muito bem de onde vem, em outras palavras, o móvel possui “motores” que o impulsionam numa trajetória. Não consegue diferenciar a causa do movimento⁶⁵. “As atribuições causais dão

uma das qualidades da natureza. O fato é que nenhum filósofo natural havia delimitado adequadamente suas propriedades. Esse conceito foi elaborado pelo filósofo francês, Jean Buridan (1300 - 1358), explica que o ímpeto era a força que imprimia movimento, sendo a quantidade proporcional à densidade, ao volume e à velocidade inicial ao corpo móvel. (ZANETIC, 1988, p. 26)

⁶⁵ Thomas Kuhn enxergou na noção de causalidade, estabelecida por Piaget, uma relação com a História da Ciência, conforme citado na nota 28.

ao espírito a possibilidade de ‘compreender’, em razão dessa convergência entre o que fazem materialmente os operadores objetivos e o que o próprio sujeito pode fazer em suas deduções” (PIAGET, 2011, p. 54).

Já, na segunda etapa o indivíduo trabalha com a ideia de uma explicação global, em que forma, movimento e impulso são indiferentes. Não há mais a ideia de motor interno.

Na terceira etapa, o indivíduo já explica o movimento através da existência de um impulso inicial que pode atravessar outros móveis para movimentar outro. Podemos dizer que esse é o período intermediário entre força e movimento. Ele é capaz de diferenciar a velocidade do impulso e o impulso da forma. Podemos comparar esse pensamento com a formulação da teoria do impetus de Buridan.

Na quarta etapa, o adolescente já consegue compreender que o impulso resulta da velocidade ou melhor, começa a formular a noção de aceleração.

É importante que se deixe claro que em todas as fases pelas quais o sujeito passa o conhecimento vai sendo estruturado e reestruturado, deve-se reconstruir para superar,

(...) o pensamento só pode trabalhar por analogias e diferenciações causadas pelas correspondências e suas afinações, depois por integrações em estruturas quantitativas causadas por transformações operatórias. Que esses mecanismos funcionais sejam precoces, mas se encontrem em seguida em todos os estádios, não significa que os cientistas, de Aristóteles ao período pré-newtoniano, tenham buscado as suas ideias no seu inconsciente infantil, caso contrário teria havido um prolongamento imediato e não semelhança de processos construtivos: essa semelhança prova, pelo contrário, e isso é muito mais instrutivo, que, etapa por etapa, o funcionamento da inteligência permanece o mesmo e deve constantemente reconstruir para superar, pois o progresso do saber não consiste em simples adições, mas em reorganizações que condicionam a criação (PIAGET; GARCIA, 2011, p. 115).

Portanto, concluímos que essa forma de pensamento baseado na ideia da necessidade de assimilação de novos elementos vem do mundo exterior, do próprio cotidiano. Desta forma, supõe-se que durante esse processo o indivíduo seleciona, adapta, e incorpora os elementos que por sua vez, deverão construir, adaptar, reconstruir e transformar suas próprias estruturas. Piaget e Garcia (2011, p. 333) nos mostram que durante esse processo o sujeito está mobilizado por mecanismos internos que organizam a interação dialética entre os elementos incorporados ao conhecimento e os instrumentos cognitivos que permitem a interação.

Ao ampliarmos essa ideia de apropriação de conhecimento, elevando-a a um nível social (isto é, saindo do nível individual) podemos complementar a leitura da seguinte

forma: a ação é a mediação entre o objeto e o instrumento cognitivo utilizado pelo sujeito para transformar as estruturas. Essa ação, na maioria das vezes está contida na interação social, na dialética desse processo. Portanto a ação em si é muito importante no processo de construção do conhecimento. É bastante interessante observarmos que a ideia de transformação vem também de fora do sujeito e não apenas de impulsos internos.

O problema que aqui se levanta à epistemologia genética é o de explicar como a assimilação permanece, em tais casos, condicionada pelo sistema social de significados, e em que medida a interpretação de cada experiência particular depende destas (PIAGET; GARCIA, 2011, p. 335).

3.2.4 – Epistemologia Genética e Paradigma

No início deste capítulo analisamos a forma pelo qual alguns historiadores da ciência concebem a gênese do pensamento científico e a maneira como a ciência vai mudando e assim se desenvolvendo. Da mesma forma também tentamos desvendar a forma pela qual o indivíduo vai construindo seu pensamento. Os dois processos nos parecem similares e a forma pela qual são analisadas também apresentam algumas similaridades, podendo-se fazer um paralelo entre eles.

Acreditamos que a ideia de comparação é bastante interessante pois entendemos que história e ciência devam caminhar juntas e que isso auxilia no processo de transformação das estruturas internas do indivíduo no momento da assimilação.

Para compreendermos como esses processos estão interligados nos apropriamos da ideia do uso da história da ciência para justificar a influência do quadro de significados em que a própria sociedade insere os objetos e os acontecimentos.

Como forma de compreender essa similaridade usamos a base conceitual desenvolvida por Piaget e Garcia quando relaciona a revolução científica do século XVII ao modelo de modificação científica em que a sociedade se apropria de objetos e acontecimentos para promover as mudanças de estruturas.

A ideia fundamental está na forma pela qual se entende essa revolução: ela não é fruto de resposta novas às questões já postas sobre os temas de mecânica, de movimento, mas na elaboração de novas perguntas que serão respondidas de forma inovadora. A mudança entendida nesse processo é caracterizada como uma mudança de quadro epistêmico. Este seria caracterizado como um mecanismo epistemológico pelo qual determinada sociedade condiciona o tipo de ciência que desenvolve.

Neste ponto, retomamos a noção de paradigma para Thomas Kuhn, discutida no início deste capítulo. Para tal necessitamos retomar algumas das ideias inseridas no pensamento dos teóricos em questão. Existem pontos convergentes e pontos divergentes sobre a ideia de construção de conhecimento para ambos.

Segundo Piaget e Garcia (2011, p. 336),

(...) nossa noção de quadro epistêmico engloba a do paradigma. Nesse caso, não há oposição, mas uma diferença de abordagem. De fato, o conceito de paradigma, tal como o entende Kuhn, pertence mais ao domínio da sociologia do conhecimento que da própria epistemologia, à qual se refere o nosso conceito de quadro epistêmico.

É bastante interessante essa conceituação e as conclusões apresentadas por Piaget e Garcia sobre a importância da história na ciência, já que a análise parte para uma comparação epistemológica relativa a aquisição individual da ciência/conhecimento do sujeito. O sujeito modifica seu quadro epistêmico através da aquisição de outros paradigmas, aspectos relativos a um mesmo assunto que vem sendo estudado. Isto é, seu repertório é alimentado por mais saberes que se enquadram dentro do mesmo quadro epistêmico. Quando não se encontra mais solução para o problema é que existe uma situação de mudança.

Vejamos as impressões de Kuhn (2003, p. 337) sobre o mesmo tema,

(...) de um jeito ou de outro, descobri Piaget, que eu li bastante, começando com o seu *Mouvement et Vitesse* [Movimento e velocidade]. Eu ficava pensando, puxa, essas crianças desenvolvem ideias do mesmo jeito que os cientistas, com a diferença – e isso foi algo que senti que o próprio Piaget não havia entendido suficientemente, e não tenho certeza que eu tenha me dado conta inicialmente – de que elas estão sendo ensinadas, estão sendo socializadas, não se trata de um aprendizado espontâneo, mas de um aprendizado do que já está previamente definido. E isso foi importante.

Como afirmamos no início do capítulo, para Kuhn o desenvolvimento da ciência acontece como uma linha contínua e longa de “ciência normal” com intervalos anômalos de “ciência revolucionária”. Vejamos o exemplo usado pelo próprio Kuhn (1975, p. 29) ao apresentar sua noção de paradigma

(...) *ciência normal* significa a pesquisa firmemente baseada em uma ou mais realizações científicas passadas. Essas realizações são reconhecidas durante algum tempo por alguma comunidade científica como proporcionando os fundamentos para sua prática posterior. Embora raramente em sua forma original, hoje em dia essas realizações são relatadas pelos manuais científicos

elementares e avançados. Tais livros expõem o corpo da teoria aceita, ilustram muitas (ou todas) as suas aplicações bem-sucedidas e comparam essas aplicações com observações e experiências exemplares. Uma vez que tais livros se tornaram populares no começo do século XIX (e mesmo mais recentemente, como no caso das ciências amadurecidas há pouco), muitos dos clássicos da ciência desempenharam uma função similar (...). Esses e muitos outros trabalhos serviram, por algum tempo, para definir implicitamente os problemas e métodos legítimos de um campo de pesquisa para as gerações posteriores e praticantes da ciência. Puderam fazer isso porque partilhavam de duas características essenciais. Suas realizações foram suficientemente sem precedentes para atrair um grupo duradouro de partidários, afastando-os de outras formas de atividade. Simultaneamente, suas realizações eram suficientemente abertas para deixar toda espécie de problemas para serem resolvidos pelo grupo redefinido de praticantes da ciência.

Daqui por diante deverei referir-me às realizações que partilham essas duas características como *paradigmas*, um termo estreitamente relacionado com *ciência normal*.

Deste modo, a visão de Kuhn converge parcialmente com a de Piaget e Garcia. A diferença está na visão de história: para Kuhn ela equivale a memória da ciência e para Piaget e Garcia ela funciona como um laboratório epistemológico. Acreditamos que essa seja a explicação para o fato de Kuhn não concordar integralmente com Piaget e Garcia.

Kuhn não aceita que exista uma continuidade na evolução científica, nem mecanismos que substituam um paradigma por outro. Em sua visão não existe a possibilidade do estabelecimento de critérios de comparação entre os paradigmas, de forma a conseguirmos estabelecer a superioridade de um pelo outro. É nesse ponto que nos deparamos com mais um conceito essencial dentro de sua teoria, o da incomensurabilidade⁶⁶.

Aplicado ao vocabulário conceitual usado numa teoria científica e em seu entorno, o termo *incomensurabilidade* funciona metaforicamente. (...) A afirmação de que duas teorias são incomensuráveis é, assim, a afirmação de que não há linguagem, neutra ou não, em que ambas as teorias, concebidas como conjuntos de sentenças, possam ser traduzidas sem haver resíduos ou perdas. A incomensurabilidade em sua forma metafórica não implica incomparabilidade, não mais do que o faz em sua forma literal e praticamente pela mesma razão (KUHN, 2003, p. 50).

Nesse ponto, Piaget e Garcia (2011, p. 354) localizam dois eixos de referência no pensamento de Kuhn. Na questão da racionalidade afirmam que Kuhn defende uma certa racionalidade no processo, baseado nas regras do jogo da prática de uma comunidade científica sem, no entanto, isolar os mecanismos racionais da mudança científica e do

⁶⁶ Em uma entrevista autobiográfica, realizada em Atenas, 1995, Kuhn afirma que o termo “incomensurabilidade” foi descoberto por ele ainda no Ensino Médio, quando leu alguns trechos de um livro de cálculo sobre a irracionalidade da raiz quadrada de dois. Naquele momento ele entendeu o termo e usou-o algum tempo depois, ao demonstrar sua teoria sobre o desenvolvimento da ciência. (KUHN, 2003, p. 359)

“progresso” na ciência. Por outro lado, no âmbito da metodologia, há uma abordagem descritiva dos processos⁶⁷, pois a análise é realizada através da procedência da ciência e da possibilidade do seu desenvolvimento histórico (mesmo que chegue a conclusão que não existe progresso no sentido acumulativo). Nesse ponto, precisamos reforçar que, para a defesa de suas ideias, Kuhn usa a história das ciências e, vê nessa história uma série de paradigmas em que cada um permanece em vigência até ser desalojado por outro. De qualquer forma, a ideia de Kuhn revoluciona completamente a forma de pensar a ciência e sua gênese pois descola-se da ideia limitadora de que a análise deve estar desligada do processo de descoberta e que deve estar baseada na justificação das teorias. A defesa está na ideia de que existe uma lógica na descoberta e uma lógica na justificação, as duas não precisam estar, necessariamente, ligadas.

A relação entre as ideias descritas foi explicitada da seguinte forma:

Partimos do ponto que existe *continuidade* no desenvolvimento do sistema cognitivo, da criança aos homens da ciência, passando pelo adulto ‘normal’ (não sofisticado pela ciência). Essa continuidade não pode ser concebida como um postulado, mas deve resultar numa investigação *ex post facto*. Pensamos que a análise comparativa entre a psicogênese e a história da ciência [...] permite ver o sentido dessa continuidade e seus limites. Desde a física aristotélica e medieval, com suas coincidências surpreendentes de método e de conteúdo em relação ao pensamento da criança e do adolescente, até os ramos mais elaborados da ciência contemporânea, cujos níveis de abstração estão fora do alcance da criança ou do adulto ‘normal’, os mecanismos em ação têm características muito impressionantes (PIAGET; GARCIA, 2011, p. 356).

Neste ponto encontramos a justificativa para a continuidade de nossa pesquisa. Acreditamos que o pensamento de Kuhn e de Piaget e Garcia (2011) caminham muito próximos. A ideia de ciência revolucionária que traz a mudança do paradigma substituindo a ciência normal assemelha-se ao processo de desequilibração cognitiva. Segundo Gavroglu (2007, p. 211) a revolução científica analisada por Kuhn explicita que “o desenvolvimento da ciência não significa forçosamente progresso. O percurso da ciência não é contínuo nem o conhecimento é cumulativo”. Ainda sobre essa ideia podemos apontar que a comunidade científica, após um período de crise (quando não consegue solucionar uma série de problemas inseridos na teoria vigente) determina a revolução quando estabelece um novo paradigma incomensurável e incompatível com o anterior. É

⁶⁷ Nas palavras de Kuhn (2003, p. 334), “Eu conseguia ler os textos e entrar na mente das pessoas que os escreveram melhor do que qualquer pessoa no mundo. Eu adorava fazer isso. Eu realmente tinha orgulho e satisfação em fazer isso. Assim, ser um historiador desse tipo era algo que eu estava realmente disposto a ser e me divertia muito sendo, e fiz o melhor que pude para ensinar outras pessoas a sê-lo. “

interessante observarmos que o próprio Piaget afirma que embora haja mecanismos reguladores no processo cognitivo, na psicogênese, este não exclui as descontinuidades. Apenas através da descontinuidade é possível a assimilação do novo, através da desequilibração e da reequilibração do sistema através da organização de estrutura superior. Portanto existe uma grande compatibilidade nos dois tipos de pensamento.

O que torna a visão de Piaget interessante é que ele faz a relação entre a psicogênese e o desenvolvimento da ciência. Kuhn conhecia a teoria de Piaget⁶⁸ e também fazia esse paralelo.

Acreditamos que as duas visões são complementares e podem ser utilizadas como subsídio fundamental no trabalho do professor. Consideramos que observando o desenvolvimento da cognição em paralelo com o desenvolvimento da ciência é que que essa contribuição será mais efetiva. Também supomos que o professor de história poderia trabalhar em paralelo com o professor das chamadas Ciências da Natureza para o desenvolvimento de um aprendizado integral, funcionando como um elemento de ligação entre a ciência e a compreensão da ciência.

A História sugere que a estrada para um consenso estável na pesquisa é extraordinariamente árdua.

Contudo, a História sugere igualmente algumas razões para as dificuldades encontradas ao longo desse caminho (KUHN, 1975, p. 35).

Desta forma, acredito que o trabalho interdisciplinar (na medida em que uma atuação de uma disciplina complementar a outra) pode ser efetivada com o objetivo de tornar o processo de aprendizagem mais efetivo e real.

Acho que, no fim, eu cheguei a ser um historiador, mas de um tipo restrito e um tanto peculiar. (...) eu conseguia ler os textos e entrar na mente das pessoas que os escreveram melhor que qualquer outra pessoa do mundo. Eu adorava fazer isso. Eu realmente tinha orgulho e satisfação em fazer isso. Assim, ser um historiador *desse* tipo era algo que eu estava bastante disposto a ser e me divertia muito sendo, fiz o melhor que pude para ensinar outras pessoas a sê-lo (KUHN, 2003, p. 334).

⁶⁸ Segundo Kuhn (2003, p. 342), “(...) eu obtive a referência de Piaget, e isso foi importante.”. Esse relato aparece na entrevista concedida por ele, por ocasião em que foi agraciado com o título de Dr. Honoris Causa, do Departamento de Filosofia e História da Ciência da Universidade de Atenas, 1995. Nesse episódio Kuhn referia-se à oportunidade de conhecer Piaget no momento em que encontrou uma citação sobre esse teórico quando leu da tese de R. K. Merton.

Buscaremos, no capítulo posterior traçar os caminhos do ensino de ciência e de história da ciência, objetivando o trabalho que foi realizado no nível de ensino compatível com o atual ensino médio. A partir daí poderemos analisar melhor a possibilidade de sugerirmos novas formas de trabalho com tópicos da ciência inseridos no currículo regular de história, usando a história da ciência como mediador da construção do conhecimento.

CAPÍTULO 4 – História da Ciência no Ensino Médio: experiências nas aulas de História

Sabemos que a questão da inserção da história da ciência no currículo não é nova, quando se volta ao cenário mundial. Na Grã-Bretanha esta preocupação data de meados do século XIX com a recomendação da Associação Britânica para o Progresso da Ciência de que o ensino da história da ciência seria essencial no entendimento da própria ciência e, portanto, deveria ser trabalhado na educação formal. Embora essa necessidade fosse grande, pouco se fez para o incremento desta disciplina no ensino básico. O tema volta a ser discutido nos anos de 1970 e 1980, naquele momento apontou-se também a falta de preparo dos professores de ciência para a docência da disciplina em questão. Em geral esta inclusão foi feita nos cursos de graduação em ciência para depois migrar para o ensino básico.

Existem estudos recentes que afirmam que, no nível da graduação, a temática tem sido tratada (embora de forma esporádica) desde os anos de 1960 nas universidades brasileiras, além do tema ter sempre representatividade nos encontros e congressos promovidos pelas instituições que promovem a história das ciências (SILVA et al., 2008).

Nos Estados Unidos a disciplina foi inserida nos cursos de graduação, após a II Guerra Mundial. Em Harvard, a partir do final da década de 1940, acirra-se a discussão sobre a importância da história da ciência para a compreensão da própria ciência. James B. Conant presidente da graduação em Harvard, departamento de Física, defendia esta abordagem (MATTHEW, 1995).

Na década de 1980 observou-se uma grave crise no ensino de ciência nos Estados Unidos evidenciado por grande evasão de alunos e professores e altos índices de analfabetismo em ciência.

A Fundação Nacional Americana de Ciências denunciou que os programas dos cursos de graduação em Ciências, Matemática e Tecnologia existentes no país tiveram seu escopo e qualidade reduzidos a tal ponto que não mais correspondem às necessidades nacionais; provocando, portanto, a corrosão de uma riqueza americana sem igual (MATTHEW, 1995, p. 165).

Desta forma teve início um processo de reformulação do ensino de Ciência. Para tal voltou-se a discutir a possibilidade de se inserir o ensino de história e filosofia da ciência

no currículo escolar. Ainda segundo Matthew (1995), sua inserção no currículo poderia enriquecer e humanizar o ensino de ciência, tornar as aulas de ciências mais estimulantes, ajudando na significação da aprendizagem e ainda melhorar a formação do professor para o desenvolvimento de uma epistemologia da ciência mais eficiente.

É nesta década de 1980 que se cria um projeto, vinculado ao departamento de física de Harvard para ser usado em escolas secundárias baseado no uso da história da ciência. Esse projeto inspirou uma programa da Associação Americana para o Progresso da Ciência, o *Projeto 2061* ⁶⁹, ainda em curso nos Estados Unidos, com o objetivo de melhorar o ensino de ciências, matemática e suas tecnologias em todo o país.

Podemos ainda observar manifestações em outros países como nos mostra Silva (2013, p. 121),

(...) existe a ocorrência da inclusão de componentes de História e de Filosofia da Ciência em alguns currículos. Por exemplo, na Inglaterra e no País de Gales; nos Estados Unidos, por meio do Projeto 2061, que abrange o final do Ensino Fundamental e todo o Ensino Médio; no currículo dinamarquês; e nos currículos do PLON (Projeto de Desenvolvimento Curricular em Física) da Holanda, sendo tal movimento uma incorporação mais abrangente na abordagem do programa e do ensino dos currículos de Ciência que, como afirma o autor, incluíam o item denominado A natureza da Ciência.

Na Grã-Bretanha, a discussão também se inflamou e a partir da década de 1980 a introdução de história da ciência no currículo equivalia a 5% do programa total estabelecido pelo Conselho Britânico de Currículo. Após 1989 tornou-se obrigatório o ensino de História da Ciência no currículo do ensino médio. Desta forma procurou-se desenvolver nos estudantes a relação entre a mudança do pensamento científico através do tempo e sua utilização com os contextos sociais, morais e culturais em que estão inseridos.

Nos Estados Unidos a Associação Americana para o Progresso da Ciência também lança uma proposta semelhante, mostrando que os cursos de ciências deveriam ser mais contextualizados, mais reflexivos. Justifica a introdução de história da ciência através da ideia de que as generalizações sobre o funcionamento dos empreendimentos científicos não têm sentido se não for relacionado a exemplos concretos e também que os episódios de da história das buscas científicas são muito importantes para nossa herança cultural e,

⁶⁹ A Associação Americana para o Progresso da Ciência (AAAS) fundou o Projeto 2061 em 1985 para ajudar todos os americanos a alcançar uma educação adequada em Ciências, Matemática e suas tecnologias. Este trabalho tem concedido ao projeto a reputação de o mais palpável projeto para reformar a educação científica da história dos Estados Unidos. (<http://www.aaas.org/program/project2061>).

consequentemente facilitam a apreensão do conceito em si.

