



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
CURSO DE LICENCIATURA EM BIOLOGIA

LÍLIA FERREIRA SOUZA QUEIROZ

**CONTRIBUIÇÕES DA HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS PARA O ENSINO  
E A APRENDIZAGEM DA NATUREZA DA CIÊNCIA**

CRUZ DAS ALMAS

2018

LÍLIA FERREIRA SOUZA QUEIROZ

**CONTRIBUIÇÕES DA HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS PARA  
O ENSINO E A APRENDIZAGEM DA NATUREZA DA CIÊNCIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Licenciatura em Biologia da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como requisito à obtenção do grau de Licenciatura em Biologia.

Orientador: Prof. Dr. Deivide Garcia da Silva Oliveira.

CRUZ DAS ALMAS

2018

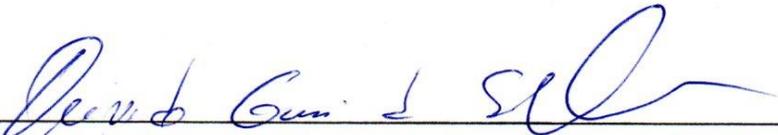
**LÍLIA FERREIRA SOUZA QUEIROZ**

**CONTRIBUIÇÕES DA HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS PARA  
O ENSINO E A APRENDIZAGEM DA NATUREZA DA CIÊNCIA**

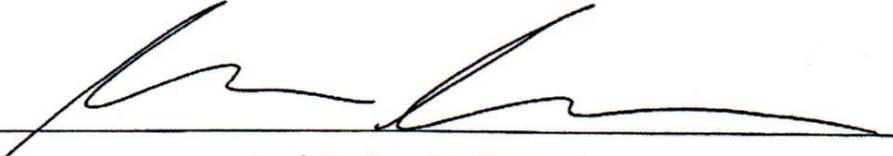
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Licenciatura em Biologia da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como requisito à obtenção do grau de Licenciatura em Biologia.

Aprovado em: 19/03/2018

BANCA EXAMINADORA



**Prof. Dr. Deivide Garcia da Silva Oliveira (Orientador)**  
Doutor em Ensino, Filosofia e História das Ciências pela Universidade Federal da Bahia.  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia



**Prof. Dr. Ronaldo Pimentel**  
Doutor em Filosofia pela Universidade Federal de Minas Gerais  
Instituto Federal da Bahia



**Prof. Dr. Renato de Almeida**  
Doutor em Ciências (Oceanografia Biológica) pela Universidade de São Paulo  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia



Ao meu esposo Josuel por ser um grande incentivador dos meus sonhos e à minha  
meiga e amada filha Larissa, amo vocês!

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por me conceder a saúde e forças para superar as dificuldades.

A esta universidade, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram realizar esse curso.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Deivide Garcia da Silva Oliveira por me proporcionar o conhecimento não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional, por tanto que se dedicou a mim, não somente por ter me ensinado, mas por ter me feito aprender.

Ao grupo de pesquisa G-EFFICIENTIA, pois aprendemos e crescemos como pesquisadores de excelência e por todos os momentos passamos juntos.

A minha família pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

Aos meus amigos e irmãos na amizade por fazerem parte desse momento e que estarão presentes em minha vida com certeza.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado!

*“A História, de modo geral, e a história das revoluções, em particular, é sempre de conteúdo mais rico, mais variada, mais multiforme, mais viva e sutil do que’ o melhor historiador e o melhor metodologista poderiam imaginar. A História está cheia de ‘acidentes e conjunturas e curiosas justaposições de eventos’ e demonstra-nos a ‘complexidade das mudanças humanas e o caráter imprevisível das consequências últimas de qualquer ato ou decisão do homem”*

*Paul Feyerabend*

QUEIROZ, LFS. **Contribuições da história das ciências para o ensino e a aprendizagem da natureza da ciência**. 2018. Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em Biologia) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB, Cruz das Almas, BA.