Nem a proposta de currículo britânica, nem a americana, prevê que se substitua a retórica das conclusões sobre ciência pela retórica das conclusões sobre HFS. Não se deseja que as crianças sejam capazes de resolver a controvérsia entre realismo e instrumentalismo; também não se tenciona que elas sejam submetidas a uma catequese sobre as quinze razões pelas quais as conclusões de Galileu eram corretas e as dos cardeais não. Ao contrário, espera-se que elas considerem algumas das questões intelectuais que estão em jogo; espera-se que considerem o fato de que há perguntas a serem feitas e que comecem a refletir não somente sobre as respostas para essas perguntas, mas, sobretudo, sobre quais as respostas válidas e que tipos de evidências poderiam sustentar essas respostas (MATTHEW, 1995, p. 168).

O desenvolvimento da história da ciência na América Latina é irregular, isto é, desenvolveu-se bastante em algumas regiões, mas em outras permaneceu praticamente estagnado, como é o caso da Argentina

En síntesis, la historia de la ciencia del último cuarto de siglo argentino, después de atravesar un largo período de ostracismo académico, comienza a manifestar signos de una posible recuperación, que por el momento son aislados y esporádicos, pero podrían perdurar y crecer si se les ofreciera la estabilidad y la continuidad que faltaron hasta ahora (BAMBINI; ASÚA, 2002, p. 735).

O certo é que, a partir da década de 1980 a história das ciências na América Latina passou por um processo de renovação teórico-metodológica. A ideia de historiar as práticas científicas concretas desta região, distanciando-se da ideia de que a ciência era realizada apenas nos grandes e desenvolvidos centros da Europa ou Estados Unidos, tomou força. Segundo Fonseca (2014, p. 56) as próprias instituições científicas locais começaram a ser melhor consideradas, o que as fortaleceu ainda mais. A autora ainda nos mostra que, a partir deste momento, países latino-americanos buscam adotar um novo arcabouço conceitual para analisar o desenvolvimento da ciência. Mas a inclusão de história das ciências no ensino médio é muito rara.

Nesse capítulo apresentaremos atividades fundamentadas na história da ciência. A maioria delas foi realizada nas aulas de história. Algumas delas aconteceram em outros ambientes, mas a interface se deu sempre pela via da história. Em princípio a proposta era a de criar um plano de aula interdisciplinar e ir trabalhando concomitantemente com as disciplinas que integram a área de Ciência da Natureza e Matemática.

Como mencionado no início desta pesquisa, esse trabalho conjunto já era realizado com as disciplinas integrantes de Ciências Humanas e Códigos e Linguagem. Isto quer

dizer que história, geografia, sociologia, filosofia, literatura, arte e redação⁷⁰. Essa prática já estava sedimentada e o corpo discente acostumado com a prática. Por causa dessa experiência tão rica e importante para nossos alunos (nós enxergávamos o progresso deles ao longo dos três anos do ensino médio e isso se refletia nas avaliações internas e externas), resolvi investir na interação da história com as ciências da natureza e a matemática. Acredito que a fragmentação de conteúdos é nefasta para a compreensão por isso minha opção por aproximar as disciplinas curriculares e seus conteúdos e concordo com Roque (2014, p. 170) quando afirma que

(...) a razão de existir dos objetos matemáticos é esconder os processos da prática histórica que levaram até sua consolidação como objeto. Daí a impressão de que se tratam de entidades transcendentais. Podemos traduzir esta posição dizendo que os objetos da matemática são opacos. Transparentes no que tange à sua relação com o mundo, com o visível, e opacos na dissimulação do processo histórico que levou à sua constituição como objeto.

Acredito que a história pode ajudar a desvendar essa trama, daí a objetividade de buscar um trabalho cooperativo, interativo e que faz a interface com a ciência. Para Piaget e Garcia (2011, p. 23), “é natural que um conhecimento não possa estar dissociado de seu contexto histórico, e que, por consequência, a história de uma noção forneça alguma indicação sobre seu significado epistêmico”.

Portanto, iniciamos a parte prática de nossa pesquisa determinado que a disciplina de história trabalharia com temas de História da Ciência relativos aos conteúdos estudados nas disciplinas de Exatas e Biológicas⁷¹. O nosso objetivo era o de não mudar o planejamento utilizado, já que como uma escola tradicional, precisaríamos manter o conteúdo já estruturado e estabelecido. A forma como esse conteúdo seria trabalhado é que

⁷⁰ Na instituição em que a pesquisa foi realizada, história da arte estava inserida no currículo. Os alunos tinham uma aula de arte por semana, em todas as séries do ensino médio. A professora trabalhava pontos mais significativos para o conteúdo de história da arte, e, em seguida, algumas técnicas características do período estudado. A disciplina de história se encaixava perfeitamente nessa proposta curricular e as duas disciplinas “andavam” sempre juntas. A experiência foi extremamente enriquecedora para os estudantes e também para os professores.

Sobre Redação, a proposta também era bastante interessante. Nas aulas de história, geografia, sociologia ou filosofia (dependendo do tema da aula) fazia-se uma discussão, usando ou não textos específicos sobre temas determinados pela disciplina de redação. Em seguida, a professora de redação entrava e tratava especificamente das orientações para a produção de texto que os alunos realizavam usando argumentação baseada nas atividades feitas nas aulas de Humanidades.

⁷¹ Os professores que aceitaram participar das atividades foram os de física, matemática e biologia. Em apenas uma das atividades tivemos a participação do professor de química. Acredito também ser importante colocar que a proposta foi muito bem aceita, mas a prática nos mostrou que a aceitação não era tão grande assim.

poderia mudar. Para tal, foram selecionadas algumas atividades que serão descritas neste capítulo.

Como forma de análise desse material, levaremos em conta as condições em que ocorreram as atividades, a participação dos alunos, a condição de trabalho das diferentes salas de aula, a participação dos professores das outras disciplinas participantes e os resultados obtidos após as atividades.

A pesquisa foi realizada em uma escola, com condições específicas e anteriormente descrita. A prática foi autorizada pelo mantenedor da unidade escolar e as atividades aconteceram entre os anos de 2012 e 2014.

Posteriormente foram feitas entrevistas com professores de outras unidades escolares com o objetivo de entender a valorização do trabalho com História da Ciência, visto que apontamos que houve um aumento no interesse em usar essa prática de ensino, em particular, no ensino médio.

Por fim concluímos com algumas impressões e análises realizadas pautadas nas atividades realizadas.

4.1 – Descrição das atividades desenvolvidas na escola:

Apresentaremos, em princípio, uma tabela (Figura 6) com o resumo das atividades desenvolvidas na escola, ao longo de todo o tempo de pesquisa de campo.

A partir da tabela, podemos ter uma visão ampla de tudo o que foi desenvolvido como parte da pesquisa de campo que dá sustentação a essa pesquisa. Podemos observar que ao longo de três anos trabalhamos com diferentes séries do ensino médio, de forma proposital, já que queríamos observar as diferentes reações de alunos do ensino médio quando submetidos a um trabalho que fizesse a mediação entre humanidades e ciências da natureza. Observamos ainda as dificuldades em fazer este tipo de parceria com professores das chamadas “matérias duras”. Como mais uma vertente de análise, destacamos a melhoria (ou não) da compreensão dos conceitos científicos contextualizados historicamente.

FIGURA 6 – Resumo das atividades desenvolvidas

Atividade e conteúdo	Série	Período	Integração	Quantidade de alunos	Quantidade de aulas
Evolução do Homem / Ciência, técnica e tecnologia	1º ano	1º sem / 2012	Biologia	132 (4 salas)	5 aulas
Revolução Inglesa / Revolução Industrial / Leis de Newton	2º ano	1º semestre / 2012	Física	98 (3 salas)	5 aulas
Desenvolvimento da Ciência durante a 1ª Guerra Mundial / Composição química dos gases	2º ano	2º semestre / 2012	Química	98 (3 salas)	8 aulas
Desenvolvimento humano no final do século XIX / Evolução e darwinismo	3º ano	2º semestre / 2012	Biologia	50	6 aulas duplas e 1 simples
Galileu e sua época / Heliocentrismo e geocentrismo	3º ano	1º semestre / 2013	Física	43	4 aulas
História da Ciência - EAD	EM	1º semestre / 2013		10	1 semestre
Linha do tempo do desenvolvimento humano relacionada à história da matemática	1º ano	1º semestre / 2014	Matemática	127 (4 salas)	5 aulas

Tabela de concepção própria

4.1.1 - Aulas de História da Ciência inseridas no currículo padrão (desenvolvido pela disciplina de História)

A) Atividade 1 - Aula de História da Ciência inserida no currículo padrão de História

Série: 1º EM

Período: 1º semestre / 2012

Disciplina Integrada: Biologia

Conceitos trabalhados: Ciência, Técnica e Tecnologia (em ambas disciplinas)

Quantidade de aulas: 5 (aulas de 50 minutos)

Quantidade total de alunos: 132 (quatro salas)

Descrição da atividade:

Aula 1 - Iniciamos a aula com uma discussão coletiva sobre o desenvolvimento do Homem e suas conquistas durante o Neolítico. Nosso objetivo era trabalhar a percepção espontânea do conceito de tecnologia e/ou técnica que envolve a passagem do homem no período da Revolução Neolítica. A questão posta foi a de haver ou não “tecnologia” naquele contexto, juntamente com a justificativa da resposta. A discussão foi realizada antes dos alunos consultarem livros ou outro meio de consulta.

A participação dos alunos foi bastante intensa (em todas as salas) e usamos o recurso de anotar todas as ideias na lousa e, em seguida discutirmos cada uma delas para chegarmos a um consenso. As ideias recorrentes, ao longo dessa atividade foram: não havia tecnologia porque o homem não conhecia nada; não havia tecnologia porque a tecnologia é algo que existe só no mundo de hoje; não havia tecnologia porque o homem era burro.

Aula 2: Retomada rápida da aula anterior e recuperação de conceito (consenso) estabelecido pelas salas (as ideias emitidas por todas as salas foram muito semelhantes). A ideia mais aceita (chamamos de ideia consensual), em todas as salas, foi muito semelhante: “não há técnica ou tecnologia no Neolítico. Os homens, naquela época eram muito atrasados, por isso não poderia haver tecnologia”. Também, de forma consensual, chegaram a conclusão que a ideia de tecnologia estaria ligada aos microcomputadores e smartphones portanto a conclusão foi a que não poderia haver tecnologia em um período tão antigo. Precisamos acrescentar que uma minoria aventou a possibilidade de ligar técnica ou tecnologia ao modo de vida estruturado no período, portanto alguns mencionaram o fato do uso de ferramenta poder estar vinculado a um tipo de tecnologia. Também houve um pequeno grupo que relacionou tecnologia ao estabelecimento da agricultura, já no período de sedentarização dos primeiros grupos humanos.

Nova atividade iniciada nessa mesma aula: leitura de texto (Anexos – Atividade 1) detalhando um pouco mais as conquistas dos homens no período paleolítico. Após a leitura, de forma individual e coletiva do texto, os alunos reuniram-se em duplas para fazer os exercícios contidos no texto.

Aula 3: Retomada da atividade em dupla, revisão e reorganização das respostas. Em seguida, reunidos em um grande círculo, cada dupla apresentou suas respostas para a

sala. Após a apresentação de cada dupla, abriu-se para uma discussão mais geral sobre a atividade.

Aula 4: Retomada da aula anterior e recuperação das ideias apresentadas. Comparação entre a primeira discussão e aquela que ocorreu após a leitura de material sobre o desenvolvimento da tecnologia. Nesse momento já observamos que as opiniões haviam mudado pois a maioria dos alunos mencionou a confecção de ferramentas exemplificando o uso de tecnologia e ainda surgiram outros exemplos do que poderia ser considerado tecnologia: início dos trabalhos com agricultura. Ao final dessa aula cada aluno registrou, no caderno, um parágrafo autoral sobre a existência de tecnologia (ou mesmo uso da técnica) na pré-história.

Aula 5: Atividade realizada na aula de biologia com a presença da professora de história. O objetivo, naquele momento, era o de aproximar o trabalho em história com o conteúdo que estava sendo trabalhado em biologia. No início da aula dois voluntários, em cada sala, apresentaram o texto produzido na aula de história, o que serviu e base para dar continuidade ao trabalho da professora de apresentar a biologia para os alunos do 1º ano. No momento o objetivo, em biologia, era o de trabalhar mais as habilidades, especificamente com a “identificação das relações entre o conhecimento científico e o desenvolvimento tecnológico, considerando a preservação da vida, as condições de vida e as concepções de desenvolvimento sustentável.”⁷²

Esta foi uma das primeiras aulas de biologia para aluno do 1º ano do ensino médio, de forma que a professora ainda estava apresentando a disciplina para os alunos. A participação foi bastante expressiva, em todas as salas.

FIGURA 7 - Texto de apoio usado na atividade

O HOMEM NA PRÉ-HISTÓRIA

É incontestável a onipresença da técnica e da tecnologia no mundo atual. Ter uma certa compreensão sobre os fenômenos técnicos e tecnológicos parece ser um imperativo da vida moderna. De acordo com Bazzo, Linsingen e Pereira (2003, p.36) “A compreensão desse fenômeno tem sido denominada com frequência como alfabetização científico-tecnológica. Em todo caso busca-se explorar a influência das forças sociais, políticas e

⁷² Essas habilidades estão descritas nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio e no PCN+ e trabalhadas nos três anos do Ensino Médio. Na escola em questão essa habilidade é trabalhada na 1ª série do Ensino Médio o que nos deu condições de trabalhar de forma conjunta. <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>, acesso em 10 de julho de 2016.

culturais na ciência e na tecnologia, e examinar o impacto que as tecnologias e as ideias científicas podem ocasionar à vida das pessoas”.

O processo de hominização do homem tem sido muito discutido pelos antropólogos e, apesar de haver alguns impasses, parecem estar claro que a sociabilidade, a capacidade linguística e as habilidades técnicas foram fundamentais no processo de hominização. A interação social dos hominídeos favoreceu a mudança de *habitat* passando nossos ancestrais de uma vida arborícola, própria de seus antepassados primatas, para a prática da caça cooperativa.

Pode-se dizer que a técnica tem suas origens como produto da evolução biológica. A posição vertical é considerada o primeiro critério de hominização que liga o homem aos seus antepassados. O rosto achatado, sem caninos ofensivos, e ter as mãos livres para a locomoção e, por conseguinte, para o manuseio de utensílios, favoreceu o desenvolvimento técnico. Assim, instrumentos rudimentares (pedras, paus, ossos) puderam ser convertidos em tochas, lanças e punhais, tornando-se as primeiras ferramentas técnicas que

substituíram a garras de outros predadores mais bem dotados anatomicamente, o que, de acordo com a teoria evolucionista, foi somente o princípio, pois os homínídeos e seus descendentes puderam usar e diversificar os instrumentos e atos técnicos para a adaptação a qualquer situação substituindo a evolução natural. Na interação dinâmica da evolução biológica do homem surgiu a ferramenta. Segundo Ortega a técnica é vista como uma adaptação do sujeito ao meio.

A técnica tem permitido ao homem transformar o meio, parece ser própria da espécie humana a contínua adaptação a qualquer condição ambiental mediante a construção técnica de artefatos e produtos que permitem que sua vida seja possível em todos os lugares do planeta, inclusive fora dele e tem permitido melhorar a vida humana, prolongar a vida humana além dos desígnios do acaso natural ou do destino divino, embora também existam técnicas capazes de piorá-la, porque, para o bem ou para o mal, tem recriado as condições dessa existência. (BAZZO, LINSINGEN E PEREIRA, 2003, p.38).

Fonte:

<http://www.ced.ufsc.br/emt/trabalhos/atividadefisicaetecnologia/home/a%20influencia%20da%20tecnologia%20na%20atividade%20fisica%20.htm>, acesso em 29 de janeiro de 2009

Nesse contexto, como que as técnicas e o avanço científico tecnológico tem influenciado a história do ser humano?

Junte-se com mais dois amigos e apresente, pelo menos duas conquistas de nossos ancestrais que determinaram mudanças radicais para a história da Humanidade, ainda no período da pré-história.

Breve análise da atividade:

Nos PCNs de Ciências da Natureza existe a recomendação do trabalho conjunto entre diferentes disciplinas, desta forma destacamos que

O aprendizado disciplinar em Biologia, cujo cenário, a biosfera, é um todo articulado, é inseparável das demais ciências. A própria compreensão do surgimento e da evolução da vida nas suas diversas formas de manifestação demanda uma compreensão das condições geológicas e ambientais reinantes no planeta primitivo. O entendimento dos ecossistemas atuais implica um conhecimento da intervenção humana, de caráter social e econômico, assim como dos ciclos de materiais e fluxos de energia. A percepção da profunda unidade da vida, diante da sua vasta diversidade, é de uma complexidade sem paralelo em toda a ciência e também demanda uma compreensão dos mecanismos de codificação genética, que são a um só tempo uma estereoquímica e uma física da organização molecular da vida. Ter uma noção de como operam esses níveis submicroscópicos da Biologia não é um luxo acadêmico, mas sim um pressuposto para uma compreensão mínima dos mecanismos de hereditariedade e mesmo da biotecnologia contemporânea, sem os quais não se pode entender e emitir julgamento sobre testes de paternidade pela análise do DNA, a clonagem de animais ou a forma como certos vírus produzem imunodeficiências (BRASIL, PCN Ciência da Natureza e suas tecnologias, 1998, p. 9).

Em história não tivemos que mudar o plano anual para realizar a atividade, já que a análise da pré-história é o conteúdo inicial. A atividade de discussão dá ao aluno a condição de ouvir os colegas e colocar sua opinião. Em princípio isso não ocorreu pois todos queriam falar ao mesmo tempo. Mas, aos poucos, a sala foi se organizado. Interessante marcar que o consenso (em todas as salas) foi aproximar a ideia de técnica/tecnologia aos avanços da informática.

No segundo momento, ainda na aula de história, a discussão seguiu um rumo mais tranquilo, os alunos tomaram contato com o texto e puderam argumentar embasados no que haviam lido. Não interferi nesse processo, mas percebi que a fundamentação deu mais segurança ao discurso.

Na aula de biologia os alunos já estavam envolvidos com a ideia de técnica/tecnologia e puderam participar da aula, usando o arcabouço teórico do texto lido em História.

A professora de biologia relatou que seu trabalho foi bem mais tranquilo porque o conceito de técnica/tecnologia já havia sido trabalhado. Os alunos, aparentemente entendiam a relação entre o problema e sua solução. O problema do homem era a sobrevivência e para tal precisou-se desenvolver uma técnica para a resolução do problema.

Desta forma, concordamos com Alvim e Zanotello (2014, p. 358) quando afirmam que,

Na produção de um texto historiográfico, (...) a história se configura como uma manifestação da perspectiva do historiador, enquanto narrador, e das influências

e demandas de seu próprio contexto histórico, atribuindo sentidos em um processo interpretativo que pode ser pensado a partir da análise do discurso. Processo interpretativo este que dá suporte também à aprendizagem (...)”.

Acreditamos que a historiografia pode dar subsídio para o ensino de ciências, que pode ser trabalhada em conjunto, fazendo com que o professor de História, possa fazer a interface entre a ciência e a história. Acreditamos que a experiência descrita possa representar esse processo.

B) Atividade 2 - Aula de História da Ciência inserida no currículo padrão de História

Série: 2º EM

Período: 1º semestre / 2012

Disciplina relacionada: Física

Conceitos trabalhados: Revolução Inglesa e Industrial (História) / Mecânica – Leis de Newton (Física)

Quantidade de aulas: 5 (aulas de 50 minutos)

Quantidade total de alunos: 98 (três salas)

Descrição da atividade:

Aula 1: Aula frontal, tradicional com a retomada do contexto histórico da Revolução Inglesa para introduzir a Revolução Industrial, ênfase para as ideias iluministas presentes nesse contexto e na influência da Revolução Científica, principalmente na questão da participação de Newton naquele momento. Trabalho realizado durante os cinquenta minutos da aula com o auxílio de apresentação slides em PowerPoint e o livro didático⁷³.

Aula 2: Nesta aula pedimos uma breve pesquisa, em grupos de quatro alunos (em torno de oito ou nove grupos por sala), sobre a vida de Newton, as atividades desenvolvidas pelo cientista e as controvérsias com Hooke e Leibniz⁷⁴. Para isso os alunos puderam usar IPads, com acesso à internet, disponibilizados pela escola para atividades em sala de aula, o próprio livro didático ou ir à biblioteca (a bibliotecária já havia sido avisada

⁷³ O livro didático de história adotado: VICENTINO, C.; DORIGO, G. *História Geral e do Brasil*. SP: Ática, 2010

⁷⁴ Os alunos descobriram e discutiram a querela existente entre os cientistas sobre a descoberta do cálculo diferencial e integral. Normalmente, em Física, não se relata esse tipo de questão nas aulas do Ensino Médio e o aluno trabalha apenas com aquilo que é denominado de mecânica newtoniana. Em História também é raro trabalhar a figura de Newton, especialmente no contexto da Revolução Inglesa.

e separado material para pesquisa). Foram orientados a registrar a pesquisa e as fontes pesquisadas.

Aula 3: Apresentação dos resultados da pesquisa por um dos representantes de cada grupo e registro, na lousa de aspectos que julgavam relevantes. Em seguida, abriu-se uma discussão sobre o tema, com o grupo (sala), onde cada aluno poderia emitir sua opinião sobre a pesquisa e aquilo que havia descoberto sobre a figura de Newton. Como resultado do debate (que durou boa parte da aula) os alunos apontaram o protagonismo (ou não) de Newton na Revolução Científica. É importante notarmos que a ênfase da aula estava baseada na vida de Newton e sua inserção/atuação na/da sociedade daquele período.

Aula 4: Aula iniciada com a participação de dois alunos de cada sala, que voluntariamente levantaram os pontos mais relevantes discutidos na aula anterior. Em seguida, buscamos terminar a aula fazendo a relação entre o desenvolvimento científico, econômico e político na Inglaterra no contexto da Revolução Industrial. No final da aula, consultamos o livro didático (nesse momento de forma obrigatória) para compreender a Revolução Inglesa. Como tarefa para casa nossos alunos tiveram que ler um texto: Breve histórico da Revolução Industrial⁷⁵

Aula 5: Início da aula com comentário sobre a tarefa (aproximação das ideias discutidas sobre Newton e sua época e o pioneirismo inglês na Revolução Industrial).

Finalização da atividade (interdisciplinar com Redação, já que estavam analisando o trabalho infantil, o que remetia à discussão feita sobre a Revolução Industrial) com a produção de uma lauda discutindo a seguinte questão: O papel da ciência no desenvolvimento econômico (para isso os estudantes poderiam pesquisar no material desenvolvido nas aulas anteriores e no texto lido para a tarefa da aula 4).

Breve análise da atividade:

Algumas observações interessantes que ocorreram ao longo da atividade:

- Eventualmente nossos alunos esbarravam com conceitos de física que permeavam a do cientista, no momento em que estavam pesquisando sua e isso os deixava intrigados.
- Através das leituras feitas, durante o momento da pesquisa, uma parte dos alunos conseguiu compreender a posição de Newton dentro do período histórico em que viveu

⁷⁵ BARRETO, Márcio. Física – Newton para o Ensino Médio. Campinas: Ed. Papirus, 2010. Os alunos leram uma parte de um capítulo desse livro (pp 63 – 69). Nesse trecho o autor faz um rápido histórico sobre o uso da energia e a Revolução Industrial.

e mencionaram a polêmica gerada por sua atuação na sociedade científica europeia. Muito interessante ver que essa constatação deixou nossos estudantes admirados, começando a enxergar uma relação entre a figura “histórica” representada por Newton, por trás das chamadas “Leis de Newton”. Alguns alunos relataram que tiveram a impressão do personagem histórico ter se tornado mais humano

- O professor de física, embora não tivesse efetivamente participado da atividade, relatou que os alunos comentavam bastante o que estavam estudando na aula de história, já que estavam trabalhando, em física, as Leis de Newton. Comentou ainda que alguns alunos (neste caso forma poucos, por volta de 5 alunos de uma única sala), questionaram como Newton havia chegado a formular essas “leis” e se ele havia feito isso sozinho ou teria baseado na “ideia de outro cientista”.

A partir dos estudos realizados no início desta pesquisa, enfatizamos dois pontos que apontam para a vantagem em se valer da constituição histórica no estudo da ciência. Um foi o da própria contextualização do período para a constituição da figura de Newton. Desta forma, o cientista ganha humanidade e deixa de ser apenas um gênio que transformou a física. Mas observamos também que a partir da contextualização e da problematização do momento histórico pode-se trabalhar o conceito científico (MOURA e SILVA, 2014, p.345). Portanto destacamos que esse é o diferencial em se trabalhar conjuntamente. Toda a parte histórica fica a cargo do professor que história que pode desmistificar o momento e trabalhar com uma historiografia (adequada para o nível da educação básica), continuando o processo de problematização.

Podemos ainda ir um pouco mais além constatarmos que a visão piagetiana de construção do conhecimento pode ser aplicada neste contexto,

A revolução em mecânica não foi fruto da descoberta de novas respostas às questões clássicas sobre o movimento, mas o da descoberta de novas questões que permitiram formular os problemas de outro modo.

É nessa perspectiva que caracterizamos a revolução científica como uma mudança no quadro epistêmico (PIAGET; GARCIA, 2011, p. 335).

Colocamos ainda que o pouco entrosamento que tivemos entre as disciplinas de história e física prejudicaram a proposta inicial do trabalho, mas mesmo assim, podemos apontar que houve um ganho na aquisição de conhecimento por parte dos alunos e, segundo os próprios estudantes, “a física ficou um pouco mais fácil”.

C) Atividade 3 - Aula de História da Ciência inserida no currículo padrão de História

Série: 2º EM

Período: 2º semestre / 2012

Disciplina relacionada: Química

Conceitos trabalhados: A Ciência e a 1ª Guerra Mundial (História) / Composição química de gases (Química)

Quantidade de aulas: 8 (aulas de 50 minutos)

Quantidade total de alunos: 98 (três salas)

Descrição da atividade:

Aula 1: Aula teórica sobre causas e consequência da 1ª Guerra Mundial. Aula frontal realizada com o auxílio de apresentação de slides, em PowerPoint e uso do livro didático. Os alunos já tinham feita a leitura prévia do capítulo do livro didático adotado pela escola.

Aula 2: Descrição da proposta de trabalho para as salas de 2º ano do ensino médio: produção de um vídeo com, no máximo cinco minutos, sobre as inovações científicas desenvolvidas durante o processo da 1ª Grande Guerra. A atividade transcorreu da seguinte forma: grupo de quatro a oito alunos, planejamento do vídeo (roteiro e plano de ação), execução, edição e apresentação.

Aula 3 e 4: Roteiro e planejamento do vídeo. Em casa os alunos pesquisaram alguns aspectos que poderiam determinar a evolução da ciência em função da guerra. Pesquisaram aspectos relacionados à medicina (medicamentos e avanços nos tratamentos), ao desenvolvimento bélico (produção e uso de novas armas), à alimentação, aos meios de transporte e comunicação. Em sala, reuniram-se e esboçaram um rascunho do roteiro. O roteiro foi corrigido e, em seguida, aprovado. Os alunos organizaram-se para pensar num cenário (vale lembrar que qualquer dos espaços disponíveis na escola poderia ser utilizado para filmagem), figurinos (para que pudessem providenciar e trazer para a escola no momento posterior) e organizaram a própria produção. Essas atividades transcorreram de forma muito participativa já que estavam motivados, o que auxiliou na produção de um bom trabalho de pesquisa e, conseqüentemente, um bom roteiro. Vale apontar que nossos alunos buscaram ajuda com outros professores, das cadeiras de biologia e química. Os professores, por sua vez, ajudaram indicando bibliografia acessível. A professora de

química preparou uma “miniaula” especial sobre o material bélico e a produção das (e uso) das armas químicas utilizadas naquela ocasião. Essa atividade foi extraclasse, bem aceita pelos alunos⁷⁶ e transcorreu de forma bastante tranquila.

Aula 5 e 6: Aulas destinadas para a produção do vídeo (que foi filmado usando o celular ou iPad). Vale lembrar que muitos dos grupos não conseguiram terminar a atividade na aula e tiveram que marcar outro momento após a aula.

Aula 7: A aula foi destinada à exibição das produções. Após a apresentação de cada vídeo houve uma rodada de comentários. Vale lembrar que a edição do filme ficou a cargo dos próprios alunos (foi realizado fora da escola) e a única exigência para a edição foi que colocassem as fontes de pesquisa, além da apresentação dos componentes do grupo. Durante as exibições os alunos foram orientados a observar particularmente alguns aspectos técnicos (objetividade da produção, adequação do figurino, clareza do som) e relativos à própria pesquisa (clareza das informações, veracidade e comprovação das informações). Após a apresentação de todos os grupos, passou-se para uma rodada de comentários gerais, que muitas vezes foram de caráter comparativo. Não houve tempo para um fechamento da aula, com comentários sobre todos os vídeos.

Aula 8: Aula de encerramento da atividade, iniciada com a retomada dos comentários realizados na aula anterior e um apanhado geral das características dos trabalhos (feito pela professora, levando em consideração os vídeos e os comentários feitos na anterior). Num primeiro momento trabalhamos com os acertos e os erros cometidos na produção de cada vídeo (em princípio analisamos a parte técnica – o que havia sido ou não cumprido) e depois sobre a parte conceitual (efetivamente o que tinha sido produzido durante a guerra e os impactos causados). Em seguida, organizou-se um debate com o objetivo de discutir a I Grande Guerra (aspectos e consequências que impactaram o mundo) e a relação desta guerra com o desenvolvimento da ciência. O retorno dos alunos foi bastante interessante pois essas aulas (nas três salas participantes) apontaram a relação existente entre ciência e política. Essa inferência nunca havia sido feita (essa foi a fala da totalidade dos alunos que participaram da atividade) por eles.

⁷⁶ É importante enfatizar que o currículo, naquela instituição, era integral (das 7h30min às 17h10min) portanto, para professores e alunos era bem cansativo permanecer na escola e a maioria dos alunos ficou, de bom grado.

Sobre armas químicas, a professora explorou a produção/composição do gás cloro e do gás mostarda (utilizados pelos alemães) e do cianeto de hidrogênio (usado pelos franceses e alemães).

Ainda vale relatar que a aula foi dada apenas pela professora de Química (sem a participação de outros professores).

Breve análise da atividade:

Mais uma vez, não houve um trabalho interdisciplinar nos moldes do que está sendo defendido nessa pesquisa, já que os professores de química e de biologia não se interessaram em fazer um trabalho integrado. O que pode ser observado é que, durante o processo esses professores começaram a ver com mais interesse a realização de uma atividade conjunta. Em conversa informal com os mesmos professores, começou-se a pensar num trabalho efetivamente conjunto que pudesse ser realizado no ano seguinte com momentos de compartilhamento de conteúdo.

Em particular, a professora de química, que de início, não via grande vantagem para os alunos no trabalho conjunto, ficou bastante empolgada (após o curso sobre a formulação das armas químicas). O trabalho com os compostos químicos pareceu fazer mais sentido após a pesquisa sobre a guerra. Mais uma vez, a problematização fez parte da atividade, já que a professora recorreu a essa estratégia para o apresentar as composições químicas.

Em relação à atividade dos alunos, transcorreu de forma tranquila mas houve grupos que não apresentaram aquilo que havia sido pedido. Nesses casos, a pesquisa deixou muito a desejar e o vídeo apresentado estava muito aquém do esperado para turmas de 2º ano do ensino médio. O processo de discussão foi bastante interessante pois, embora alguns dos alunos que não tivessem se envolvido muito com a pesquisa ou a produção do vídeo, conseguiram compreender a importância da atividade para o entendimento do contexto. Como já foi dito, um aspecto importante a ser destacado (e provocou efeitos interessantes entre os alunos, inclusive trazendo esses questionamentos para o presente) foi a relação entre política/poder e ciência.

Concordamos com Gandolfi e Figueirôa (2014, p. 295) quando destaca os ganhos propiciados pelo uso da história da ciência,

Destacamos, finalmente, as vantagens que a abordagem da História das Ciências propicia para um ensino mais integrador entre as diferentes áreas, dando mais sentido, contexto e conexões aos conteúdos estudado, e como a produção de propostas históricas simples, contextualizadas e interessantes sobre a Ciência pode representar a oportunidade de um trabalho motivador e aglutinador dentro de uma realidade escolar.

Acrescentamos que essa atividade foi muito interessante também para o desenvolvimento do conteúdo de história, tornando a discussão em sala muito mais

fundamentada e dialética, transformando aquele momento num verdadeiro debate. Desta forma, observou-se que, a cada atividade proposta, aumentava o número de alunos que compreendia a importância da fundamentação no momento da argumentação. A partir dessas aulas, alguns dos alunos envolvidos começaram a valorizar a argumentação fundamentada, afirmando que essa seria uma informação “confiável”.

D) Atividade 4 – Aula de Aprofundamento (interdisciplinar)

Série: 3º EM

Período: 2º semestre / 2012

Disciplinas Participantes: História e Biologia

Conceitos trabalhados: Conceito de Evolução (Biologia) / O mundo no século XIX (História)

Quantidade de aulas: 7 (aulas de 50 minutos). As primeiras seis aulas foram “aulas duplas” (100 minutos) e a última foi uma aula simples (50 minutos).

Quantidade total de alunos: 50 alunos

Descrição da atividade:

Aulas 1 e 2: Aulas destinadas para a exibição do filme: *Creation (Criação - 2009)*. Filme britânico, parte biográfico e parte ficcional, que narra o relacionamento de Charles Darwin com sua filha mais velha, Annie, enquanto se esforça para escrever *A Origem das Espécies*, e também os conflitos com sua esposa religiosa. Roteiro baseado na biografia de Darwin escrita por Randal Keynes, *A Caixa de Annie*.

O filme é uma ficção e foi utilizado com o objetivo de apresentar o conteúdo. O objetivo desta atividade era o de problematizar algumas passagens e discutir o contexto histórico do período de vida de Charles Darwin.

Aulas 3 e 4: Aula teórica de história - O mundo no século XIX: rápida contextualização do XIX enfatizando o papel da Grã-Bretanha no mundo (Imperialismo). Nessa aula, buscamos analisar a importância do desenvolvimento científico no mundo regido pela 2ª Revolução Industrial, iniciando pelas mudanças empreendidas pela eletricidade. A evolução dos meios de transporte e dos meios de comunicação foram fundamentais nesse contexto. Por conta do vídeo, que serviu de disparador para a aula, fizemos menção ao desenvolvimento da psicanálise e o papel de Freud. Outra questão abordada foi a da polêmica e, posterior solução estabelecida pela Igreja Católica (breve

análise das encíclicas *Quanta Cura* de Pio IX e *Rerum Novarum* de Leão XIII). Ainda na aula, estabeleceu-se uma discussão sobre a questão do Liberalismo e sua importância, naquele contexto, para o mundo.

A estratégia utilizada para a aula foi bem tradicional, teórica, frontal, com o apoio de apresentação de slides em PowerPoint e alguns vídeos rápidos sobre a questão do Imperialismo.

Aulas 5 e 6: Aula dada pelos professores de biologia. O tema da aula foi Evolução e Genética. Também era um conteúdo de revisão, portanto não havia muita novidade no que estava sendo trabalhado.

A aula foi ministrada apenas pelos professores da cadeira de biologia não havendo, naquele momento, especificamente a participação dos professores de história.

Aulas 7: O objetivo desta aula foi o de fazer uma rápida revisão sobre o tema (o século XIX) para o grupo total de alunos. Esta atividade foi realizada dentro do currículo regular de história. Embora nem todos os alunos tenham participado da aula opcional foi interessante que o fechamento tenha sido feito com a participação de todos os alunos. Vale observar que alguns deles recusaram-se a participar desta aula, mas outros (que não tinham participado da aula opcional) acabaram por se interessar e, conseqüentemente, participaram das atividades propostas.

Iniciou-se com uma breve retomada do contexto europeu em meados do século XIX enfatizando o desenvolvimento tecnológico e científico e teve continuidade com uma discussão sobre a participação de Darwin nesse contexto. Interessante colocar que uma parte dos alunos expressou que a preocupação da comunidade acadêmica, dos cientistas do final do século XIX e as polêmicas sobre a criação foram determinantes para os estudos de Darwin e que ele era um homem inserido em seu contexto (a expressão utilizada foi “Darwin era um homem do seu tempo”). Outra vertente da discussão foi a de que a posição da Inglaterra, num contexto de imperialismo foi determinante para o trabalho e a posterior aceitação deste no meio acadêmico. Por fim, apareceu também, a questão religiosa como motivo para polêmica da teoria da evolução.

Apenas houve esse “fechamento” da atividade na aula de história (que foi realizado após as aulas 5 e 6, ministradas pela cadeira de Biologia).

Breve análise da atividade:

Sobre as duas primeiras aulas, notamos que o envolvimento (observações e perguntas) dos alunos foi determinante para o desenvolvimento do conteúdo. Analisando a situação, concluímos que o grande interesse estava centrado no tipo de atividade: revisão para o ENEM e outros vestibulares⁷⁷. Outra observação que deve ser feita é a que esses conteúdos - Século XIX e Evolução - já havia sido desenvolvido nas aulas de história e de biologia, respectivamente, ao longo do Ensino Médio, portanto não eram desconhecidos deles. Além disso o tem “Evolução” é bastante solicitado nas provas do ENEM o que suscita muito interesse.

Mais uma vez notamos que a história da ciência atuou favoravelmente na compreensão do tema nas duas disciplinas. Embora estivéssemos tratando com alunos do 3º ano, que estavam fazendo uma revisão, muitos ainda não conseguiam compreender que o contexto, que fundamenta toda a teoria da evolução, discutido em biologia é o mesmo trabalhado em história. Muito interessante a fala de um aluno, no final da aula de biologia foi a seguinte: “Então, sora, a revolução industrial⁷⁸ que você está falando é a mesma que a professora de biologia falou na aula dela, na mesma época? Então a teoria da evolução aconteceu no mesmo tempo daquelas mudanças que ela falou”? Finalmente o aluno (e, certamente, não era o pensamento de apenas um aluno) conseguia enxergar a contemporaneidade das duas situações, confirmando que

Esse tipo de estudo pode contribuir para a formação mais adequada acerca da construção do pensamento científico, das contribuições dos cientistas e da própria prática; permite que se conheça o processo de formação de conceitos, teoria, modelos, etc (MARTINS; BRITO, 2006, p. 245).

Ainda segundo Martins e Brito (2006), é interessante reforçar que, neste contexto a ideia de inserir a figura de Darwin nas controvérsias da comunidade acadêmica do século XIX, o que, ao nosso ver, evita a percepção de uma “pseudo-história”, em que se tem uma visão romântica do cientista e simplificando o processo de construção do pensamento

⁷⁷ Nesta instituição, havia a organização de cursos/aulas de aprofundamento para revisão de conteúdos específicos do ENEM e dos vestibulares mais concorridos. Geralmente, esses cursos tinham quantidade limitada de vagas (nesse curso, em particular, eram 50 vagas para um total de 96 alunos) e eram ministradas por mais de um professor. As vagas, geralmente acabavam rapidamente e havia fila de espera.

⁷⁸ Naquele momento, na aula de história, fazia-se referência à 2ª revolução industrial e a importância do uso da eletricidade.

científico, evitando, desta forma, a formação de falsas ideias sobre o processo e sobre o período.

Importante acrescentar que em termos de apreensão do conteúdo, dito histórico, o benefício também foi amplamente maior, já que o estudante se apropria do período com todas as suas particularidades, já que a história é vista como uma só.

E) Atividade 5 – Atividade complementar: Conhecendo Galileu

Série: 3º ano / Ensino Médio

Período: 1º semestre / 2013

Disciplinas Participantes: História e Física

Conceitos trabalhados: Renascimento e revolução científica; heliocentrismo e geocentrismo; cinemática (movimento retilíneo); conceito de “paradigma”.

Quantidade de aulas: 2 aulas duplas (100 minutos)

Quantidade total de alunos: 43

Esta atividade foi realizada com o objetivo de fornecer repertório para alunos do 3º ano produzirem uma peça teatral⁷⁹

Descrição da atividade:

Aulas 1 e 2: A aula foi iniciada com a exibição do documentário (aproximadamente 20 minutos) para que os alunos tivessem uma ideia da biografia de Galileu, juntamente com a importância de seus estudos⁸⁰. O programa exibido discutia inicialmente a questão dos paradigmas. Após a exibição realizou-se uma breve discussão sobre o que seria um paradigma e como os paradigmas estão inseridos na história da ciência. Esta foi uma discussão bastante rica pois havia poucos alunos participando da

⁷⁹ Os alunos do 3º ano do Ensino Médio da Unidade Jardim, produziam uma peça, sob a orientação da professora de Física do colégio, entrevistando um personagem importante para a ciência. Naquele ano o personagem escolhido foi Galileu Galilei. Essa peça fazia parte de uma atividade mais abrangente que recebia o nome de “Sarau”. Este sarau era realizado a partir de um tema escolhido entre os participantes da atividade e acontecia sempre no mês de outubro, tinha como um dos objetivos marcar o encerramento de ciclo dos alunos no ensino médio. A primeira parte da atividade era destinada a exposição de obras, textos e músicas relevante ao tema escolhido. Em seguida era apresentada a peça (no formato de um talk show) e a última parte era composta por atividades livres (no formato de um show de talentos). Era uma atividade muito esperada por todos (os alunos começavam a pensar nela ainda enquanto cursavam o 1º ano do ensino médio) por isso, muito planejada e elaborada.