## RESUMO

O tema do presente trabalho advém do problema que, apesar da história ser um elemento comum nas aulas de ciências, normalmente é apresentada como uma narração introdutória, reducionista e retórica de conclusões, conseqüentemente, reforça a imagem cientificista da natureza da ciência e o valor didático da história das ciências fica comprometido. Ademais, os professores quase não foram contemplados em sua formação por questões epistemológicas, históricas e sociais. Neste sentido, o objetivo desse trabalho é compreender como a inserção da história das ciências influencia no processo de ensino e aprendizagem das ciências. Para tanto, recorreremos a uma metodologia qualitativa, viabilizada através de reflexões de textos que tratam acerca dos contributos da história e filosofia das ciências, estendendo este debate para a educação em ciências. O trabalho foi dividido em três capítulos que se articulam entre si. Primeiro analisamos a descrição de Hempel (1981) sobre o histórico caso do médico Semmelweis e da febre puerperal, ocorridos no século XIX, a fim de esclarecer a relação da abordagem histórica com as concepções sobre a ciência e suas implicações para o ensino de ciências. Posteriormente, considerando posto a já identificada crise no ensino de ciências, aprofundarmos no conhecimento adequado sobre a história das ciências contribui para uma educação desestimulante e pouco significativa, formando estudantes cientificistas ou mesmo os afasta da ciência, por considerá-la impessoal e aborrecida. Ademais, os professores quase não foram contemplados em problema, a fim de entender como a história das ciências pode contribuir para minimizar essa crise, melhorando o ensino e a aprendizagem de ciências, é o que está estruturado no último capítulo. Como resultados compreendemos que a aprendizagem sobre a ciência é fundamental para a educação científica, nesse sentido o conhecimento sobre a história das ciências pode melhorar a formação de professores ajudando-os a desenvolver uma compreensão mais autêntica da ciência e contribuindo para um ensino e aprendizagem de ciências mais significativa e próxima da realidade dos jovens, pois a história das ciências quando inserida adequadamente no ensino, associada com a filosofia, fortalece o entendimento do pensamento científico pela colocação das lutas entre ideias e fatos que constituíram o conhecimento, humanizando as ciências e ajudando a conectá-las aos aspectos sociais, éticos, culturais e políticos. No entanto, devemos evitar que qualquer história fabricada seja válida, opondo-se a qualquer inserção distorcida da construção do conhecimento científico. A história das ciências assume, então, papel preponderante no trabalho pedagógico de construção do conhecimento científico, sendo fundamental uma familiaridade com a história das ciências e que os professores tenham conhecimento filosófico para que, conscientemente, exponham uma reconstrução histórica carregada pela postura filosófica propositadamente aplicada ao ensino. Portanto, este trabalho colabora para ampliar os estudos acadêmicos sobre a relação da história das ciências com o ensino de ciências, ademais, através de suas reflexões e discussões, este estudo traz de maneira clara e específica uma perspectiva fundamental sobre a história das ciências, para a formação docente e para o ensino de ciências, a fim de alcançarmos uma educação científica crítica e atender as exigências atuais da educação.

**Palavras-chave:** História das ciências. Ensino de ciências. Formação docente. Criticidade.

QUEIROZ, LFS. **Science history's contribution to learning and teaching of science's nature**. 2018. Undergraduate Thesis ( Biology Degree) – Federal University of Recôncavo da Bahia – UFRB, Cruz das Almas, BA.