⁸⁰ Vídeo produzido pela Rede Globo, programa Globo Ciência, denominado “*Galileu Galilei, vida e obra*” (<https://www.youtube.com/watch?v=LtSBXOYH5KM>, acesso em 12 de julho de 2016).

atividade e se mostraram interessados em discutir o conceito. A atividade foi bastante rica e, nesse momento pudemos discutir a ideia de paradigma proposta por Thomas Kuhn e já mencionada no início desta pesquisa. Depois de garantir que nossos alunos tinham uma percepção adequada sobre o que é um paradigma pudemos dar continuidade à atividade, aí sim, trabalhando com vida e obra de Galileu dentro do contexto europeu do século XVII (Renascimento). Essa atividade deu condições de se fazer uma pequena revisão, em história, sobre o Renascimento e a Revolução Científica, já que esse assunto havia sido trabalhado no início do 2º ano do ensino médio.

A questão do movimento (conteúdo desenvolvido nas aulas de física) também foi retomada pela professora de física que participava da atividade. Podemos considerar que também foi realizada uma revisão desse conteúdo que, embora considerado fácil e básico para um curso de Física, havia sido visto no 1º ano do ensino médio.

Durante esta atividade os estudantes reconheceram a relação entre o que haviam estudado em física e o desenvolvimento da ciência no Renascimento. Trabalharam ainda com uma biografia específica de Galileu, o que permitiu que pudessem, paulatinamente, enxergar o cientista de uma forma menos simplista ou romântica, relacionando-a com a imagem de um gênio.

Aulas 3 e 4: Nessa aula passamos a um outro tipo de contextualização. Nosso objetivo foi o de fazer um exercício de comparação daquilo que estava ocorrendo na Europa, no século XVII e o que acontecia no Brasil. Precisamos colocar que nosso objetivo era o de fazer uma análise comparativa entre as duas realidades. Para que os responsáveis pela produção da peça pudessem ter subsídios concretos e fidedignos do momento. Essa atividade foi realizada acompanhada de uma apresentação de slides (PowerPoint) num modelo de aula frontal, mas muito dialogada.

Pudemos discutir, paulatinamente, os contextos europeus e americanos, garantindo uma revisão de Brasil colonial e posterior análise do que já havia sido produzido, em termos de ciência (na colônia).

Breve análise da atividade:

Nas aulas 1 e 2, no momento da discussão sobre os paradigmas⁸¹, achamos interessante mencionar que nossos alunos, mesmo cursando o 3º ano do ensino médio

⁸¹ Usamos como referência dois conceitos de “paradigma” usados por Piaget e Garcia (2011, p. 348), sobre a definição de Kuhn, a saber: a) Paradigma como matriz conceitual (um corpo característico de crenças e

(faixa etária de 16 a 18 anos), apresentaram a necessidade de exemplificar, com experiências pessoais, aquilo que estava sendo discutido. Isto é, através de exemplos retirados de seu cotidiano, procuravam explicar o que era um paradigma e como ele havia sido superado. Precisavam de um modelo interno para, em seguida, compreender a teoria que estava sendo discutida (Piaget, 1983). Isso nos dá uma pista de que seus esquemas cognitivos, para serem construídos, ainda precisavam da expressão oral (exemplificação) de um fato concreto, para compreendê-lo.

Observamos ainda que através da contextualização nossos alunos conseguiram compreender (de uma forma mais ampla) a importância dos estudos de Galileu para o desenvolvimento da ciência e sua relação com os estudos de Newton, no período posterior (qual a relação existente entre as pesquisas desenvolvidas por Galileu e os cientistas do seu tempo e qual o posterior papel de Newton?). Um dos alunos presentes verbalizou que talvez Galileu tenha iniciado o trabalho, usando o método científico⁸² que foi concluído algum tempo depois com Newton. Mesmo assim a imagem que faziam, inicialmente dos cientistas é aquela que do pesquisador autossuficiente que tem a capacidade de pensar diferentemente dos outros, portanto do gênio. Como já registramos anteriormente (na descrição da atividade) foi a partir daí que se discutiu essa característica e, para nós, naquele momento pareceu que foi facilmente assimilado pelos alunos presentes.

A finalização desse trabalho foi bastante interessante pois, no momento da redação ocorreu algo surpreendente, diferente daquilo que havíamos acreditado no momento da oficina. No texto final da peça, Galileu apareceu como uma figura bastante “superior” chegando a ser arrogante e que afirmava ser uma pessoa diferenciada e tão inteligente a ponto de superar e defender um pensamento inovador para sua época. Seria tão inovador que foi punido pela Igreja, portanto reafirmando a ideia do cientista gênio. Isso nos leva a crer que a discussão não foi assimilada da forma como tínhamos pretendido. Acreditamos que a ideia do gênio estava tão assimilada que não houve condições de desequilíbrio. O paradigma não foi superado. Desta forma,

concepções que compreendem todos os compromissos partilhados por um grupo científico); b) paradigmas ou exemplares (soluções típicas de problemas concretos que um grupo científico aceita como característica da teoria).

⁸² Aqui cabe esclarecer que identificamos o pensamento desse aluno ao que é descrito por Piaget e Garcia, 2011, p. 258), “a passagem da inércia à lei de Newton, no sentido cartesiano, não é evidente nem direta. Neste sentido, a ‘longa preparação’ que conduz à lei da inércia não em Galileu nem Descartes como ponto de chegada; eles também fazem parte desse longo caminho que vai terminar em Newton”. Embora nosso aluno não mencionasse Descartes nessa discussão ele afirmou que “talvez Galileu tivesse aberto caminho para para Newton concluir com suas leis”.

o aspecto funcional do desenvolvimento cognitivo explica a relativa estabilidade das estruturas estabelecidas, o processo de desequilíbrio de uma estrutura e o processo de reequilíbrio do sistema numa estrutura de ordem superior. É evidente que a passagem de uma estrutura à seguinte constitui uma *descontinuidade*, um salto, não é previsível nem regulada por normas. De acordo com essa posição, pode-se igualmente demonstrar que as estruturas constituídas possuem uma estabilidade interna que lhes permite resistir às ‘perturbações’ (por exemplo, às tentativas de refutação direta) (PIAGET; GARCIA, 2011, p. 356-357).

F) Atividade 6 – Curso Extracurricular – História da Ciência⁸³

Série: 3º ano / Ensino Médio

Período: 1º semestre / 2013

Disciplina Participante: História

Curso proposto: História da Ciência – módulo 1

Quantidade total de alunos: 10 (participantes do primeiro módulo)

O Curso

A proposta para este curso foi a de fazer a aproximação entre história e ciência, trabalhando o contexto para compreender o debate e, por fim, a organização de teorias. A proposta foi a de trabalhar com um modelo de curso semipresencial e, a partir daí, dar condições para que nossos alunos compreendessem a ciência discutindo seus paradigmas e suas controvérsias.

A atividade foi concebida nesse formato pois acreditamos que contextualizando o período, discutindo as controvérsias e problematizando adequadamente o desenvolvimento científico teríamos também estudantes mais preparados e formados para compreender os conceitos científicos (ideia essa que perpassa por toda essa pesquisa). Além disso, defendemos que essa ação poderia ser organizada pela professora de história, que, através de um bom trabalho com historiografia (analisando a historiografia), poderia garantir uma assimilação maior dos conceitos discutidos e trabalhados em Ciências da Natureza e Matemática.

Ao final do curso pretendíamos criar um projeto de pesquisa para participar da FEBRACE⁸⁴.

⁸³ Esta atividade será relatada de forma diferente pois sua proposta mais abrangente, utilizou uma estratégia de trabalho diferente, tendo sido planejada para ser cursada à distância.

⁸⁴ A FEBRACE é a “Feira Brasileira de Ciências e Engenharia é um movimento nacional de estímulo ao jovem cientista, que todo ano realiza na Universidade de São Paulo uma grande mostra de projetos.

Uma singularidade desta proposta é a formação do grupo de participantes que estava aberta para todos os alunos que estivessem cursando o ensino médio.

Modelo de Trabalho

O curso foi estruturado para ser desenvolvido na plataforma moodle⁸⁵. Tarefas publicadas semanalmente com datas para entrega e discussão pelo chat. Uma vez ao mês, uma reunião presencial com o objetivo de retomar o que havia sido feito nas aulas não presenciais e preparar os próximos encontros virtuais.

O curso foi planejado em dois módulos. O primeiro deles tinha como objetivo criar uma base teórica, com o objetivo de nossos alunos obterem contato com vários tipos de textos relacionados à história da ciência. A leitura e a discussão desses textos fundamentariam a produção um projeto de pesquisa bem como seu encaminhamento, que estavam programados para acontecer no segundo módulo. Ao final do ano teríamos um trabalho realizado podendo ser inscrito na FEBRACE (2014).

Desta forma, não usaríamos ordem cronológica para organizar os módulos. O objetivo era, primeiramente discutir o conceito de “história da ciência” e propor uma série de temas que poderiam ser trabalhados. A escolha desses temas ficaria a cargo do grupo.

Cronograma de Trabalho:

Módulo 1

Encontros virtuais: publicação da atividade todas as 2as feiras, encerrando no domingo. Organização feita desta forma para que se pudesse receber a a tarefa dos alunos, dar um retorno (também virtual) e encaminhar a tarefa seguinte.

Encontros presenciais (3as feiras: 14h20min – 16h): 05/03; 26/03; 16/04; 14/05; 11/06. Para esses encontros adotamos um livro⁸⁶ para ser discutido no formato de

A FEBRACE assume um importante papel social incentivando a criatividade e a reflexão em estudantes da educação básica, através do desenvolvimento de projetos com fundamento científico, nas diferentes áreas das ciências e engenharia”.

Mais informação sobre a FEBRACE pode ser encontrada em <http://febrace.org.br/o-que-e-a-febrace/#.V9WMYJMrKfQ> (acesso em 11 de julho de 2016).

⁸⁵O Moodle é uma plataforma de aprendizagem a distância baseada em software livre. É um acrônimo de Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment (ambiente modular de aprendizagem dinâmica orientada a objetos). Ele foi e continua sendo desenvolvido continuamente por uma comunidade de centenas de programadores em todo o mundo, que também constituem um grupo de suporte aos usuários, acréscimo de novas funcionalidades, sob a filosofia de software livre.

https://docs.moodle.org/31/en/About_Moodle, acesso em 12 de maio de 2015.

⁸⁶ GUERRA, A., BRAGA, M., REIS, J.C. *Breve História da Ciência Moderna: Convergência de Saberes (Idade Média)*. RJ:Zahar, 2008. §§

seminário. A proposta era para que todos lessem um capítulo do livro escolhido e um dos alunos era responsável por apresentar o capítulo. Depois da apresentação havia um momento para discussão. Na medida do possível nossos alunos deveriam trazer um exemplo de conteúdo que já havia estudado em qualquer disciplina da área da Ciência da Natureza ou Matemática e relacioná-la ao assunto estudado.

Proposta do Curso – Ementa

As propostas de trabalho foram expostas em uma ementa que ficou anexada na escola e foi enviada para as famílias, como forma de divulgação. A seguir apresentamos a proposta na íntegra:

Ao analisarmos a situação da sociedade em que vivemos observamos que Ciência e a Tecnologia fazem parte integrante de nossa realidade. Há mais de três séculos, o conhecimento científico vem provando suas virtudes de verificação e de descoberta em relação a todos os outros modos de conhecimento. Apenas através do conhecimento vivo é que se pode guiar a sociedade na grande aventura da descoberta do universo, da vida e do homem. Por isso, existe a necessidade de se alfabetizar o cidadão em Ciência e Tecnologia. Não para se mostrar as “maravilhas” da Ciência, pois isto a mídia já o faz, mas para dar ao cidadão as ferramentas necessárias para que ele possa compreender o mundo, tomar as decisões e agir. O contato que qualquer jovem tem com a Ciência se dá, invariavelmente, a partir dos livros didáticos. Mais do que isso, este contato é engessado pela própria ciência que se isola dentro sua própria especificidade. Os manuais apresentam apenas uma dimensão do trabalho científico, seu aspecto técnico da solução individual do problema. Dificilmente se discute sobre os debates que possibilitaram a construção das teorias. Pouco se aproxima do momento / contexto histórico em que se promovem os respectivos debates. A proposta para este curso é de fazer a aproximação entre História e Ciência. É trabalhar contexto para compreender o debate e, por fim, a organização de teorias. Para tal objetivo buscamos estratégia que nos permitirão conhecer a Ciência e seus cientista dentro de contextos específicos. Usaremos textos, filmes, animações, discutindo através da proposição de chats e fóruns, utilizando o ambiente virtual da plataforma Moodle, além de alguns encontros presenciais em que faremos a discussões com o grupo, contando com a presença de um professor convidado. Ao final dos dois módulos os alunos deverão produzir trabalho específico, sobre os temas

trabalhados, com o objetivo de participar da FEBRACE (2014), representando nossa escola.

No transcorrer do curso

O curso não conseguiu reunir muitos alunos já que havia outros cursos propostos nos mesmos horários, alguns deles específicos para revisões temáticas para o 3º ano. Outro problema encontrado foi o currículo integral (os estudantes iniciavam as aulas às 7h30min e saíam às 17h50min, com intervalos de 30min e 1h15min de almoço) essa jornada era bastante extenuante para todos e, especialmente para alunos do 3º ano (que ainda precisavam estudar para os vestibulares e Enem).

Conseguimos reunir uma equipe mista (alunos das três séries) pequena, mas bastante interessada nesse trabalho. No decorrer do semestre perdemos alguns alunos e nos mantivemos até a finalização com um grupo muito interessado.

Conseguimos desenvolver algumas discussões interessantes tanto nos encontros virtuais como nos presenciais. Para exemplificarmos essa afirmativa reproduzimos alguns trechos de uma das tarefas realizadas:

Sobre a da motivação / expectativa dos alunos em relação ao curso, nosso aluno respondeu⁸⁷: *Decidi fazer este curso porque gosto da matéria de história, além disso ao aprender a história da ciência acredito que terei um maior conhecimento sobre temas e períodos históricos sob um olhar diferente, e isso enriquecerá meu conhecimento de mundo e saciará curiosidades pessoais.*

Sobre a diferença entre ciência, técnica e tecnologia esse mesmo aluno respondeu o seguinte: *Para mim, ciência é o resultado de estudos, olhares e conclusões sobre determinada ‘coisa’, seja ela um ser vivo, como nas ciências naturais ou uma organização de sociedade e política como nas ciências sociais, dentre outras. Já a técnica é o modo de fazer algo, que vai de uma forma de estudar e pesquisar até um jeito de plantar uma semente. Na minha opinião a tecnologia é sempre algo inovador que mudará a vida do homem de alguma maneira, na maioria das vezes esta facilita sua vida, mas isso nem sempre acontece, por exemplo, com a invenção das armas de fogo, a vida do homem não se tornou, mas prática, somente se tornou mais violenta, entretanto ela não deixa de ser uma inovação.*

⁸⁷ As respostas foram retiradas de material produzido no curso realizado em história da ciência. Não são mencionados os nomes dos alunos propositalmente, evitando sua identificação.

Temos aqui uma outra visão sobre essas as diferenças citadas acima: *ciência é o estudo daquilo que existe, abrangendo a área de biologia, química, física e astronomia. Técnica não sei direito, mas seria algo parecido com o modo que se realiza algo: quanto mais se treina, maior sua técnica. Tecnologia é qualquer invenção do homem que facilite sua vida diária, sendo uma noção que se altera com o tempo (por exemplo, a invenção da pá, que para nos parece tão simples, foi uma inovação para a época, uma nova tecnologia)*.

Sobre a necessidade de se estudar história da ciência, temos mais uma opinião: *Ao estudar o aspecto histórico de algum cientista ou de alguma descoberta, pode-se entender de que forma isso contribuiu para a sociedade na época e também nos dias atuais.*

É muito interessante observarmos que existem alunos de ensino médio que conseguem enxergar que a história da ciência lhes trará subsídios para compreensão do mundo e da própria ciência mas observamos também que outros continuam relacionando a ciência apenas à Ciência da Natureza ou Matemática, como nos referimos no início dessa pesquisa, ao núcleo das “disciplinas duras”: *Ciência é o estudo daquilo que existe, abrangendo a área de biologia, química, física e astronomia. Estudando sua história posso ampliar minha visão sobre a origem daquilo que estudo em ciências.*

Outro aspecto interessante a ser destacado é o da diferença entre ciência, técnica e tecnologia. Esses termos ainda são nebulosos para alunos do ensino médio, o que é bastante surpreendente já que partimos da ideia de que esses conceitos são trabalhados ao longo de todo ensino fundamental⁸⁸. Isso nos leva a crer que mesmo alunos às vésperas de ingressar na universidade ainda estão confusos em relação ao que vem a ser a ciência. O trabalho com a desmistificação da mesma ciência dificilmente é realizado com esses estudantes e pouco discute-se o papel das controvérsias na ciência. Os motivos pelos quais isso acontece tem sido alvo de estudo por parte de um grande número de pesquisadores, tais como a falta de material didático adequado, a má formação dos professores, cursos de graduação que não se preocupam com a formação em história da ciência. Todos esses problemas já foram mencionados nessa pesquisa, ainda no início deste capítulo.

Podemos inferir, a partir desses exemplos, a necessidade de inserirmos esse tipo de discussão ao longo de todo o ensino médio, feito de forma interdisciplinar ou através da

⁸⁸ Nossa primeira atividade realizada parte exatamente dessa diferenciação. Essa dificuldade já havia sido constatada naquela oportunidade e, observando isso novamente nos remete à necessidade e do cuidado que devemos ter ao trabalhar esses conceitos no ensino fundamental.

inclusão em outras disciplinas, de forma compartilhada. Essa a ideia que perpassa por toda essa pesquisa.

Destacamos que não houve condições do desenvolvimento do Módulo 2 deste curso, já que a escola cancelou todos os cursos extra do segundo semestre. A orientação foi tomada pelo corpo diretivo da instituição com o objetivo de implantar um processo de revisão geral de todas as disciplinas do currículo, para alunos do 3º ano do ensino médio. Isso ocorreu por causa da aproximação da prova do Enem e da consequente preocupação em manter a boa classificação do colégio.

De todo trabalho proposto no Módulo 1, apenas a primeira parte foi cumprida. Houve algumas discussões sobre a natureza da história da ciência e sua necessidade de implantação no currículo regular, como disciplina específica, como trabalho conjunto, tal qual é sugerido nesta tese ou discutida de forma mais consistente pelas disciplinas de ciências da natureza e matemática. Além disso, conseguimos avançar na leitura e análise do material historiográfico já especificado.

Finalizamos essa análise de atividade com uma fala de um outro estudante, participante de nosso curso, o que realmente denota a importância desse tipo de iniciativa:

Para mim, ciência é o resultado de estudos, olhares e conclusões sobre determinada 'coisa', seja ela um ser vivo, como nas ciências naturais ou uma organização de sociedade e política como nas ciências sociais, dentre outras coisas. Eu acredito que este estudo me faça entender melhor a ciência, a tecnologia e a técnica, pois estudando os motivos que levaram a pessoa a pensar daquela maneira, o contexto em que o indivíduo estava inserido facilitam compreender o que ele pensou e criou e assim trazer uma justificativa para fórmulas, teorias, experimentos que tem um ar abstrato para os estudantes, os quais só tiveram contato com o resultado de um raciocínio e não com suas causas e motivações.

G) Atividade – História da Matemática

Série: 1º ano / Ensino Médio

Período: 1º semestre / 2014

Disciplina Participante: Matemática e História

Conceitos trabalhados: Desenvolvimento de Homem X Desenvolvimento da Matemática

Quantidade de alunos: 127 alunos

Aulas: 5 aulas

Descrição da atividade

Essas aulas foram elaboradas conjuntamente pelos professores de história e de matemática. A pesquisa e a preparação do material foram feitas de forma compartilhada o que permitiu períodos de reflexão e discussão entre os professores, portanto a concepção dessa atividade já teve início de forma diferente.

As aulas foram ministradas no horário das aulas de matemática, mas com a participação da professora de história por meio de vídeo conferência. Isso permitiu que os alunos conseguissem enxergar a interação entre duas disciplinas que são absolutamente separadas no currículo escolar e, poderíamos afirmar, separadas até no imaginário construído pelos estudantes.

Essa atividade foi concebida para ser realizada em três módulos (um para cada série do ensino médio) que se organizariam através de uma ordem cronológica. A apresentação do módulo 1 teve início através de uma apresentação de slides em PowerPoint. Os alunos foram convidados a refletir sobre o contexto histórico no qual a Matemática apareceu como ferramenta utilizada para a solução de alguns problemas existentes no cotidiano de diferentes civilizações. Essas aulas estavam planejadas para que o aluno fizesse a comparação entre o que ele aprende em história e em matemática, demonstrando muitas das coisas acontecem ao mesmo tempo.

Nesse primeiro módulo, trabalhou-se da pré-história até o Renascimento (início da revolução científica), passando pela Antiguidade Clássica, Civilização Árabe e Idade Média. O fio condutor do trabalho foi a linha do tempo destacando as diferentes civilizações (cronológica) e uma linha paralela, com o desenvolvimento da Matemática.