## ABSTRACT

The subject of the present paper comes from the issue that, even though history is a common element in the science classes, it is usually presented as an introductory narration, reductionist, rhetorical conclusions, hence, strengthens the scientist image of science's nature and the didactic value of science's history becomes compromised. Furthermore, the teachers weren't actually contemplated with epistemological, historical or social questions. In that sense, the goal of this thesis is to comprehend how the insertion of science's history influences the process of teaching and learning science. In order to do so, we resort on a qualitative methodology, enabling, through reflection of texts that treat about science's philosophy and history's contributes, thus extending this debate to science education. The thesis has been divided in three chapters that articulate amongst each other. First, we must analyze Hempel's description (1981) about the historical case of Doctor Semmelweis and puerperal fever that happened in the 19<sup>th</sup> century, in order to enlighten the relation of historical approach with the conceptions about science and its implications in teaching science. Posteriorly, considering the already identified crisis in science teaching, we deepen in the adequate knowledge about science history's contribution to a discouraging and insignificant education, educating scientist students or even drawing them away from science, by considering it impersonal and annoying. Furthermore, the teachers weren't really contemplated with the issue, in order to understand how science history may contribute to minimize the crisis, therefore improving the teaching and learning of science, that's what's structured in the last chapter. As a result we understood that learning about science is essential to scientific education, in that sense the knowledge of science history can also improve the teacher's training, by helping them to develop a more authentic science comprehension and therefore contributing to learning and teaching of science to be more significant and close to the young people's reality, because science history, once introduced correctly in teaching, associated with philosophy strengthens the understanding of the scientific thinking by setting the fight between ideas and facts that compose the knowledge, humanizing science and helping to connect it into the social, ethic, cultural and political aspects. However, we must avoid any fabricated history to be considered valid, opposing ourselves to any distorted insertion of the construction of scientific knowledge. Science history assumes, then, preponderant role in the pedagogical work of construction of the scientific knowledge, being fundamental the familiarity with science history and that the professors obtain philosophical knowledge so that, consciously, expose a historical reconstruction carried by the philosophical stance purposely applied to teaching. Therefore, this paper collaborates to extend the academic studies about science history's relation with science teaching, furthermore, through its reflections and discussions, this study brings in a clear specific manner a fundamental perspective about science history, to the teacher formation and to the teaching of science, in order to achieve an critical science education and to fulfill the current educational demands.

**Keywords:** Science history, Science teaching, teacher formation, criticism.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>1. CAPÍTULO I: RELAÇÃO ENTRE A HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS E A IMAGEM DA CIÊNCIA: O CASO DA FEBRE PUERPERAL NO SÉCULO XIX</b> .....	15
1.1 INTRODUÇÃO .....	15
1.2 UM EXEMPLO DE CASO DE COMO NÃO UTILIZAR A HISTÓRIA: O RELATO DE HEMPEL DA FEBRE PUERPERAL (XIX) .....	15
1.2.1 Hipótese 1: cósmico-telúrica atmosférica.....	16
1.2.2 Hipóteses 2, 3 e 4: Aglomeração; Dieta; Atenção.....	17
1.2.3 Hipótese 5: Exames .....	17
1.2.4 Hipótese 6: O padre e o sino do auxiliar.....	18
1.2.5 Hipótese 7: Posição do parto .....	18
1.2.6 Hipótese 8: Envenenamento do sangue .....	18
1.3 ANÁLISE DA ABORDAGEM DE HEMPEL: UMA OUTRA HISTÓRIA DA FEBRE PUERPERAL .....	19
1.4 A ANÁLISE DE CASO DE HEMPEL E OLIVEIRA E FERNANDEZ ENQUANTO DESCONSTRUÇÃO DE UMA ABORDAGEM INADEQUADA .....	23
1.5 IMPLICAÇÕES PARA O ENTENDIMENTO DA CIÊNCIA.....	26
<b>2. CAPÍTULO II - CRISE NO ENSINO DE CIÊNCIAS</b> .....	29
2.1 INTRODUÇÃO.....	29
2.2 ANALISANDO O CENÁRIO DE CRISE.....	29
2.3 CRISE NO ENSINO DE CIÊNCIAS X FORMAÇÃO DO PROFESSOR DE CIÊNCIAS .....	33
<b>3. CAPÍTULO III. IMPORTÂNCIA DA HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS</b> .....	36
3.1 INTRODUÇÃO.....	36
3.2 APROXIMAÇÕES TEÓRICO-DIDÁTICAS ENTRE A HISTÓRIA E FILOSOFIA DAS CIÊNCIAS E O ENSINO DE CIÊNCIAS .....	37