Podemos exemplificar o trabalho de que foi realizado observando a **Figura 8** abaixo:

FIGURA 8 – Slide elaborado para o curso de Matemática

LINHA DO TEMPO

- Homem:
- Mesopotâmia: Região entre os rios Tigre e Eufrates (atual Iraque)
 - Vários Estados estabeleceram-se na região (sucessão de hegemonias): Suméria, Babilônia, Assíria, Caldeia
 - Sedentarização: 3000aC na Suméria
 - Babilônia ganha importância a partir de 1900aC
 - Civilização de regadio / grande desenvolvimento científico (resolução de problemas do cotidiano)
 - Escrita cuneiforme (tabletes) / Código Civil (de Hamurabi)

- ▶ Matemática:
- ▶ Mesopotâmia:
 - ▶ Sistema de numeração que usava o princípio posicional (diferente dos egípcios)
 - ▶ Desenvolvimento da matemática também ligada às necessidades de governo (registros) e da religião

Matemática – IEM - 2014

Elaboração específica para o curso realizado

Nesse slide levantou-se alguns pontos fundamentais sobre as civilizações do Crescente Fértil, em particular, da Mesopotâmia, buscando salientar as características mais comuns dessas civilizações⁸⁹. O professor de matemática iniciava suas aulas com uma visão geral da história da matemática, portanto essa atividade seria essencial para contextualizar seu trabalho (foram selecionados conteúdos que seriam trabalhados no 1º ano do ensino médio, em matemática).

Em particular, no slide apresentado, trabalhou-se com a Mesopotâmia e a ênfase era dada na questão da necessidade do uso da matemática para o desenvolvimento do governo e da economia das diferentes regiões da Mesopotâmia. Partindo disso o professor retomava o conceito de numeração posicional e não posicional. Era também o momento de comparar a civilização egípcia com a mesopotâmica, trabalhando com permanências e mudanças, levando em consideração as conquistas científicas de cada uma delas. Essa atividade comparativa ficou a cargo da história.

⁸⁹ Como já destacamos, na escola em que a atividade foi realizada existe uma enorme preocupação em fornecer subsídios para os alunos conseguirem aprovação em universidades públicas além de uma boa colocação no ranking das melhores escolas do Brasil, realizada através da nota do Enem. Trata-se de uma escola bastante tradicional, conteudista. Isso justifica a grande preocupação em ensinar e revisar constantemente o conteúdo, no caso de história (que se inicia com a pré-história chegando até a contemporaneidade), trabalhando com as estruturas básicas propostas pela Base Curricular Nacional.

Ainda, a título de exemplificação da atividade, podemos observar mais um slide na Figura 9:

FIGURA 9 – Slide elaborado para o curso de Matemática

LINHA DO TEMPO

- **Homem:**
- **Macedônia (período é conhecido como período helenístico):**
 - conquista das pólis gregas
 - Império unificado.
 - Alexandre → conquistador → reunião da cultura grega com a do oriente → mistura conhecida como “helenismo”
- **Império de Alexandre dura pouco (até sua morte em 323aC) mas a cultura helenística se perpetuará por muitos anos**

- ▶ **Matemática:**
- ▶ **Macedônia:**
 - ▶ Início dos estudos de Ângulos e Astronomia
 - ▶ Grande avanço para a matemática (geometria e trigonometria)
 - ▶ **Principais Pensadores:** Aristóteles (Professor de Alexandre), Euclides (geometria axiomática), Arquimedes, Apolônio (Secções Cônicas), Hiparco (Trigonometria).

Matemática – IEM - 2014

Elaboração específica para o curso realizado

Especificamente na aula referente à Figura 2, buscou-se trabalhar com a matemática desenvolvida no período da dominação macedônica. Os estudantes puderam fazer uma retomada de conteúdos sobre esse período e compreender que alguns dos conceitos que normalmente são muito trabalhados em matemática, foram desenvolvidos por estudiosos que viveram num período histórico que já haviam estudado, na aula de história. Nessa aula, o professor enfatizou o uso da geometria e sua importância na Matemática. Cabe lembrar que a aula foi conduzida prioritariamente pelo professor de matemática, cabendo à professora de história fazer toda reflexão sobre o contexto (através do recurso da vídeo-conferência).

Ao final do trabalho (das cinco aulas) os alunos fizeram uma avaliação oral dessa atividade (como tinha sido, para eles, trabalhar com esse recurso e, se a participação da professora de história havia ajudado na contextualização e, conseqüentemente na apreensão do conteúdo). A grande maioria gostou muito do trabalho e mais uma vez nos surpreendemos pois o que mais se destacou para todos foi começar a entender que história e matemática eram parte de um único saber. Mais uma vez observamos que nosso sistema de fragmentação do saber, nossa organização do conteúdo total em aulas de cinquenta

minutos é prejudicial. Para exemplificar nossa colocação usamos a fala de um dos alunos participantes: *Então a história das operações matemáticas, que a gente aprende na aula de Matemática é a mesma coisa que a gente aprende em história? No mesmo tempo? Tudo acontece junto?*

Mais uma vez a compartimentação das disciplinas escolares aparece como um obstáculo a ser superado. O que nos surpreende é que o estudante passa por todo ensino fundamental e não consegue compreender a unidade do saber. Acreditamos que as palavras de Morrin (1990, p.16-17) podem definir a situação.

O desenvolvimento disciplinar das ciências não traz unicamente as vantagens da divisão do trabalho (isto é, a contribuição das partes especializadas para a coerência de um todo organizador), mas também os inconvenientes da superespecialização: enclausuramento ou fragmentação do saber.

Constituiu-se grande desligamento das ciências da natureza daquilo a que se chama prematuramente de ciências do homem. De fato, o ponto de vista das ciências da natureza exclui o espírito e a cultura que produzem essas mesmas ciências, e não chegamos a pensar o estatuto social e histórico das ciências naturais.

Do ponto de vista das ciências do homem, somos incapazes de nos pensar, nós, seres humanos dotados de espírito e de consciência, enquanto seres vivos biologicamente constituídos.

As ciências antropossociais adquirem todos os vícios da especialização sem nenhuma de suas vantagens. Os conceitos molares de homem, de indivíduo, de sociedade, que perpassam várias disciplinas, são de fato triturados ou dilacerados entre elas, sem poder ser reconstituídos pelas tentativas interdisciplinares.”

Esse é o problema com o qual o professor esbarra todos os dias, mas muitas vezes não consegue identificar. Acreditamos que falta de interesse que dificulta tanto o trabalho diário do professor que está ligada a não compreensão daquilo que está sendo desenvolvido na escola porque o conhecimento é apresentado e trabalhado de forma desvinculada.

4.2.1 – Apresentação de atividades desenvolvidas fora da escola

H) Oficina – ANPUH / 2015

Oficina realizada durante o XXVIII Simpósio Nacional de História⁹⁰ com o objetivo de instrumentalizar os professores de História com interesse em trabalhar a temática de história da ciência.

⁹⁰ Dados sobre a oficina realizada no seguinte endereço:

http://www.snh2015.anpuh.org/minicurso/view?TIPO=2&ID_MINICURSO=849 (acesso em 13 de Agosto de 2016)

Desde o início desta pesquisa acreditamos que o primeiro contato formal, acadêmico que um jovem tem com essa temática acontece, invariavelmente, a partir dos livros didáticos das diferentes disciplinas. Já mencionamos, ao longo deste trabalho, a dificuldade que os professores de ciências da natureza têm ao se deparar com os livros didáticos mal formulados, com informações muitas vezes mistificadas dos cientistas entre tantos outros problemas. No caso das Ciências Humanas, em particular, da história observamos os mesmos problemas. A menção feita à história da ciência não recebe a atenção que necessitaria.

Desta forma, esse conteúdo não é adequadamente contemplado nas coleções didáticas de ciência da natureza ou das ciências humanas. E esse contato se torna engessado pela própria ciência, que se isola dentro de sua especificidade.

Os livros didáticos de história apresentam apenas uma dimensão do trabalho científico, o aspecto técnico da solução do problema. Dificilmente se apropriam ou demonstram os debates sociais, econômicos e culturais que possibilitaram a construção das teorias e pouco se aproxima do momento / contexto histórico em que se promoveram os debates.

Partindo de uma rápida análise de material didático de história⁹¹, destinado ao ensino médio, buscamos identificar as informações relacionadas à História da Ciência (desde pequenas observações que aparecem inseridas nos conteúdos abordados até boxes ou partes de capítulos exclusivamente dedicadas ao tema) nas coleções específicas para o ensino médio.

Elencamos três temas que aparecem em todas as das coleções visitadas: heliocentrismo e geocentrismo (que aparece no capítulo relativo ao do Renascimento), a discussão sobre o uso da máquina a vapor (no capítulo destinado à Revolução Industrial) e o comentário sobre a evolução e a teoria darwiniana (geralmente aparece no capítulo que discute o Imperialismo e as mudanças ocorridas no século XIX). Pudemos observar que os três

⁹¹ Fizeram parte da análise realizada para a elaboração do presente trabalho e, consequentemente da elaboração da proposta de oficina aqui descrita, as seguintes obras (todas específicas para o Ensino Médio): ARRUDA, J.J. & PILETTI, N. *Toda História*. SP: Ática, 2007.; AZEVEDO, G. & SERIACOPI, R. *História em Movimento*. SP: Ática, 2012.; COTRIM, G. *História Global*. SP: Saraiva, 2010.; LIMA, L. & PEDRO, A. *História da Civilização Ocidental*. SP: FTD, 2004.; MOCELIN, R. & CAMARGO, R. *História em debate*. SP: Editora do Brasil, 2010.; NAPOLITANO, M. & VILLAGÇA, M. *História para o Ensino Médio*, SP: Atual, 2013.; PILETTI, N. & PILETTI, C. *História e Vida*, SP: Ática, 2004; VICENTINO, C. *História Geral – Ensino Médio*. SP: Ed. Scipione, 2008.

temas aparecem em todas as coleções mas, na maioria das vezes sem muito aprofundamento⁹².

Por causa dessa situação, a proposta feita para a oficina em questão foi a de promover um encontro entre história, tecnologia e as disciplinas regulares do ensino médio para trabalhar os contextos que ensejaram a criação das teorias, invenções, instrumentos, entre outros aspectos, de forma a estimular o debate na sala de aula para se entender melhor como foi e é constituída a ciência.

A proposta de conteúdo e metodologia a serem discutidas na oficina foram as seguintes:

- Introdução à História da Ciência e Tecnologia
- História da Ciência e Tecnologia e a aproximação com Ciências da Natureza e Matemática no Ensino Médio
- O tratamento usual da História da Ciência e Tecnologia nos livros didáticos
- Material de História da Ciência e Tecnologia para um novo uso didático no Ensino Médio
- Recursos paradidáticos: revistas, filmes, teatro, museus
- Apresentação de trabalhos
- Discussão e encerramento da oficina

Os participantes da oficina puderam vivenciar a experiência de comparar o material que temos nos livros didáticos e material historiográfico específico de história da ciência. O objetivo era o de propor reflexão em sala de aula. Como forma de auxiliar ainda mais os participantes (na sua totalidade, professores de história) oferecemos, além da análise do livro didático uma bibliografia específica de história da ciência de modo que o professor pudesse lançar mão dela para uma capacitação individual e poder preparar, por conta própria, suas próprias atividades.

⁹² Das obras analisadas apenas uma delas (a saber, História para o Ensino Médio, do professor Marcos Napolitano e Mariana Villaça, citado na nota anterior) apresentou trabalho interessante e bastante aprofundado sobre os três temas pesquisados. Além de tratar dos temas com profundidade e rigor científico, inseriu os temas dentro dos contextos de mudança em que realmente ocorreram. Por exemplo, para trabalhar o tema do heliocentrismo existe um capítulo específico denominado de “Da Revolução Científica ao Iluminismo” (p. 350-362). Os autores partem das conquistas realizadas pela Revolução Científica do século XVII para estruturar o Iluminismo, usando como fio condutor o próprio desenvolvimento da ciência. Em todas as outras obras, a menção aos caminhos trilhados pela ciência, aparece como coadjuvante. A lógica da narrativa se faz a partir do desenvolvimento econômico, social e políticos.

Os participantes puderam, a partir a proposta da oficina, observar que existe a possibilidade de discutir os temas trabalhados no livro didático, através de um olhar mais crítico e, mesmo assim, ter subsídios para direcionar o trabalho para algo muito mais fundamentado. Este trabalho tem o potencial enriquecer as aulas e proporcionar discussões que encaminham para um pensamento científico adequado, livre de preconceitos, como afirma Forato, (2011, p. 10)

(...) defende-se que conhecer alguns pressupostos básicos da historiografia pode auxiliar nos usos da HFC no ensino de ciência, contribuindo para uma leitura mais crítica das versões históricas presentes no ensino de ciências.

Com o uso de material historiográfico pudemos observar que os professores de história compreenderam a necessidade da desmistificação do cientista “herói” e ainda contribuir para a formação do pensamento crítico dos alunos. Acreditamos que com uma formação baseada numa bibliografia complementar pode dar ao professor de história condições de problematizar a ciência, fazendo com que o trabalho dos professores de ciência da natureza tenha uma dimensão mais real, isto é, passe a ideia de que a ciência foi construída por gente comum. Por isso, concordamos com Forato, (2011, p. 53) quando afirma que “evitar o uso da pseudo-história, ou mesmo possuir certa fundamentação teórica para problematizá-la, representa, prioritariamente, um compromisso com a formação do aluno.”

Ainda, com o intuito de auxiliar os professores a trabalharem com noções adequadas de história da ciência, lhes foi sugerido, além da bibliografia básica, uma lista de material para auxiliar na construção da aula, contendo filmes, documentários, séries, peças de teatro e museus de ciência com material para ser utilizado como complementação das aulas no ambiente escolar ou fora dele.

Desta forma, acreditamos que o professor de História pode ser o catalizador do trabalho com história da ciência, na escola. Ele pode ser o elemento problematizador, perturbador, que consiga desestabilizar o indivíduo, fazendo com que suas estruturas internas não resistam ao paradigma estabelecido, tal como o apontado por Piaget e Garcia (2011) e Thomas Kuhn (1975), que fundamentam essa pesquisa. Defendemos que

La importancia del uso de la HC va más allá de ser reconocida por sus aportes anecdóticos y hagiográficos y se convierten en un instrumento de reconocimiento de los procesos, problemáticas y necesidades de los científicos en la construcción y validación del conocimiento. Apropiar esta manera de caracterizar la HC le permite al docente enriquecer sus propias prácticas, desde

la manera de entender, construir, organizar y validar sus pensamientos hasta diseñar propuestas de enseñanza (...). (CASTILLO; ARTEAGA, 2014, p. 311)

Resta acrescentar que esse processo pode ser realizado pelo professor de história e não deve ficar restrito ao professor de Ciências da Natureza, que muitas vezes tem certa dificuldade em utilizar a seu favor elementos da historiografia ou o trabalho com documentação historiográfica.

4.2.2 – Pesquisa sobre o uso de história da ciência em outras unidades escolares

Como última atividade realizada procuramos entrevistar alguns professores que buscam na história da ciência uma forma de trabalhar suas respectivas disciplinas. São professores de Ciência da Natureza (física, biologia e química), matemática ou de história.

Trabalhamos com professores de três escolas diferentes, todas localizadas na cidade de São Paulo, capital. As três escolas são particulares e atendem a um público de alto poder aquisitivo. Todas possuem estrutura interna diferenciada com laboratórios completos, salas de aula equipadas com conjunto multimídia (computadores, projetores e telões), laboratórios de informática com os mais diferentes recursos disponíveis. Os alunos dessas escolas possuem livre acesso a livros (bibliotecas bem organizadas fazem parte da estrutura das três instituições) e, podem usar tablets ou microcomputadores na sala de aula (em uma das escolas, todos os alunos do ensino médio recebem um tablet, em regime de comodato para usar livremente).

Todas as escolas possuem os três níveis de ensino (educação infantil, ensino fundamental e médio). Em uma delas todos os níveis funcionam no mesmo espaço, nas outras duas existem espaços separados para ensino infantil e fundamental e ensino médio.

Trabalhamos com uma pesquisa aberta e apenas com os professores que afirmaram trabalhar ou conhecer o trabalho com história da ciência em sala de aula. Pedimos que relatassem a linha de trabalho desenvolvida pela instituição, sua prática com ensino e história da ciência e, se possível, alguma experiência de inserida nesta proposta de trabalho que pudesse ser compartilhada com outro professor ou ser realizada de forma interdisciplinar.

A partir das entrevistas obtivemos os seguintes dados:

Escola 1:

Foram entrevistados os seguintes professores: um de história (2º ano), dois de biologia (1º e 2º anos) e um de química (3º ano). Todos jovens (têm até 35 anos) e homens.

Coincidentemente todos são graduados nas disciplinas em que são docentes, pela Universidade de São Paulo.

Professor - História: trabalha com história da ciência quando aborda Renascimento e Revolução Científica. Não menciona mais história da ciência ao longo de todo seu curso, embora ainda precise abordar Iluminismo e Revolução Industrial. Não faz um trabalho pedagógico com a parceria de outras disciplinas, não existe trabalho interdisciplinar proposto pela escola, apenas são realizadas algumas aulas especiais, em parceria com literatura ou filosofia. Nunca houve uma aproximação entre as matérias de Exatas ou Biológicas e as Humanidades. Todo trabalho realizado em história é planejado apenas pelo professor. A coordenação não se preocupa com a aproximação ou com a necessidade da abordagem histórica para os conteúdos de outras disciplinas, a orientação principal é para que o professor “dê a matéria” e faça constantes revisões bem como exercícios similares aos do vestibular ou Enem. Portanto o trabalho deste professor está baseado em aulas tradicionais com o auxílio de apresentações de slides (PowerPoint ou Prezi). Mesmo assim, acredita muito no trabalho realizado com análise iconográfica e quando trabalha com o renascimento costuma fazer a relação com história da ciência através da análise de obras do renascimento artístico que estejam relacionadas com o desenvolvimento da ciência. Ainda relatou que acha interessante a abordagem a partir da história da ciência, mas nunca havia imaginado uma aproximação (de efetivo trabalho em sala de aula) com as Ciências da Natureza ou Matemática.

Professor 1 – Biologia: este professor iniciou seu relato contando que gosta bastante de trabalhar com história da ciência e que, toda vez que inicia um conteúdo, o faz com a contextualização histórica daquilo que está abordando. Relatou que, desta forma, sente que os alunos se interessam mais pelo conceito e, que afirmam facilitar mais a aprendizagem. Afirmou que fez cursos de capacitação para trabalhar com o assunto e que utiliza eventualmente bibliografia específica de história da ciência. Nunca trabalhou interdisciplinarmente com Humanidades mas achou uma ideia interessante. Mencionou que seria interessante trabalhar a Evolução com o professor de história, que poderia ser uma forma mais eficiente de ensinar esse conteúdo.

Professor 2 - Biologia: professor acredita que a abordagem partir da história da ciência seja bastante eficaz para o ensino da Biologia. Procura trabalhar seus conteúdos sempre com a inclusão de algum tema pertinente à história da ciência e inclusive elabora materiais de trabalho que sempre têm início com menção de algo ligado à história da ciência. Relatou que começou a se interessar pelo trabalho com história da ciência quando iniciou o capítulo de genética (há três anos), fazendo a contextualização do período de vida de Mendel. Essa contextualização se faz a partir de um slide numa apresentação sobre o tema, com algumas informações sobre Mendel (tais como sua origem, o período em que viveu - século XIX - e que era um monge). O professor nos contou que atualmente esse é seu padrão de trabalho. Em todas as apresentações que produz, reserva o primeiro slide para a contextualização histórica. O professor ainda relatou que seria bastante interessante que se fizesse um trabalho interdisciplinar em que os professores da área de Humanidades pudessem auxiliar na contextualização.

Química - Professor: este professor não trabalha com história da ciência e nem acredita que isso auxiliaria na aprendizagem dos conceitos, embora já tenha lido sobre o assunto e conversado com amigos (também professores) que recomendaram que usasse essa “estratégia” para introduzir os conteúdos mais complicados. De qualquer forma, não compactua com a ideia dos colegas e concorda com a escola, pois para ele, no ensino médio, a escola deve privilegiar principalmente conteúdos e ele tem muito conteúdo para trabalhar, portanto não pode perder tempo com contextualizações. O professor também não acredita no trabalho interdisciplinar pois acredita que, principalmente no 3º ano do ensino médio, o professor deve apenas dar o máximo de conteúdo que puder e depois revisá-los. É isso que o vestibular “solicitará” de seus alunos. Não pretende fazer cursos de capacitação sobre o tema ou buscar qualquer tipo de trabalho integrado.

Escola 2:

Escola privada que não prioriza conteúdo. Essa escola preza a formação integral do aluno e acredita que ele deve ser preparado para a vida e não apenas para passar em um exame que o levará para a universidade. Bastante interessante a postura da instituição pois apesar de defender um desenvolvimento integral do indivíduo não integra as áreas de Humanidades e Ciências da Natureza. A entrevista foi realizada com a área de Biologia (coordenador e dois professores que atendiam a todo ensino médio). Os representantes da

área são graduados em biologia, dois deles na USP e um na UNESP. O coordenador não dá aulas, apenas organiza o trabalho da disciplina e os dois professores (faixa dos 35 anos), um homem e uma mulher.

Biologia - Professor 1: ministra aulas para os 1os anos e tem uma ligação estreita com a história da ciência. Atualmente cursa mestrado nessa área e busca estruturar todo o trabalho realizado fundamentado na história da ciência. Não há material didático adotado e sim produzido pela equipe. Acredita que no trabalho interdisciplinar fundamental para estabelecer a relação de ensino/aprendizagem, mas dentro de ciências “similares” (referindo-se às outras disciplinas que compõem as ciências da natureza – física e química – além da tentativa de trabalhar em parceria com a matemática). Não realiza trabalhos em parceria com Ciências Humanas, ficando as duas áreas do conhecimento bem separadas. Citou que o único trabalho em parceria realizado, além de ciências da natureza, é com língua portuguesa que auxilia na produção de textos específicos ou relatórios que devem ser entregues sempre no final de cada atividade. Existem algumas saídas pedagógicas realizadas anualmente, que acontecem sempre em torno do mesmo tema (nas palavras do professor, isso auxilia na melhoria das atividades) que são interligadas ao conteúdo e geralmente trabalhadas interdisciplinarmente (no contexto já mencionado anteriormente). Para esse professor estas atividades também devem estar fundamentadas na história da ciência.

Biologia - Professor 2: nunca havia trabalhado com história da ciência até ingressar nessa escola. Atualmente ele trabalha com alunos do 2º e 3º anos do ensino médio. Segundo ele, foi na instituição em que atua atualmente que aprendeu a utilizar a história da ciência. Utiliza a ferramenta como forma de contextualização a maioria dos conteúdos e atividades realizadas por ele. Sabe que essa estratégia de trabalho deve também ter a função de problematizar o conhecimento na área e procura fazer isso. Afirmou que gosta bastante de trabalhar de forma interdisciplinar (com professores da mesma área) e tem buscado cursos de formação e bibliografia específica para conseguir subsídios para realizar esse tipo de trabalho. É interessante acrescentar que nessa instituição existe uma atividade de saída de campo para estudar temas determinados e nessas ocasiões o fio condutor das atividades é realizado pela história da ciência.

Coordenador: graduado em biologia pela Universidade de São Paulo, iniciou sua carreira nessa escola dando aulas para as três séries do ensino médio e acredita que existe a necessidade do uso da história da ciência para dar sentido ao ensino de biologia. Para ele é a partir do contexto histórico que se consegue criar um ambiente de aprendizagem. Além disso, a prática de desmistificar os chamados “expoentes” da ciência também faz parte de uma formação integral de um indivíduo. Tudo isso só pode ser realizado discutindo-se as controvérsias. Ele fez questão de dizer que direciona sua equipe para esse tipo de trabalho, embora ainda não tenha conseguido uma ação inteiramente voltada para essa prática. Por outro lado, ele também faz uma crítica ao trabalho que parte da história da ciência. Ele relata que algumas vezes o professor se perde na preparação da aula e “gasta muito tempo” na contextualização. Embora ele saiba que naquela instituição os alunos tendem a alongar as discussões já que têm um grande potencial para argumentação, algumas vezes, na visão dele, esse contexto toma tempo demais, prejudicando o trabalho com o conceito a ser trabalhado em biologia. Finalizando, ele afirma que embora com alguns problemas, ainda acredita na condução da biologia através de temas da história da ciência.

Escola 3:

Nessa escola não se trabalha com história da ciência em nenhuma das disciplinas. A pesquisa foi iniciada com o coordenador pedagógico que nos afirmou não existir essa necessidade na escola. A explicação dada foi a de que o colégio prepara seus alunos para enfrentar os vestibulares para as universidades públicas e, por isso, não se poderia “perder tempo” com esse tipo de detalhe. Nos informou ainda que a carga horária de todas as matérias é ampliada (nessa instituição trabalha-se com ensino integral) e o modelo de atuação dos professores é semelhante ao dos cursinhos pré-vestibulares. Os professores de áreas diferentes praticamente não se comunicam e o corpo docente não tem noção do conteúdo completo de todas as disciplinas (o que dificultaria ainda mais qualquer tipo de trabalho interdisciplinar). Os professores, com os quais conversamos haviam se graduado na Universidade Mackenzie e na Pontifícia Universidade de São Paulo, os dois homens (na faixa dos 45 anos).

Professor 1 – Biologia: professor tem uma excelente relação com o corpo discente, e atua no 3º ano do ensino médio. Nunca usou história da ciência na sala de aula e acredita que o trabalho tradicional seja mais eficaz. Não acredita em práticas muito “alternativas”

de ensino, mas sim em aulas muito estruturadas acompanhadas de bastante exercícios para “treinar” para o vestibular. Não enxerga uma oportunidade de desenvolver um trabalho interdisciplinar para o 3º ano.

Professor 2 – Matemática: professor que trabalha com 1º ano do ensino médio e nunca desenvolveu trabalho relacionado à história da ciência. Já realizou trabalho interdisciplinar, mas nunca estruturado nessas. Não consegue imaginar a relação que poderia estabelecer entre seu trabalho (“os alunos precisam treinar muito, fazer contas...” Não daria tempo”) e história da ciência ou com outra disciplina. Afirmou que algumas raras vezes poderia usar uma informação interessante para melhorar a relação entre o que ele tem a ensinar e o aluno (“deixar a matéria mais legal, contar um fato inusitado ocorrido com algum cientista ou ligado à algo que ele esteja ensinando).

A partir desta breve amostragem pudemos observar que embora acreditando na necessidade de um trabalho relacionado à contextualização, à problematização, à desmistificação, tanto da ciência quanto do cientista, uma parcela dos professores da área de ciência da natureza não está preparado para trabalhar dentro desta perspectiva.

Concordamos, em parte, com as afirmações feitas por Forato, Guerra e Braga (2014, p. 139) quando afirmam que

As investigações desenvolvidas nas últimas décadas, nessa perspectiva, além de obedecerem aos pressupostos teórico metodológicos da pesquisa em Ensino de Ciências, apropriam-se do conhecimento produzido pela área da História da Ciência. Muitos dos que se dedicam a essas pesquisas tiveram sua formação acadêmica em História das Ciências, seja no mestrado, seja no doutorado ou em ambos, e, para trabalharem com perspectiva educacional precisaram dialogar com educadores, apropriando-se do conhecimento produzido pela pesquisa em educação. Por outro lado, aqueles que completaram sua formação acadêmica na área de Ensino ou Educação conseguem abordar esse tipo de abordagem quando se apropriam dos conhecimentos produzidos pelos historiadores da ciência. Desse modo, para que a História das Ciências seja o eixo condutor do ensino, é necessário que se trabalhe na complexa interface entre o Ensino e a História da Ciência (FORATO; GUERRA; BRAGA, 2014, p. 139)

Acreditamos que o historiador, de forma geral, teria muito a acrescentar nessa interface. O historiador, trabalhando em parceria com o cientista, pesquisador da história da ciência e o especialista em ensino e educação seriam fundamentais na construção real desta interface. É por esse caminho que nossa proposta se desenvolve.

Conversando com professores, atuantes em renomadas escolas particulares da cidade de São Paulo pudemos observar como essa realidade de interface ainda está distante

de se realizar. Levantamos algumas hipóteses sobre esta situação. Muitas delas foram mencionadas por pesquisadores, também já referidos nesta pesquisa, com as quais concordamos veementemente. Problemas como informações distorcidas que aparecem nos livros didáticos, apontado por Ferreira e Peduzzi (2014), Martins e Brito (2006), a má formação dos professores de ciência, como nos mostra Brito et al (2014); Silva e Moura (2014); Martins (2006), a forma como se aborda a história da ciência, tanto na formação dos professores como no trabalho realizado em sala de aula, como nos mostram as pesquisas de Gandolfi e Figueirôa (2014) ou de Bagdonas, Zanetic e Gurgel (2014). Tudo isso interfere na qualidade do trabalho na escola e impede que a interface com história da ciência seja realizado adequadamente.

Se a interação entre ensino e história da ciência não é realizada (ou realizada “pela metade”) não haverá a aprendizagem ou o desenvolvimento do pensamento científico. As estruturas cognitivas não mudarão (PIAGET, 1983; PIAGET; GARCIA, 2011).

A proposta que se defende, nesta pesquisa é a de que se faça a interação da história propriamente dita com as ciências da natureza para que se possa realizar as relações e interações com o ensino de forma mais ampla e completa. O que sugerimos não é a substituição do trabalho realizado pelos professores das ciências da natureza, no âmbito da história das ciências e sim uma parceria, realmente interdisciplinar. Poderíamos dizer que seria transdisciplinar na medida que se defende a construção de novas estruturas⁹³. Desta forma, concordamos com Gavroglu (2007, p. 252) quando afirma que

É impossível fazer História das Ciências, se não compreendermos as intenções daqueles daqueles que redigiram as fontes, se não compreendermos os modos como as pessoas do passado formaram estratégias de soluções de problemas, de formulação de teorias, de validação de esquemas teóricos ou de consagração de técnicas experimentais. (...)

A distinção entre fontes primárias e secundárias, bem como a distinção entre a abordagem das fontes enquanto textos onde está impressa uma determinada espaciotemporalidade histórica e a abordagem das fontes enquanto textos cujo sentido é independente da sua localização temporal e espacial são, creio eu, duas *distinções interligadas* absolutamente fundamentais para o exercício da História da Ciência.

Essas características são facilmente analisadas e discutidas pelo historiador, sendo plenamente viável que possa ser introduzido, em sala de aula, pelos professor de história.

⁹³ Para Piaget e Garcia (2011, p. 51) o processo de construção das estruturas mentais passaria pelas três fases, intra, inter e trans. “processo que nos parece de natureza completamente geral: é o que conduz do *intraobjetal*, ou análise dos objetos ao *interobjetal*, ou estudo das relações ou transformações, e daí ao *transobjetal*, ou construção de estruturas”.

Por outro lado, acredito que essa abordagem historiográfica, relacionada com a história da ciência dá, ao estudo / ensino da história uma visão mais vinculada com a realidade. A abordagem sai do âmbito apenas político para se apoiar na vertente do desenvolvimento, das controvérsias da ciência, o que enriqueceria bastante o próprio ensino da história.

Ainda temos um ponto que nos seduz na utilização das parcerias entre humanidades e ciências da natureza, que é a questão da não fragmentação do ensino. Aproximando disciplinas, que no imaginário escolar (de alunos, mas também de um grande número de professores) estão absolutamente separadas, conseguimos introduzir uma visão mais global do conhecimento.

Passaremos agora para as considerações finais dessa pesquisa, de forma a confirmar as hipóteses levantadas, no início deste trabalho de maneira crítica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS:

Ao concluir este trabalho de pesquisa, retomo as ideias que foram responsáveis pela sua realização. A motivação inicial foi a de ajudar meus alunos a se interessarem pela aventura de aprender, melhor ainda, de se deixarem levar pela curiosidade e ir em busca do conhecimento. Sem me preocupar, inicialmente, com a faixa etária ou com o momento particular pelo qual cada um deles estava passando, meu objetivo sempre foi o de ensiná-los a ter o mesmo prazer que eu sinto até hoje, em aprender. Acho sensacional o momento em que as coisas começam a fazer sentido, e tudo parece se encaixar. Aí você não consegue parar mais. Isso é o que me faz, ainda hoje, continuar estudando. E isso é o que eu queria ensinar, além da história.

Continuo acreditando que pode ser feito e um caminho seguro para sua realização é o da história da ciência. Foram alguns anos de dedicação, pesquisas, leituras e experimentações para chegar a essas conclusões. Algumas das hipóteses levantadas foram comprovadas outras ficaram sem resposta. Esses pontos, indefinidos podem ser retomados, podem ser considerados como novas bases para outras pesquisas que poderão ser complementares a essa ou servir como ponto de partida para outras tantas investigações.

Uma certeza nós conseguimos, a relação entre Ciências da Natureza, Matemática e Humanidades, na escola, precisa se tornar real e estar bastante próximas. O que reforça minha certeza, são os resultados obtidos e descritos anteriormente e a continuidade dessas experiências em minhas próprias salas de aula.

No princípio deste trabalho, minha atuação de tantos anos no ensino médio, fez desse nível de ensino o lugar escolhido para a realização dos estudos de campo, das experimentações, das trocas de experiência entre professores, engajados ou não no ofício de ensinar. No decorrer do trabalho consegui enxergar e comprovar que minha ideia estava correta. Nossos jovens precisam da contextualização, desmitificação e do estabelecimento de um vínculo real com a ciência, sem desvinculá-la de sua vocação histórica. Mas hoje, após voltar a trabalhar no nível fundamental, encontro e acredito no trabalho com história da Ciência um viés de atuação que não fragmente tanto o conhecimento, no encontro de alguns lugares entre as disciplinas, um fio condutor que pode reunir aquilo que foi dividido para a escola fazer sentido para o estudante. Mantenho assim minha convicção de que a história da ciência é um dos caminhos para buscar a integridade do conhecimento, trazendo sentido para o conhecimento que cada vez fica mais distante do aluno.

Por isso, defendo que a história, no currículo do ensino básico, pode ser este fio condutor que faça a ligação entre universos tão separados. Continuo acreditando que essa seria a maneira mais lógica de abordar temas diferenciados. Tal como Piaget e Garcia (2011, p. 23) defendendo que “(...) é natural que um conhecimento não possa estar dissociado de seu contexto histórico, e que, por consequência, a história de uma noção forneça alguma indicação sobre o seu significado epistêmico”.

Aqui retomamos a querela entre Piaget e Kuhn, na visão de Martins (2006, p. 12),

Tanto para o docente quanto para o educando, o conhecimento da história da ciência pode ser muito útil, para essa transformação conceitual. O processo pelo qual o aluno precisa passar é semelhante ao processo de desenvolvimento histórico da própria ciência. As suas resistências são semelhantes às dos próprios cientistas do passado; e mesmo as suas ideias, por mais ‘absurdas’ que pareçam podem ser semelhantes às que foram aceitas em outros tempos por pessoas que nada tinham de tolas. Embora não haja um paralelo completo entre esses ‘conceitos prévios’ e as concepções científicas antigas, as semelhanças acima indicadas são suficientemente fortes para tornar o conhecimento da história da ciência um importante aliado nesse trabalho. Examinando exemplos históricos com o do distanciamento emocional que isso permite, o estudante pode se preparar para aceitar que um processo semelhante ocorra com suas próprias ideias. Pode perceber que, na história, sempre houve discussões e alternativas, que algumas pessoas já tiveram ideias semelhantes às que ele próprio tem, mas que essas ideias foram substituídas por outras mais adequadas e mais coerentes com um conjunto de outros conhecimentos.

Nesse aspecto, após ter realizado as atividades para esse trabalho, acreditamos que as ideias discutidas por Piaget e Garcia (2011, p. 359) me parecem bem interessante e é nela que julgamos estar a chave para a conhecermos a origem do desenvolvimento do indivíduo,

(...) a existência de uma continuidade funcional entre o sujeito ‘natural’ pré-científico e o sujeito científico (que além de seu trabalho científico e técnico, permanece ‘natural’ enquanto não defender uma epistemologia filosófica particular). Se tal continuidade funcional existe, podemos concluir, generalizando as suas duas características que reconhecemos a qualquer conhecimento no terreno das ciências: uma inconsciência do seu próprio mecanismo e uma evolução contínua na sua construção. De fato, na medida em que a análise epistemológica do pensamento científico deve recuar ao princípio constituído pelas elaborações cognitivas específicas para os níveis não científicos, estaremos recursivamente em presença de estruturas sempre mais inconscientes e dependentes de sua própria história anterior. Essas duas constatações acarretam uma consequência fundamental para uma epistemologia que se define objetiva e não especulativa: fonte de todo conhecimento deve ser procurada de etapa em etapa até os níveis das ações. (...) Falamos de uma ‘evolução contínua na sua construção’. Entretanto, essa evolução não implica uma continuidade no sentido matemático do termo (função contínua ou curva contínua). Repetimos mais uma vez que se trata de uma evolução com cortes e saltos, desequilíbrios e equilibrações”.

Portanto, existe um momento de revolução no ato da compreensão, podemos defini-lo como o momento da mudança de paradigma, mas o indivíduo precisa usar seu repertório anterior para superar os obstáculos e vai fazendo isso numa “construção contínua”. E, mesmo depois do obstáculo superado, precisa do que viveu, se alimenta das superações para continuar seu desenvolvimento.

Para Kuhn, a comunidade científica sai de um período de ciência comum passando para um período de ciência revolucionária quando um paradigma precisa ser superado. Mas é interessante notar que a comunidade científica, até que a superação seja necessária, precisa do paradigma, a ciência preserva o paradigma que, ao ser superado rompe com o anterior e não precisa levar, necessariamente, tudo o que foi construído até aquele momento.

Kuhn, por sua vez, não aceita que haja continuidade na evolução científica, nem que existam mecanismos definidos que permitam substituir um paradigma por outro. Kuhn limita-se a *verificar* uma conjuntura quando um paradigma é desalojado historicamente por outro, sem que haja normas cuja aplicação poderia esclarecer como se produz um determinado fato. Por outro lado, sua concepção de paradigma não permite estabelecer critérios de comparação entre eles afim de estabelecer a superioridade de um em relação ao outro. É aqui que encontramos o caráter incomensurável (“*incommensurability*”) que Kuhn atribui aos paradigmas, tal como ele os definiu (PIAGET; GARCIA, 2011, p. 351).

Dessa forma, acreditamos que o sentido que se dá à qualquer objeto, no âmbito de sua relação com outros objetos depende basicamente do do jeito com o qual a sociedade muda as relações entre sujeito e objeto. Mas, o modo como o sentido é acolhido depende do mecanismo cognitivo do próprio sujeito e não do que o seu grupo social pode lhe dar.

No mundo contemporâneo, para nossa sociedade o conhecimento científico tem valor extremo. Essa realidade pode ser observada tanto no desenvolvimento da tecnologia que se aplica aos mais diferentes usos e espaços bem como objeto de pesquisa e de ensino. Portanto estamos tratando de um tema essencial no desenvolvimento da educação quando propomos o estreitamento das duas realidades.

A demasiada fragmentação do conhecimento como ele é tratado na escola continua sendo um problema. Sabemos que a fragmentação surge como uma forma de aprofundar o estudo das diferentes ciências, mas como consequência, isso leva a uma visão de ciência também fragmentada, muitas vezes, fruto de um grupo de heróis privilegiados, aqueles que descobriram os segredos dos fenômenos naturais e, construíram os conceitos. Essa é a visão de ciência que a escola passa aos estudantes. Conceitos e leis da ciência são tratados

com demasiado dogmatismo, quase que proibindo a argumentação, ao questionamento ou à dúvida.

Acreditar que a história da ciência pode ser trabalhada nas aulas de História e em conjunto com professores de outras disciplinas, daquelas que se valem das teorias e das ideias estabelecidas por conjuntos de pesquisadores e estudiosos, esse foi meu mote ao iniciar minhas buscas pela melhoria no processo de ensino e aprendizagem.

Tal como nos mostra Dias (2001, p.227),

(...) A História da descoberta de um conceito mostra não somente como o conceito foi criado, mas, sobretudo, seu porquê; a História mostra as questões para cujas soluções o conceito foi introduzido, revela o quê o conceito faz na teoria, sua função e seu significado. A História revive os elementos do pensar de uma época, revelando, pois, os ingredientes com que o pensamento poderia ter contado na época em que determinada conquista foi feita. Ela desvenda a lógica da construção conceitual; nesse esforço, ela revela, também, os “buracos lógicos” que o conceito preenche, revivendo o próprio ato intelectual da criação científica.

Na busca desta interação, implementei algumas ações em aulas de história que pudessem me orientar na tentativa de unir Humanidades e Ciências da Natureza com o objetivo de auxiliar na não fragmentação do conteúdo trabalhado ao longo de todo ensino médio. Concordamos com Goulart (2005, p. 1) quando menciona a importância do entendimento histórico e historiográfico para demonstrar a possibilidade de

(...) alguns aspectos comuns entre a atividade do cientista e o processo de aprendizagem de ciências, como por exemplo a atitude de busca constante de respostas para questões levantadas sobre a organização da Natureza, o desenvolvimento do raciocínio lógico, e o papel do erro conceitual para a aprendizagem.

Continuo a defender a história como disciplina essencial para o desenvolvimento do pensamento crítico e da compreensão mais holística do mundo. Mas o conhecimento não se constrói de forma singular, ele é plural e, por isso, observamos que a história da ciência pode ser o canal da intersecção, que pode funcionar

(...) como elemento desafiador, motivador, mediador, articulador e integrador no processo de construção de conhecimento científico pelo aluno. A evolução do pensamento científico, assim como a evolução de teorias científicas, está intimamente ligada à evolução das ideias filosóficas, sociais, políticas, religiosas, enfim, está estreitamente ligada à própria cultura na qual ele foi gerado (GOULART, 2005, p. 1).

E a integração pode se completar na medida em que a compreensão das ideias filosóficas, inseridas na história se encontrem com as ideias científicas, se misturem com a linguagem matemática, se transformando num único produto.

Por isso, concordamos, em parte, com Hellman (1999, p. 14) quando afirma que

Parte do problema está em como a ciência é ensinada – a saber, como uma espécie de marcha grandiosa. Quase todos os manuais científicos apresentam o material como uma sequência lógica de capítulos. Qual uma locomotiva, o texto vai abrindo caminho através da ciência a ser apresentada, sem jamais se desviar de seu trajeto para mostrar quão trabalhoso foi levar as ideias a seu pleno amadurecimento.

Os fatos, afinal, e mesmo as teorias, são apenas história. É o *processo* que é a ciência viva, é o que torna a atividade excitante para os que a praticam.