3.2.1 O percurso da reaproximação .....	38
3.3 NATUREZA DA CIÊNCIA E HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS: PARA UMA IMAGEM ADEQUADA DA CIÊNCIA.....	42
3.4 VANTAGENS DA HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS: MELHORA A COMPREENSÃO, FACILITA E MOTIVA .....	46
3.5 EXEMPLO DE CASO DA TEORIA DA EVOLUÇÃO: COMO A HISTÓRIA E FILOSOFIA DAS CIÊNCIAS PODEM ENRIQUECER O ENSINO E A APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS .....	49
3.5.1 A teoria da evolução e suas interações .....	49
3.5.1.1 História (contexto sócio-político-econômico) <—> Teoria da Evolução.....	49
3.5.1.2 Religião<—> Teoria da Evolução.....	51
3.5.1.3 Ciência<—> Teoria da Evolução.....	55
3.5.1.4 Tecnologia<—> Teoria da Evolução.....	56
3.5.1.5 Filosofia<—> Teoria da Evolução.....	57
3.5.1.6 Subjetividade <—> Teoria da Evolução.....	59
3.6 CONTRIBUIÇÕES DE IDEIAS ERRADAS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS SOB UMA VISÃO HISTÓRICA SENSÍVEL AO CONTEXTO .....	61
3.6.1 O ensino dos erros científicos.....	64
<b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>69</b>
<b>5. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>71</b>

## INTRODUÇÃO

A descrição histórica no ensino de ciências merece uma atenção especial no que se refere ao tipo de relato histórico e ao papel atribuído a história das ciências, haja vista que, toda história da ciência reflete aspectos da natureza da ciência. Ademais, os professores quase não foram contemplados em sua formação por questões epistemológicas, históricas e sociais. Assim, o presente trabalho advém do problema de que apesar da história ser um elemento comum nas aulas de ciências, normalmente é apresentada como uma narração introdutória, reducionista e retórica de conclusões, conseqüentemente, reforça a imagem cientificista da natureza da ciência e o valor didático da história das ciências fica comprometido.

Assim, o objetivo geral desse trabalho é compreender como a inserção da história das ciências pode influenciar no ensino de ciências. Como objetivos específicos temos: 1- Esclarecer que nem toda descrição histórica pode ser considerada válida para o ensino de ciências. 2-Demonstrar que uma abordagem histórica mais completa e menos partidária possível contribui para a formação adequada da imagem de ciência. 3-Analisar a crise no ensino de ciências. 4- Compreender como as investigações históricas, com uma abordagem contextualizada da ciência, podem ser ferramentas pedagógicas eficazes na formação crítica dos estudantes e na aprendizagem dos conteúdos científicos.

Como maneira de averiguação e procedimento dessa situação e efetivação dos objetivos, recorreremos a uma pesquisa qualitativa (na medida em que predomina uma hermenêutica comunitariamente respaldada das fontes utilizadas). Esse tipo de pesquisa contribui com o conhecimento sem estar comprometido com uma aplicação prática necessariamente, quanto por outro lado não lhe deve ser negado a potencialidade de também ter a natureza aplicada, pois que pretende se estender aos problemas práticos nas salas de aula. Deste modo, é essencialmente básica e potencialmente aplicada. Assim, o desenvolvimento do trabalho ocorreu com pesquisas bibliográficas por meio de textos, livros, artigos e outros materiais publicados em meios e por autores reconhecidos nacional e internacionalmente.

A recomendação de Matthews (1992, p. 1) de que “o ensino de ciências deve vir acompanhado do ensino da ciência”, denuncia uma relação intrínseca no ensino de ciências, a compreensão de sua natureza. Entretanto, tanto estudantes, quanto professores de ciências possuem visões distorcidas da ciência e da construção do conhecimento científico, caracterizados por uma concepção empírico-indutivista e atórica, uma visão rígida, aproblemática e ahistórica, exclusivamente analítica de carácter limitado, simplificador, uma visão acumulativa de crescimento linear dos conhecimentos científico e de uma ciência

individualista, elitista e socialmente neutra. (GIL-PÉREZ et al, 2001). Essa é uma das razões que favorecem uma já identificada e documentada crise no ensino de ciências, agravada pelos altos índices de analfabetismo científico e pelo desinteresse dos estudantes em aprender ciência (FOURÉZ, 2003; FREIRE JR. 2000; MATTHEWS 1992).