A visão que a sociedade tem da ciência e da forma como ela é produzida está relacionada com a forma com que ela é ensinada na escola. É uma preocupação adequada, já que, ao longo dessa pesquisa mencionamos vários pesquisadores que se voltaram para essa temática, tais como Saito (2010), Roque (2014), Bagdonas, Zanetic e Gurgel (2014), entre tantos outros com os quais nos deparamos e analisamos para produção deste trabalho. Todos são unânimes em afirmar que a formação do professor (de ciência) é muito importante para a qualidade do ensino que se espera, principalmente no que diz respeito ao ensino de história da ciência. Isso é, praticamente um consenso entre os estudiosos da educação, das ciências da natureza, das humanidades ou no âmbito da história da ciência.

(...) disciplinas com o viés histórico e filosófico estão cada vez mais presentes nos cursos de formação de professores, sejam elas história da ciência, evolução dos conceitos ou epistemologia. (...)

No entanto, pesquisas recentes apontam que ainda há lacunas em relação ao ensino de história da ciência nos cursos de formação e a utilização de conteúdos históricos na prática docente (MOURA e SILVA, 2014, p. 337).

Outro ponto relevante a ser destacado é o da produção dos livros didáticos. É fato que a escola utiliza livros didáticos para o desenvolvimento de programas de diferentes disciplinas. Destacamos também que muitos professores, usam essa bibliografia como a única fonte de formação e informação. Sabemos ainda que a qualidade desse material é bastante questionada, como avaliaram Ferreira e Peduzzi (2014) e Gilge e Prestes (2014), levando em conta o material aprovado pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). Essa é uma questão muito séria, vejamos o que dizem Gilge e Prestes (2014, p. 333) ao analisar material didático de biologia,

Erros e imprecisões nas datações obviamente podem ser considerados problemas menores, que não interferem decisivamente no processo de ensino-aprendizagem. Porém, o fato de erros menores não serem detectados pelos avaliadores ou pelos editores dessas obras didáticas permite inferir que, circunstancialmente, erros mais importantes também não o sejam. Essa é uma questão relevante, pois descrições imprecisas de eventos históricos podem interferir na compreensão do processo de construção do conhecimento científico por parte dos estudantes.

Além do material conter erros prejudiciais no que concerne à formação científica de nossos alunos ainda existe um ponto talvez mais complicado, o papel do avaliador. O que se afirma é que os avaliadores institucionais (do ministério da educação ou das editoras) não são competentes para avaliar o conteúdo relacionado à história da ciência. Dessa forma, comprometemos ainda mais a formação do professor, já que existe uma parte considerável desses docentes que não participam de formações após sua saída da universidade, apoiando-se integralmente no livro didático.

Concordamos, também com Hellman quando registra que existe uma parcela da população que cresceu acreditando na evolução cronológica da ciência bem como na neutralidade do cientista e da ciência. Concordamos ainda com o fato da necessidade de mudança dessa realidade e só com a análise das controvérsias existentes na ciência é que a situação poderá mudar. Mas existe um outro ponto, dentro da reflexão de Hellman com o qual não concordamos: fatos e teorias não são apenas história. Acredito, que após toda essa pesquisa, pudemos comprovar que a história é composta pelos fatos e as teorias e por todo processo científico resultante dessa, tal qual nos mostra Ghiraldelli Jr, (2000, p. 79), “somos herdeiros da história das concepções de objetivos e direções próprios da educação que a história permanece ativamente introjetada e expressa em nossas crenças e práticas”. Portanto a história é sim um elemento fundamental para a produção do saber acadêmico, pode ser a contextualização do momento de ruptura de paradigmas (KUHN, 1975), o que o torna essencial para o saber científico ou matemático.

Voltemos ao tema da importância do trabalho com história da ciência e com a formação do professor. Constatamos, ao longo de nossas pesquisas, que esse é o ponto essencial e mais complicado a ser analisado. Sabemos da importância que vem sendo dada ao tema pois cresceram as pesquisas, as revistas especializadas, cursos de formação e cursos dentro dos programas de graduação e pós-graduação dos cursos de Ciências da Natureza e de Matemática.

Consideramos a omissão e a simplificação dos processos históricos que concorreram para a constituição de determinado ramo da ciência como abordagens que contribuem para a falta de interesse dos alunos em relação às questões referentes à essência dos trabalhos desenvolvidos em ciência. Por isso, as formas de se abordar a História da Ciência no contexto escolar devem merecer especial atenção na elaboração e revisão dos currículos dos cursos de formação de professores nas universidades brasileiras (SCHMIEDECKE; PORTO, 2014, p. 239)

Podemos acrescentar um elemento importante que poderia ser utilizado como recurso para que se pudesse desenvolver um bom trabalho com história da ciência, a formação do professor de história, no âmbito da história da ciência.

Nos últimos anos, estamos vivendo no Brasil um processo de revisão, de críticas, de ampliação e reconhecimento de múltiplos lugares, tempos, processos e sujeitos, saberes e práticas formativas, modos de ensinar e aprender a ensinar, novas metodologias de formar-se de tornar-se professor de história”. (ZAMBONI; FONSECA, 2008, p. 8)

Neste ponto nós defendemos que podemos fazer diferente. Acreditamos na união das duas áreas. O professor de história pode também ser formado para atuar e trabalhar com história da ciência. O trabalho com os alunos em sala de aula nos mostraram que existe a demanda e, se o processo for bem organizado, estruturado só trará benefícios para o estudante.

Analisando as atividades propostas para essa pesquisa, observamos, na sua quase totalidade, não houve trabalho em conjunto. Os professores de Ciências da Natureza e Matemática pouco acreditavam na proposta. Destacamos aqui a atividade C, em que os alunos estudaram os avanços científicos que ocorreram no período da I Guerra Mundial, apenas ao longo da atividade a professora de química enxergou o benefício do trabalho em parceria e passou a participar dele, de forma tímida, porém quando constatou que os alunos estavam curiosos para saber a composição química de armas ou de medicamentos, utilizou a história como fundamento, o que fez com que os estudantes se “vinculassem” ao conteúdo. Trabalhando de forma significativa⁹⁴, os conteúdos de química passaram a fazer sentido. O uso de armas químicas ou a produção de remédio realmente existem e a química faz parte da vida e da morte. As ligações químicas, que aparecem em exercícios nas provas

⁹⁴ Atividade significativa pode ser caracterizada pela relação entre o conhecimento prévio de um indivíduo e os conhecimentos novos. Essa ação é não literal e não arbitrária. No desenvolvimento desse processo os conhecimentos novos ganham significados e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou uma estabilidade cognitiva. Essa ideia está baseada na obra de David Ausubel (1918-2008), psicólogo, graduado e doutorado na Universidade de Columbia, onde foi professor no Teacher's College. Dedicou sua vida acadêmica ao desenvolvimento de uma visão cognitiva à Psicologia Educacional.

ou nos cadernos, renascem sob o olhar do estudante porque ele compreende o contexto em que foram criados e buscam mais subsídios para compreender o processo inteiro (a vida, na história e a vida, na química). Outro exemplo que pode ilustrar a validade de nossas hipóteses iniciais foi o do estudo da evolução, a atividade D, a aula sobre Evolução, realizada junto com biologia. Ao mesmo tempo que os estudantes trabalharam com o contexto histórico do final do século XIX, em que a política imperialista europeia determinava acontecimentos tão radicais, a ciência também estava se modificando, se desenvolvendo. A percepção dos alunos, naquela atividade, de que as mudanças ocorridas no contexto influenciariam todo o pensamento e a produção científica. Encontramos as palavras de Brito et al⁹⁵ (2014, p. 227), a materialização de nossas expectativas:

Discutir, em sala de aula a Ciência como resultado de um processo de construção humana humano, pode levar o estudante a uma compreensão mais ampla acerca da superação de uma teoria e a acomodação da outra. O caso das teorias apresentadas para a natureza da luz demonstra que nem sempre o processo de superação de uma teoria, tem relação direta com os argumentos científicos apresentados pela mesma, como é possível observar através da dificuldade encontrada para a consolidação de uma teoria ondulatória enquanto a imagem científica de Newton ainda possuía grande influência. Levar o aluno a refletir acerca deste processo fará com que ele compreenda as mudanças de paradigma que ocorreram também na ciência atual.

Mais do que apenas expectativas, comprovamos essas hipóteses ao desenvolver a série de trabalhos apresentados nesta tese. Acreditamos que o conhecimento se constrói (Piaget e Garcia, 2011) e a análise dessa situação nos conduz, de uma forma ou de outra, à interação entre instrumentos e mecanismos semelhante, não somente nas relações entre sujeitos e objetos, mas principalmente na forma como o nível anterior condiciona a formação do seguinte, o que significa, colocar os mesmos problemas gerais, comuns a qualquer desenvolvimento. Isso ratifica a ideia dessas questões serem trabalhadas juntamente pelas disciplinas curriculares que lidam com as ciências da natureza ou as ciências exatas juntamente com a história.

Resta agora, defender a hipótese de que os professores de história podem fazer esse papel. Mais do que trabalhar com história da ciência, ele pode fazer isso aliado ao conteúdo que deve ministrar, segundo o currículo proposto por sua escola.

⁹⁵ A pesquisa citada trata da importância do trabalho desenvolvido com história e filosofia da ciência no ensino. Em particular, o tema trabalhado na pesquisa é o debate existente em torno do conceito de tempo, do conceito de energia e da natureza da luz como forma de discutir o desenvolvimento da física como um conhecimento historicamente construído.

É interessante colocar não encontramos menção de qualquer tipo de trabalho com história da ciência nos documentos oficiais de normatização do ensino de humanidades. Esse tipo de abordagem apenas aparece nos Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências da Natureza (p. 217),

Compreender as ciências como construções humanas, entendendo como elas se desenvolveram por acumulação, continuidade ou rupturas de paradigmas, relacionando desenvolvimento científico com a transformação da sociedade. (...) Entender a relação entre desenvolvimento de ciências naturais e o desenvolvimento tecnológico e associar as diferentes tecnologias aos problemas que se propuser e se propõe solucionar (BRASIL, 1998)

Nas Orientações Curriculares para o ensino médio, documento publicado pelo Ministério de Educação e Cultura, em 2006, nas discriminações das atividades a serem estruturadas pela disciplina de física⁹⁶, aparece, literalmente a importância dada ao trabalho a ser realizado com história da ciência:

O uso da história da ciência para enriquecer o ensino de Física e tornar mais interessante seu aprendizado, aproximando os aspectos científicos dos acontecimentos históricos, possibilita a visão da ciência como uma construção humana. Esse enfoque está em consonância com o desenvolvimento da competência geral de contextualização sociocultural, pois permite, por exemplo, compreender a construção do conhecimento físico como um processo histórico, em estreita relação com as condições sociais, políticas e econômicas de uma determinada época. Pode-se pensar também na importância de se compreender o desenvolvimento histórico da tecnologia nos mais diversos campos e suas consequências para o cotidiano e as relações sociais de cada época, identificando como seus avanços foram modificando as condições de vida e criando novas necessidades, como no caso da evolução dos meios de comunicação, a partir da compreensão das características das ondas eletromagnéticas, do telégrafo ao celular via satélite. Já a filosofia da ciência tem maior importância, para o professor, na construção de sua concepção de ciência, com reflexos na hora de abordá-la em sala de aula. Para fechar este breve diálogo, vale lembrar que outros fatores não menos importantes estão em jogo para que a escola se modernize, com estrutura física adequada, materiais didáticos de qualidade para professores e alunos, programas curriculares compatíveis com a carga horária atual, entre outros aspectos. (BRASIL MEC, 2006 p. 64)

Na proposta da Base Nacional Comum Curricular – BNCC, apenas na área de Ciência da Natureza é que se menciona a importância do trabalho contextualizado e da história nesse contexto,

⁹⁶ É importante enfatizarmos que a menção existe apenas nas referências dos trabalhos a serem realizados na área de física. Em nenhum momento observamos essa preocupação (nem mesmo a menção de qualquer tipo de trabalho) no que se refere à orientações para o trabalho com ciências humanas.

O ensino das Ciências, como parte de um processo contínuo de contextualização histórica, social e cultural, dá sentido aos conhecimentos para que os/as estudantes compreendam, expliquem e intervenham no mundo em que vivem, estabelecendo relações entre os conhecimentos científicos e a sociedade, reconhecendo fatores que podem influenciar as transformações de uma dada realidade (BRASIL, 1998, p. 137)

Na continuidade da elaboração desse documento, observamos uma preocupação em definir que essa área deve se estruturar sob quatro eixos de formação e um deles trata especificamente da importância do trabalho com história da ciência,

Contextualização social, cultural e histórica das Ciências da Natureza: nesse eixo, são tratadas relações entre conhecimentos, contextos de vivência e o desenvolvimento histórico da ciência e da tecnologia, possibilitando a compreensão da ciência como um empreendimento humano, social e em processos históricos. Discute o papel dos conhecimentos científicos e tecnológicos na organização social e na formação cultural, ou seja, nas relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Assim, a contextualização dos conhecimentos das Ciências da Natureza supera a simples exemplificação de conceitos em fatos e situações cotidianas, demandando compreensão da realidade social e a possibilidade de ações sobre tal realidade. São enfocados os âmbitos da vida pessoal, do mundo do trabalho, desde a vida diária até a participação democrática em decisões políticas sobre consumo de energia, ambiente, entre outros. Na mesma direção, uma contextualização histórica não se ocupa da menção de nomes de cientistas e datas, mas de revelar conhecimentos como construções socialmente produzidas, influenciando e sendo influenciadas por condições políticas, econômicas, sociais, de cada época”. (BRASIL, 1998, p. 139)

Desta forma, observamos a importância que vem sendo atribuída ao trabalho realizado com história da ciência no âmbito da educação básica. Percebemos que a importância tem ido mais além da mera repetição de nomes e datas, buscando na contextualização a humanização (no sentido exato da palavra), mostrando que o cientista é humano processo de produção da ciência está baseado nessa figura, portanto a ciência é obra de um processo humano.

O que, após a produção desse trabalho, nos causa estranheza é não encontrar o mesmo tipo de preocupação nas diretrizes estabelecidas para o trabalho com ciências humanas. A história poderia estar na base de todo esse trabalho. O cientista, das ciências humanas poderia aparecer como mediador entre a história e as ciências da natureza, fazer a ligação entre os dois universos e buscar a construção da ideia de uma comunidade científica que luta para produzir e se sentir parte de seu meio.

No dia 22 de setembro de 2016, ano foi publicada, pelo Governo Federal, a medida provisória, número 746, que altera a estrutura do ensino médio. Nesse documento está previsto, no artigo 36 o seguinte:

Art. 36. O currículo do Ensino Médio será composto pela Base Nacional Comum Curricular e por itinerários formativos específicos, a serem definidos pelos sistemas de ensino, com ênfase nas seguintes áreas de conhecimento ou de atuação profissional: I - linguagens; II - matemática; III - ciências da natureza; IV - ciências humanas; e V - formação técnica e profissional. § 1º Os sistemas de ensino poderão compor os seus currículos com base em mais de uma área prevista nos incisos I a V do caput. § 3º A organização das áreas de que trata o caput e das respectivas competências, habilidades e expectativas de aprendizagem, definidas na Base Nacional Comum Curricular, será feita de acordo com critérios estabelecidos em cada sistema de ensino. § 5º Os currículos do Ensino Médio deverão considerar a formação integral do aluno, de maneira a adotar um trabalho voltado para a construção de seu projeto de vida e para a sua formação nos aspectos cognitivos e socioemocionais, conforme diretrizes definidas pelo Ministério da Educação (Diário Oficial, 23 de setembro de 2016, Edição Extra).

Levando em consideração a mudança proposta, com a possibilidade de os sistemas de ensino estabelecerem itinerários próprios, a história da ciência possa encontrar local de destaque. Podemos sugerir que nesse ponto a mudança curricular se realize, fazendo a conexão das áreas, indo de encontro à nossa proposta inicial. Enxergamos nessa posição, uma oportunidade de organização curricular inovadora em que a disciplina de história faça a contextualização e aproxime o estudante da realidade da produção científica e as disciplinas relacionadas à ciência da natureza e à matemática possam caminhar paralelamente ao trabalho realizado pela história. A referência é estabelecida pela história da ciência. Na medida provisória está claro que a organização das áreas deve seguir o que consta na Base Nacional Comum Curricular, no que diz respeito às habilidades e competências, mas considerando que esses currículos devem prezar pela formação integral do indivíduo, de forma que possa favorecer seu projeto de vida. Portanto o trabalho realizado pela história da ciência me parece muito interessante. Além disso, pode-se buscar a formação integral de nossos alunos.

Ao longo de nossa pesquisa obtivemos a certeza de que colocar em prática a ideia de uma reorganização curricular não é tão simples, embora nos pareça a melhor solução para que nossos alunos realmente consigam aprender, efetivamente e sem os mitos que são alimentados até hoje, em relação às ciências da natureza. Encontramos muitas dificuldades para tentar colocar em prática, mesmo de modo experimental, nossa proposta. Vejamos alguns dos pontos em que obstáculos foram bastante expressivos: a) formação dos

professores de ciências da natureza e matemática, tema que já comentamos; b) resistência na contratação de historiadores para fazer a formação de história da ciência nas faculdades de ciência, ponto muito delicado e importante, mas que também já foi discutido; c) falta de conhecimento específico de ciências da natureza ou matemática na formação de historiadores para que possam dedicar-se à história da ciência. Por outro lado, o que é muito preocupante, numa proposta como essa, é a má formação do historiador no âmbito da própria ciência⁹⁷; d) certo distanciamento entre o que se pesquisa na universidade e a prática estabelecida na sala de aula, nos cursos de ensino médio (no que se refere à história da ciência); e) ainda a manutenção das chamadas “duas culturas”, na escola regular, ou seja, um núcleo formado por disciplinas “duras” (Ciências da Natureza e Matemática) e outro por disciplinas “mais suaves” (Humanidades), em que um grupo subjuga o outro. Podemos acrescentar que esse movimento, de “duas culturas” é um dos fatores que faz com que cientistas da natureza e matemáticos julguem que podem fazer o trabalho do historiador. Algumas vezes conseguem, e o fazem muito bem, mas outras vezes, não, reafirmando o pensamento mítico em que cientistas diferenciados produzem uma ciência num nível muito superior àquele que um homem comum não consegue.

Embora nossa pesquisa não se propusesse a analisar todos os níveis de ensino, limitando-se a pesquisar o ensino médio, observamos que a mesma preocupação se estende ao nível fundamental do ensino básico. A mesma proposta de trabalho contextualizado pode ser inserida em dois níveis importantes, o ensino fundamental I, curso que integra alunos de 1º ao 5º ano e, posteriormente, ao ensino fundamental II, que reúne alunos de 6º ao 9º ano. Enxergo necessidade de pesquisa e de novas propostas e abordagens curriculares nesses níveis e acredito que, se desde o início da vida escolar o estudante compreender a história como uma construção coletiva e social, na qual a ciência é parte essencial, ele conseguirá enxergar a própria ciência como resultado dessa construção.

Outro aspecto a ser explorado de forma mais incisiva, numa pesquisa posterior, é uma análise mais aprofundada sobre as disciplinas de história da ciência nos cursos de graduação, das disciplinas ligadas à Ciência da Natureza e Matemática bem como nas graduações em história, intensificando pesquisa e comparação de trabalhos.

⁹⁷ Geralmente o estudante que escolhe seguir carreira na área de humanidades não consegue compreender muito bem, ou que não gosta das disciplinas ligadas às ciências da natureza ou da própria matemática. Esses alunos se encaminham para cursos ligados à área das humanidades. Nos cursos de graduação em história, poucas são as escolas que têm cursos de história da ciência, para oferecer aos estudantes, o que torna deficitária sua formação.

Ainda, como forma de sugestão, acreditamos que os materiais didáticos devam ser melhor elaborados. Acreditamos que existe a necessidade de se produzir a material específico de história da ciência, de forma que possa ser utilizado pelos professores de história e pelos professores de Ciência da Natureza e Matemática. O que propomos não é uma reformulação dos livros que estão no mercado, e sim uma produção totalmente voltada para essa necessidade. Apontamos como aspecto positivo a necessidade da parceria entre os professores no momento da produção do material de tal forma que seja transdisciplinar (PIAGET; GARCIA, 2011).

Fechamos essa análise afirmando também a necessidade da organização de grupos de formação para história da ciência, grupos de estudo interdisciplinares para a implementação novos cursos de formação para a preparação de professores para o ensino básico. Apontamos ainda que essa seria uma das formas de trazer para a escola básica as pesquisas e estudos realizados na universidade. Deixamos como sugestão para um próximo estudo fazer a análise do aproveitamento de grupos com esse formato para analisar sua importância como grupo formador de opinião na formação de professores.

Encerramos esse trabalho com uma reflexão sobre a própria história da ciência que se mostra como elemento desafiador, motivador, mediador, articulador e integrador no processo de construção de conhecimento científico de nossos estudantes. A evolução do pensamento científico, assim como a evolução de teorias científicas, está intimamente ligada à evolução das ideias filosóficas, sociais, políticas, religiosas, enfim, está estreitamente ligada à própria cultura na qual ele foi gerado. Portanto é essencial que o trabalho com história da ciência cresça e possa gerar uma nova concepção de ciência, de história e da própria construção do pensamento.