Nessa perspectiva, vários autores apontam a história e a filosofia das ciências como alternativa para minimizar os efeitos da crise na educação em ciências e melhorar o aprendizado de ciências (ADURIZ-BRAVO e ARIZA, 2012; FREIRE JR., 2002; MATTHEWS 1992, 1995), como sinaliza Aduriz-Bravo e Ariza (2012, p. 79): “Há mais de duas décadas que investigadores em didática das ciências vêm reconhecendo as contribuições da filosofia e da história das ciências para a nossa disciplina”.

Especificamente a história das ciências, por apresentar o caminho de construção do conhecimento científico, tem sido vista como essencial para o ensino de ciências. Nesse sentido surge a pergunta desse trabalho: Como a história das ciências pode contribuir para o ensino e a aprendizagem de ciências?

Inicialmente, levantamos a hipótese de que não é qualquer história das ciências apresentada que pode ser eficaz para o ensino de ciências, visto que, essa não é incomum nas aulas de ciências. Quando a história é apresentada por uma abordagem reducionista, caracterizada por um contínuo relato de eventos e demonstrando apenas os resultados, por conseguinte, a imagem traduzida é de uma ciência perfeita e logarítmica, marcada por uma visão empírico/positivista, muito distante do que os filósofos da ciência entendem sobre a ciência atualmente (HODSON, 1982; GIL-PÉREZ, 2001, CHALMERS, 1993) e do que revela a verdadeira história das ciências.

A consequência dessa visão distorcida da ciência transmitida pela abordagem histórica reducionista é que os estudantes não têm prazer em estudar uma ciência exata e neutra e que, portanto, lhes parece distante de suas perspectivas de atividade humana, assim sendo, a consideram impessoal e aborrecedora (FOURÉZ, 2003).

Contrariamente, uma abordagem histórica sensível ao contexto e menos partidária possível, ou seja, que contemple as questões inerentes à investigação científica, nos aspectos internos (luta entre teorias, papel da comunidade científica) e externos (relações sociais, políticas, econômicas e culturais), tem sido apontada como mais eficaz para uma compreensão adequada da natureza da ciência, na medida em que fornece exemplos concretos que dão sentido ao funcionamento do conhecimento científico, pois está repleta de episódios que demonstram o real processo de construção do conhecimento científico, ajudando a equilibrar a imagem da natureza da ciência (MATTHEWS, 1995).

Assim, as contribuições da história das ciências, bem como o seu tipo de abordagem e as implicações para o ensino de ciências tem sido um debate atual e frutífero no ambiente acadêmico e no campo educacional, principalmente sua importância para a formação docente e a melhoria no processo de ensino-aprendizagem.

Portanto, é necessário aprofundar mais nesse tema de modo a esclarecer como a história das ciências poderia contribuir para o ensino de ciências, nesse sentido, refletir e discutir acerca das conexões entre a história das ciências, ciência e educação, é um exercício indispensável tanto para que os professores possam entender que ciência estão a ensinar, quanto para a formação crítica dos estudantes.

A fim de demonstrar como a história das ciências pode ser erroneamente inserida o primeiro capítulo apresenta como os recortes realizados na descrição histórica do autor Karl Gustav Hempel no seu livro, *Filosofia da Ciência Natural* (1974) sobre o histórico caso da febre puerperal ocorrido no século XIX transmite uma imagem inadequada da ciência, para tanto, vamos analisar cada hipótese levantada pelo médico Semmelweis, descritas por Hempel (1974). Posteriormente, baseado nos estudos de Oliveira e Fernandez (2007) da narração de Hempel, mostraremos uma outra história da febre puerperal, esclarecendo que, quando a história das ciências é inserida no ensino de ciências de maneira apropriada, contribui para a formação de uma imagem adequada da natureza da ciência.

No capítulo seguinte será analisada a já identificada e documentada crise no ensino de ciências, entendendo seus aspectos, atores e alcance educacional. Também discutiremos a formação docente como elemento necessário para a preparação do professor face a situação atual de crise.

Por fim, no capítulo três explanaremos sobre a importância da história das ciências no seu papel minimizador da crise na educação em ciências. Para tal julgamos necessário entender o processo histórico de reaproximação da História e Filosofia das Ciências com o ensino de ciências, para posteriormente discutir como uma abordagem mais completa e contextualizada da história das ciências possui um papel central no entendimento da natureza da ciência e contribui significativamente para a aprendizagem dos conceitos científicos, além de auxiliar na relação crítica dos estudantes com a ciência. Como exemplo de caso usaremos a história da teoria da evolução de Charles Darwin, como maneira de entender as inter-relações da ciência com a história, filosofia, religião, com as outras da ciência e com a própria subjetividade. Para finalizar analisaremos o papel do erro com uma abordagem histórica sensível ao contexto no ensino e a aprendizagem da ciência.

Por meio desses estudos apresentados nesse trabalho pretendemos contribuir para a reflexão sobre o tema da história das ciências, sua viabilidade e eficácia na redução de alguns dos problemas educacionais sentidos na atual crise no ensino de ciências.

# 1. CAPÍTULO I: RELAÇÃO ENTRE A HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS E A IMAGEM DA CIÊNCIA: O CASO DA FEBRE PUERPERAL NO SÉCULO XIX<sup>1</sup>

## 1.1 INTRODUÇÃO

O fato da história das ciências ser um componente comum nas aulas de ciências, conseqüentemente nos leva a crer que sua inserção, por si só, forneceria um entendimento apropriado da construção do conhecimento científico. No entanto, não é qualquer história das ciências apresentada que é válida, quando sua descrição está caracterizada por recortes e/ou relatos simplistas, que evidenciam apenas o sucesso, facilmente pode-se conduzir o estudante a uma visão tendenciosa da construção do conhecimento científico (MARTINS, 1998).

Para tentar clarificar essa relação da história das ciências com a imagem da ciência e suas implicações para o ensino de ciências, utilizaremos a abordagem histórica feita por Carl Gustav Hempel no seu livro, *Filosofia da Ciência Natural* (1974) ilustrando como a história das ciências pode ser erroneamente inserida nas aulas de ciências. Para tanto, vamos considerar cada hipótese levantada pelo médico Semmelweis, descritas por Hempel (1974), esclarecendo como cada uma delas carrega uma imagem de ciência. Em seguida apresentaremos a análise feita por Oliveira e Fernandez (2007) da narração de Hempel, revelando como a real história de Semmelweis e sua teoria da febre puerperal é mais rica, interessante e cheia de reviravoltas. Por fim, explanaremos que, quando a história das ciências é inserida no ensino de ciências de maneira apropriada, contribui para a formação de uma imagem de ciência também adequada e não-deformada (GIL-PEREZ et al, 2001), pois conecta a ciência com as questões sociais, econômicas, políticas e pessoais próximas as que os estudantes vivenciam, permitindo maior interesse sobre os processos para uma aprendizagem dos conteúdos da ciência.

## 1.2 UM EXEMPLO DE CASO DE COMO NÃO UTILIZAR A HISTÓRIA: O RELATO DE HEMPEL DA FEBRE PUERPERAL NO SÉCULO XIX

---

<sup>1</sup> Com algumas modificações, este capítulo foi aceito para publicação para 2018: Revista Kinesis (ISSN 1984-8900).

Em seu livro *Filosofia da Ciência Natural* (1974) Carl Gustav Hempel recorre ao relato histórico da febre puerperal, uma febre que acometia as parturientes logo após o parto causando muitas mortes no século XIX, para ilustrar os aspectos de uma investigação científica e apontar seus processos de invenção e verificação e, com isso, defender uma imagem de ciência mais próxima ao positivismo. Hempel (1974) então divide as etapas de investigação realizadas pelo médico húngaro Ignaz Semmelweis (como recomendado por Descartes) na tentativa de encontrar as causas da febre puerperal que acometia as parturientes no Primeiro Serviço da Maternidade localizado no hospital Geral de Viena (HEMPEL, 1974, p.13).