Referências Bibliográficas:

ALVES, G. L. *O Pensamento Burguês e o plano de estudos no seminário de Olinda (1800-1836)*. 1991. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de Campinas, Campinas, 1991

ALVIANO JR. W. Educação Anarquista no Brasil: contexto histórico-social. *Contexto e Educação*, v. 26, n. 86 p. 163-181, jul/dez 2011.

ALVIM, H. A.; ZANOTELLO, M. História das ciências e educação científica em uma perspectiva discursiva: contribuições para a formação cidadã e reflexiva. *Revista Brasileira de História da Ciência*. RJ, v. 7, n. 2, p. 349-359, jul/dez, 2014.

ANGOTTI, J. A. P.; AUTH, M. A. Ciência e Tecnologia: implicações sociais e o papel da Educação. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 1, p. 15-27, 2001.

AQUINO, G. T. M. *Progresso, Tecnologia e Engenharia: um olhar sobre a Faculdade de Engenharia Industrial e a Igreja Católica na construção do Grande ABC (1946-2000)*. Dissertação (Mestrado em História Social), FFLCH-USP, 2010.

AULER, D. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. *Ciência & Ensino*, vol. 1, Número Especial: “Educação em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente”, 2007.

AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. *Ciência & Educação*, vol.7, n.1, p.1-13, 2001.

BAGDONAS, A.; ZANETIC, J.; GURGEL, I. Controvérsias sobre a natureza da ciência como enfoque curricular para o ensino de física: o ensino da história da cosmologia por meio de um jogo didático. *Revista Brasileira de História da Ciência*. vol. 7, n. 21, p. 242-260, 2014.

BARRETO, Márcio. *Física – Newton para o Ensino Médio*. Campinas: Ed. Papyrus, 2010.

BARTELMEBS, C.B. *Psicogênese e História da Ciência: elementos para uma epistemologia construtivista*. Revista Ensaio, Belo Horizonte, v.16, n. 02, p. 147-165, maio-ago de 2014.

BAMBINI, N.; ASÚA, M. La historia de la ciência en Argentina en el ultimo cuarto de siglo. LLULL, n. 26, p. 732-738, 2002.

BAZZO, W. A. *Ciência, Tecnologia e Sociedade: o contexto da educação tecnológica*. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

BAZZO, W. A.; LINSINGEN, I. V.; PEREIRA, L. T. V. *Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)*. Madri, Espanha: OEI (Organização dos Estados Ibero-americanos), 2003a.

BEECH, J. A internacionalização das políticas educativas na América Latina. *Currículo sem Fronteiras*, v. 9, nº 02, pp. 32-50, jul/dez 2009.

BITTENCOURT, C. (org). *O saber histórico na sala de aula*. Ed. Contexto: SP, 1997.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: História / Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC / SEF, 1998. 108 p.

BRASIL. MEC - Ministério da Educação e Cultura. *PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)*, partes III e IV – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Ciências Humanas e suas Tecnologias. Disponível em: www.mec.org.br, acesso em 01 de novembro de 2013.

BRASIL. MEC - Ministério da Educação e Cultura. *PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio - Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais)*, partes III e IV – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Ciências Humanas e suas Tecnologias. Disponível em: www.mec.org.br, acesso em 01 de novembro de 2013.

BRASIL. MEC - Ministério da Educação e Cultura. *Base Nacional Curricular*. Disponível em <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/#/site/inicio>, acesso em 29 de setembro de 2016.

BRASIL. MEC - Ministério da Educação e Cultura. Projeto de Lei 6840/2013. Disponível em <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=602570>, acesso em 29 de setembro de 2016.

BRASIL. MEC - Ministério da Educação e Cultura. Diretrizes para a Educação Básica. Disponível

http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=12992:diretrizes-para-a-educacao-basica&catid=323, acesso em 25 de setembro de 2016.

BRASIL. PORTAL INEP – Instituto Nacional de Estudo e Pesquisa em Educação Anísio Teixeira. Ideb. Disponível em <http://portal.inep.gov.br/web/portal-ideb/portal-ideb>, acesso em 01 de outubro de 2016.

BRASIL. MEC - Ministério da Educação e Cultura. Plano Nacional de Educação. Lei 13.005/2014. Disponível em http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/_Ato2011-2014/2014/Lei/L13005.htm, acesso em 01 de outubro de 2016.

BRESSER PEREIRA, L. C. Do Estado patrimonial ao gerencial. In PINHEIRO, W. S. *Brasil: um século de transformações*. SP: Companhia das Letras, 2001.

BRESSER PEREIRA, L. C. *Burocracia Pública na Construção do Brasil*. 2008 em <http://www.bresserpereira.org.br/Books/LivroBurocraciaConstru%E7%E3oBrasil.6.pdf>, acesso em 30 de dezembro de 2015.

BRITO, N. B.; REIS, U.V.; TALON, I. L. M.; REIS, J. C. O. História da física no século XIX: discutindo a natureza da ciência e suas implicações no ensino de física em sala de aula. *Revista Brasileira de História da Ciência*. v. 7, n. 21, p. 214-231, 2014.

CARDOSO, T. F. L. As aulas régias no Brasil. In STEPHANOU, M.; BASTOS, M.H.C. (org). *Histórias e Memórias da educação no Brasil*. Petrópolis: Vozes, 2005. p. 179-191. v. 1: séculos XVI e XVIII.

CARVALHO, M. M. C. *A Escola e a República*. Ed. Brasiliense: SP, 1989.

CASTILLO, H.G.C.; ARTEAGA, E. G. G. Historia de las ciencias em la enseñanza de las ciencias: el caso de la reacción química. *Revista Brasileira de História da Ciência*. RJ, v. 7, n. 2, p. 298-313, jul-dez, 2014.

CRUZ, S. M. S. C. S. *Aprendizagem centrada em eventos: uma experiência com enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade no Ensino Fundamental*. Tese (Doutorado em Educação), Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.

CUNHA, B. C. O movimento Ciência/Tecnologia/Sociedade (CTS) e o ensino de ciências: condicionantes estruturais. *Revista Varia Scientia*, v. 6, n. 12, p 121-134, 2006.

DEYON, P. *O Mercantilismo*. São Paulo: Ed. Perspectiva, 1973

DIAS, P.M.C. A (Im)Pertinência da História ao Aprendizado da Física (um Estudo de Caso). *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 23, no. 2, Junho, 2001, p. 226-235. In <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v23n2/v23n2a14.pdf>, acesso em 22 de março de 2016.

DOMINGUES, J. L., TOSCHI, M. S.; OLIVEIRA, J. F. A reforma do Ensino Médio: a nova formulação curricular e a realidade da escola pública. *Educação & Sociedade*, Campinas, SP, v. 21, n. 70, abr. 2000.

FERNANDEZ, A. A. *Piaget: entre a psicologia e a filosofia: a noção piagetiana de conhecimento*. Tese (Doutoramento em Filosofia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

FERREIRA, A. M. P.; FERREIRA, M. E. M. P. A História da Ciência na formação de professores. In *História da Ciência e Ensino: construindo interfaces*. Ano 1, vol. 2, p. 01-13, 2010. In <http://revistas.pucsp.br/index.php/hcensino/article/view/2904/2861>, acesso em 12 de abril de 2016.

FERREIRA, L. M.; PEDUZZI, L. O. Q. Uma proposta textual frente a problemas referentes à história do átomo no ensino da química. *Revista Brasileira de História da Ciência*. v. 7, n. 21, p. 261-277, 2014.

FONSECA, M.R.F. Ciência e educação na *Escuela Nacional Preparatoria* (México, 1867). *História Unisinos*, v.18 n.1, p. 56-67, jan/abr 2014.

FORATO, T. C. M. *A natureza da ciência como saber escolar: um estudo de caso a partir da história da luz*. 2009. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

FORATO, T. , PIETROCOLA, M., MARTINS, R. A. Historiografia e a natureza da ciência na sala de aula. *Caderno Brasileiro do Ensino de Física*, v. 28, n. 1: p. 27-59, 2011.

FORATO, T.; GUERRA, A.; BRAGA, M. Historiadores das ciências e educadores: frutíferas parcerias para um ensino de ciências reflexivo e crítico. *Revista Brasileira de História da Ciência*. v. 7, n. 21, p. 137-141, 2014.

FRANCISCO, N.W.C.; CORDÃO, A. Educação Profissional na LDB. *Em Aberto*. Brasília, ano 15, n. 65, jan./mar. 1995.

FURET, F. *A Oficina da História*. Lisboa: Gradiva, 1986.

GAMA, R. *Ciência e técnica: antologia de textos históricos*. São Paulo: T.A. Queiroz, 1992.

GANDOLFI, H.E. *A natureza da química em fontes históricas do Brasil colonial (1748-1855): contribuições da história da exploração mineral para o ensino da química*. 2015. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de Campinas, São Paulo, 2015.

GANDOLFI, H. E.; FIGUEIRÔA, S. F. M. As Nitreiras no Brasil dos séculos XVIII e XIX: uma abordagem histórica no ensino de ciências. *Revista Brasileira de História da Ciência*. v. 7, n. 21, p. 279-297, 2014.

GAVROGLU, K. *O Passado das Ciências como História*. Porto: Porto Editora, 2007.

GEBARA, M. J. F. *O ensino e a aprendizagem de física*. 2001. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de Campinas, São Paulo, 2001.

GHIRALDELLI JR., P. *Educação Física Progressista: A Pedagogia Crítico-Social dos Conteúdos e a Educação Física Brasileira*. São Paulo: Loyola, 1991.

_____. *Didática e teorias educacionais*, Rio de Janeiro: DP&A, 2000.

GILGE, M. V. ; PRESTES, M. E. B. Ernst Haeckel nas coleções de biologia aprovadas pelo PNLD 2012 – Ensino Médio. *Revista Brasileira de História da Ciência*. v. 7, n. 21, p. 325-335, 2014.

GONÇALVES, G.G. *Constituição histórica da educação no Brasil*. Curitiba: Ed. Ibpx, 2011.

GOULART, S. M. História da ciência: elo da dimensão transdisciplinar no processo de formação de professores de ciências. In: *Educação na era do conhecimento em rede e transdisciplinaridade*. LIBANEO, J.C & SANTOS, Akiko (orgs). Campinas, SP: Alínea, 2005.

HELLMAN, H. *Grandes Debates da Ciência*. São Paulo: Unesp, 1999.

HESSEN, B. “As raízes sociais e econômicas dos Principia de Newton”, in Ruy Gama (org), *Ciência e técnica*, SP: T.A. Queiroz, 1993.

JACOMELI, M. R. M. “A Lei 5.696 de 1971 e a presença dos preceitos liberais e escolanovistas: os estudos sociais e a formação da cidadania.” In *Revista HISTEDBR Online*, Campinas, n.39, p. 76-90, set, 2010

KOYRÉ, A. *Do Mundo Fechado ao Universo Infinito*. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1991.

KRAWCZYK, N.R.; VIEIRA, V. L. A reforma educacional na América Latina nos anos 90. Uma perspectiva histórico-sociológica. *Revista Latinoamericana de Educación Comparada*, ano 1 n. 1, 2010.

KUHN, T. S. *A Estrutura das Revoluções Científicas*. São Paulo: Perspectiva, 1975.

KUHN, T. S. *O caminho desde A Estrutura*. SP: Unesp, 2003.

KOEPSEL, R. *CTS no Ensino Médio: aproximando a escola da sociedade*. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

LEAL, M. C. E; GOUVÊA, G. Uma visão comparada do ensino em ciência, tecnologia e sociedade na escola e em um museu de ciência. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 1, p. 67-84, 2001.

LE GOFF, J. *História e Memória*. Campinas: Unicamp, 1996.

LORENCINI, A.; HIDALGO, M. R. Reflexões sobre a inserção da História e Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências. *Revista História da Ciência e Ensino: construindo interfaces*, SP, v. 14, p. 19-38, 2016.

MARTINS, A. F. P. História e Filosofia da Ciência: há muitas pedras nesse caminho. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 24, n. 1, p. 112-131, 2007.

MARTINS, A. M. Introdução: A História das Ciências e seus usos na Educação in SILVA, C. C. (org) *Estudos de História e Filosofia das Ciências*. SP: Livraria da Física, 2006.

MARTINS, L. A.; BRITO, A. P. O. P. M. A História da Ciência e o ensino de genética e evolução no nível médio: um estudo de caso. In: SILVA, C. C. (org.). *Estudos de História e Filosofia das Ciências: subsídios para aplicação no ensino*. SP: Editora Livraria da Física, p. 245-264, 2006.

MATHEW, M. R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 12, n. 3, p. 164-214, jan.1995. ISSN 2175-7941. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7084/6555>>. Acesso em: 12 nov. 2014. doi:<http://dx.doi.org/10.5007/7084>

MATOS, M. A. Behaviorismo metodológico e behaviorismo radical. Em B. Range (Org.). *Psicoterapia comportamental e cognitiva: pesquisa, prática, aplicações e problemas*. Campinas: Psy, p. 27-34, 1995.

MEDINA, M.; SANMARTÍN, J. *Ciencia, Tecnología y Sociedad: estudios interdisciplinares en la universidad, en la educación y en la gestión pública*. Barcelona: Anthropos, 1990.

MION, R.; ANGOTTI, J. A.; BASTOS, F. P. Educação em Física: discutindo Ciência, Tecnologia e Sociedade. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 2, p. 183-197, 2001.

MORAES, M.C.M Educação e Política nos anos 30: a presença de Francisco de Campos. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*. Brasília, v. 73, n. 17, p. 291-321, maio/ago. 1992.

MORRIN, E. *Ciência com Consciência*. RJ: Bertrand Brasil, 2005.

MORTIMER, E. F.; SANTOS, W. L. P. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 133-162, 2000.

MOTOYAMA, S. Os principais marcos históricos em ciência e tecnologia no Brasil. *Sociedade Brasileira de História da Ciência*, São Paulo, n. 1, p. 41-49, 1985.

MOURA, B. A.; SILVA, C. C. Abordagem multicontextual da história da ciência: uma proposta para o ensino de conteúdos históricos na formação de professores. *Revista Brasileira de História da Ciência*. v. 7, n. 21, p. 336-348, 2014.

MUNARI, A. *Jean Piaget*. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, Ed. Massangana, 2010.

NADAI, E. “O ensino de história e a pedagogia do cidadão” in PINSKY, J. (org)). *O ensino de história e a criação do fato*. Ed. Contexto: SP, 1992.

NOGUEIRA, S. M. A. “A descentralização determinada pelo ato adicional de 1834 e suas consequências para o desenvolvimento da educação no império: uma abordagem”. *Ensaio: aval. pol. públ. educ.* [online]. 1999, v. 7, n. 22, p. 65-81. acesso em 16 de junho de 2014.

PIAGET, J. *A epistemologia genética / Sabedoria e ilusões da filosofia; Problemas de psicologia genética*; SP: Abril Cultural, 1983. Os pensadores.

PIAGET, J.; GARCIA, R. *Psicogênese e a História das Ciências*. RJ: Vozes, 2011.

PINHEIRO, N. A. M. *Educação Crítico-Reflexiva para um Ensino Médio Científico-Tecnológico: a contribuição do enfoque CTS para o ensino-aprendizagem do conhecimento matemático*. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. *Ciência & Educação*, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

RIBEIRO, M. L. S. *História da educação brasileira: a organização escolar*. São Paulo: Autores Associados, 1993.

ROMANELLI, O. O. *História da educação no Brasil (1930-1973)*. Petrópolis: Vozes, 1991.

ROQUE, T. Desmascarando a equação. A história do ensino da matemática? *Revista Brasileira de História da Ciência*. v. 7, n. 21, p. 167-185, 2014.

SAITO, F. História da Ciência e ensino: em busca de diálogo entre historiadores e educadores. In *História da Ciência e Ensino: construindo interfaces*. Ano 1, vol. 1, p. 01-06, 2010. In <http://revistas.pucsp.br/index.php/hcensino/article/view/3069/2028>, acesso em 12 de abril de 2016.

SANTOS, D. M.; CASIMIRO, A.P.B.S. *Memória e História: a atuação educacional do bispo Azeredo Coutinho e o seu “apagamento” na História da Educação*. In Anais XI Jornada do HISTDBR, Cascavel, Paraná, 23 a 25 out 2013, http://www.histedbr.fe.unicamp.br/acer_histedbr/jornada/jornada11/artigos/4/artigo_simposio_4_903_daniellamirandaadv@gmail.com.pdf, acesso em 24 de agosto de 2016.

SCHMIEDECKE, W. G.; PORTO, P. A. Uma abordagem da história da energia nuclear para a formação de professores de física. *Revista Brasileira de História da Ciência*. vol. 7, n. 21, p. 232-241, 2014.

SENNE, J. E. Reformas Educacionais na América Latina. *Ar@acne – Revista Electrónica de Recursos en Internet sobre Geografía y Ciencias Sociales*. Universidad de Barcelona, n. 105, fev, 2008.

SHAPIN, S. *The scientific revolution*. Chicago: University of Chicago Press, 1996.

SILVA, C. P.; FIGUEIRÔA, S.F.M.; NEWERLA, V. B.; MENDES, M.I.P. Subsídios para o uso da história das Ciências no ensino: exemplos extraídos das geociências. *Ciência & Educação*. v. 14, n. 3, pp 497-517, 2008.

SILVA, E. C. C.; AIRES, J. A. Panorama histórico da Teoria Celular. *História da Ciência e Ensino – construindo interfaces*. PUC, SP, v. 14, p 01-18, 2016.

SILVA, F. A. *Historiografia da revolução científica: Alexandre Koyré, Thomas Kuhn e Steven Shapin*. Tese de Doutorado, FFCH – UFMG, 2010.

SILVA, G. R. História da Ciência e experimentação: perspectiva de uma abordagem para os anos iniciais do Ensino Fundamental. *Revista Brasileira de História da Ciência*, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p. 121-132, jan/jun 2013.

SILVA, M. A.; FONSECA, S. G. Ensino de História hoje: errâncias, conquistas e perdas. *Revista Brasileira de História*, São Paulo, v. 31, n 60, p. 13-33, 2010.

SILVA, M. R. Tecnologia, Trabalho e Formação na Reforma Curricular do Ensino Médio. *Cadernos de Pesquisa*, v.39, nº 137, p. 441-460, mai/ago 2009.

SNOW, C.P. *The Two Cultures*. Cambridge: Cambridge University Press, 1993.

STRIEDER, R. B. Abordagens CTS na Educação Científica no Brasil: Sentidos e Perspectivas. Tese de Doutorado. São Paulo: IF/IQ/IB/FE USP, 2012.

VIDAL, P. H. O.; PORTO, P. A. A História da Ciência nos livros didáticos de química do PNLEM 2007. *Ciência & Educação*, v. 18, n. 2, p. 291-308, 2012.

VIDAL, D. G. 80 anos do Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova: questões para debate. *Educação e Pesquisa*. São Paulo, v. 39, n. 3, p. 577-588, jul.-set. 2013.

VIEIRA, C.A.C. As interpretações da colônia: leituras das contribuições de Caio Prado Jr e Fernando Novais. *Verinotio*, n.10, ano 5, p. 107-134, 2009.

ZANETIC, J. *Dos “Principia” da mecânica aos “Principia” de Newton*. Cad. Cat. Ens. Fís. Florianópolis, 5 (número especial): 23-35, jun. 1988.

ZOTTI, S.A. O Ensino Secundário no Império: considerações sobre a função social e o currículo do Colégio D. Pedro II. *Revista HISTEDBR on-line*, Campinas, n. 18, jun-2005.

Legislação Consultada:

BRASIL. Constituição Política do Império do Brasil (25 de março de 1824) in http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao24.htm, acesso em 16 de junho de 2014.

BRASIL. Constituição dos Estados Unidos do Brasil (10 de novembro de 1937) in http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao37.htm, acesso em 16 de junho de 2014.

BRASIL. Constituição dos Estados Unidos do Brasil (18 de setembro de 1946) in http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao46.htm, acesso em 16 de junho de 2014.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil (24 de janeiro de 1967) in http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao67.htm, acesso em 16 de junho de 2014.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil (05 de outubro de 1988) in http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm, acesso em 16 de junho de 2014.

BRASIL. Lei de 15 de outubro de 1827 in http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei_sn/1824-1899/lei-38398-15-outubro-1827-566692-publicacaooriginal-90222-pl.html, acesso em 01 de junho de 2014.

BRASIL. Lei no. 16 de 12 de agosto de 1834 in <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1824-1899/lei-16-12-agosto-1834-532609-publicacaooriginal-14881-pl.html>, acesso em 01 de junho de 2014.

BRASIL. Lei n. 4024 de 20 de dezembro de 1961 in <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1960-1969/lei-4024-20-dezembro-1961-353722-publicacaooriginal-1-pl.html>, acesso em 01 de junho de 2014.

BRASIL. Lei n. 5692 de 11 de agosto de 1971 in http://www.pedagogiaemfoco.pro.br/l5692_71.htm, acesso em 01 de junho de 2014.

BRASIL, Lei n. 9394 de 20 de dezembro de 1996 in <http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/tvescola/leis/lein9394.pdf>, acesso em 01 de junho de 2014.

BRASIL, medida provisória, 746, de 22 de setembro de 2016 in http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=48601-mp-746-ensino-medio-link-pdf&category_slug=setembro-2016-pdf&Itemid=30192, acesso em 30 de setembro de 2013.