De acordo com Hempel (1974), entre os anos de 1844 a 1848 o médico Semmelweis considerou sete explicações que haviam sido sugeridas como respostas, até mesmo hipóteses que nos pareceriam absurdas ou não científicas, e depois comparou com os fatos. A seguir descreveremos cada uma das hipóteses apontadas pelo autor.

### 1.2.1 Hipótese 1: cósmico-telúrica atmosférica

Seguindo os casos, temos o primeiro: 1- A explicação dos cientistas na época era de que existia uma atmosfera que causava doenças naquela região, descrita como mudanças “cósmico-telúrico-atmosféricas” e que era uma ideia “amplamente aceita” (HEMPEL, 1974, p.14). Segundo Hempel, Semmelweis averiguou esta ideia (que, como um típico cientista, era rigoroso) apenas raciocinando que como poderia a febre “afetar o Primeiro Serviço durante anos e poupar o Segundo?” E como poderia grassar apenas no hospital e não na cidade ou seus arredores? (HEMPEL, 1974, P. 14). Na maternidade havia um Segundo Serviço que, de acordo com o autor possuía uma diferença na incidência de morte causada pela febre puerperal, comparada com o Primeiro Serviço:

Em 1844, das 3.157 mães hospitalizadas nesse Serviço [o 1º], 260 (ou seja, 8,2 por cento) morreram da doença; em 1845 a porcentagem era de 6,8 por cento e em 1846 de 11,4 por cento. Essas cifras se tornaram ainda mais alarmantes quando confrontadas com as dos casos de morte pela doença no Segundo Serviço de Maternidade do mesmo hospital, que abrigava quase tantas mulheres como o Primeiro: 2,3, 2,0 e 2,7 por cento para os mesmos anos. (HEMPEL, 1974, p.13, colchete nosso).

Portanto, observando com neutralidade os dados entre os dois serviços da maternidade, a hipótese das “influências epidêmicas” (Id. Ibid.), segundo a abordagem de Hempel, foi descartada por raciocínio lógico e comparação.

### 1.2.2 Hipóteses 2, 3 e 4: Aglomeração; Dieta; Atenção.

Da mesma maneira, haviam outras hipóteses, tais como: 2- a partir da concepção de que a doença provinha da aglomeração de grávidas na maternidade, Semmelweis observou a quantidade de mulheres nos dois Serviços da maternidade e verificou que devido a maior incidência de mortalidade no Primeiro Serviço as mulheres preferiam evitá-lo, logo, esse excesso era ainda maior no Segundo Serviço (com menor índice de mortalidade). Diante disso, em acordo com Hempel, Semmelweis descartou a hipótese (HEMPEL, 1974, p.14). Portanto, descarta-se a hipótese 2 por meio de raciocínio lógico e comparação.

Nas hipóteses 3- a de que a febre puerperal era causada pela dieta e 4- a de que tinha relação com a atenção dada pelos médicos às parturientes, Semmelweis as rejeitou pela ressalva de que não haviam distinções na dieta e na atenção dada as parturientes entre os dois serviços (também por simples análise lógico-empirista). Além disso, aquelas mulheres que tinham o parto realizado na rua, por causa da distância para a maternidade, a taxa de morte pela doença era menor que a média do Primeiro Serviço e tal seria mais uma evidência para a negação dessas hipóteses 3 e 4 (HEMPEL, 1974, p.14).

### 1.2.3 Hipótese 5: Exames

Uma outra hipótese vigente, 5- seria a de que os estudantes causavam danos com os exames grosseiros nas pacientes. O exame ocorria em função do treinamento presente apenas no Primeiro Serviço (HEMPEL, 1974, p. 14). Segundo Hempel, Semmelweis refuta tal hipótese apenas lembrando que: (a) “os danos resultantes naturalmente do processo de parto são mais extensos” (Id. Ibid.) do que qualquer exame grosseiro; (b) no Segundo Serviço as parteiras agiam da mesma forma, mas sem os “efeitos nocivos” (Id. Ibid) e (c) mesmo reduzindo o acesso dos estudantes às pacientes, os níveis de mortalidade se ficaram mais altos que antes, mesmo que precedidos de leve baixa (Id. Ibid). Logo, como o fez até aqui com todas as outras hipóteses, eliminou com um procedimento direto (comparação com os “fatos imediatamente observáveis” [1974, p. 17]) e por uso de raciocínio lógico. Obviamente,

Hempel pretende aclarar a etapa verificacionista num processo de pesquisa e, assim, o rigor científico.

#### 1.2.4 Hipótese 6: O padre e o sino do auxiliar

A conjectura 6 era, a saber, de que as grávidas sentiam uma pressão psicológica causada pela passagem do padre com seu auxiliar que tocava o sino a cada vez que ocorria uma morte. Hempel (1974, p.15) classificou a explicação como psicológica e, ainda assim, como prova da não-subjetividade e não preconceito da ciência com crenças e alternativas diversas (mesmo que tão sobrenaturais e psicologizadas), Semmelweis testou a hipótese por meio do método indireto de verificação em função da impossibilidade de análise da intensidade do temor ou do seu efeito:

Semmelweis usou o método indireto de verificação. Perguntou a si mesmo: Existe algum efeito facilmente observável que ocorra caso a hipótese seja verdadeira? E raciocinou: Se a hipótese for verdadeira, então uma mudança apropriada no procedimento do padre deveria ser acompanhada do declínio dos casos fatais (HEMPEL, 1974, p.17).

Então, Semmelweis pediu ao padre que passasse por outro local e que não tocasse a campainha. No entanto ele verificou que a mortalidade não se alterou após a supressão da campainha e, logo, ele concluiu pela falsidade da hipótese 6.

#### 1.2.5 Hipótese 7: Posição do parto

Hempel também expõe a hipótese 7, elaborada com a ajuda do mesmo método indireto de verificação. Segundo Hempel, na hipótese 7, que discorria sobre a influência da posição do parto, o médico resolveu testar, mesmo considerando a ideia “inverossímil” (HEMPEL, 1974, p.15), pois a ciência não pode formar crenças precipitadas. Assim, mudou as posições do parto e como resultado da verificação direta, Semmelweis também descartou a 7ª hipótese concluindo-a como falsa (Id. Ibid).

#### 1.2.6 Hipótese 8: Envenenamento do sangue

Finalmente em um momento que o autor descreve como “acidente” (HEMPEL, 1974, p.15), mas que mostra a perspicácia e grande poder observacional que todo grande cientista,

como Semmelweis, precisa ter quase que por dádiva para chegar até a hipótese provavelmente verdadeira. Após a morte accidental de seu amigo médico que se feriu com um bisturi de um estudante e que foi diagnosticado com os mesmos sintomas da febre que acometia as parturientes, o médico em mote considerou a hipótese 8, ou seja, a de que doença seria causada por envenenamento do sangue, pois os médicos estudantes realizavam exames de autópsias e lavavam as mãos superficialmente, sendo que logo em seguida realizavam os partos no Primeiro Serviço da maternidade (HEMPEL, 1974, p.15).

Para verificar a hipótese, Semmelweis fez uma experiência (mesmo sem o consentimento de qualquer comitê), “ordenou que todos os estudantes lavassem suas mãos numa solução de cal clorada” todas as vezes que se procedesse a um parto (HEMPEL, 1974, p. 16). Como resultado, houve um declínio no número de mortes pela febre puerperal no serviço 1 medido em porcentagem (HEMPEL, 1974, p.16). Conforme Hempel (1974) escreveu, Semmelweis considerou a hipótese verdadeira e encontrou outras justificativas para ela:

Justificando ainda mais sua ideia ou sua hipótese, como também diremos, Semmelweis observou que ela explicava o fato de ser a mortalidade do Segundo Serviço mais baixa: lá as pacientes eram socorridas por parteiras, cujo treino não incluía instrução anatômica por dissecação dos cadáveres (HEMPEL,1974, p.16).

Com essas evidencias Semmelweis comprovou, de acordo com a análise histórica hempeliana, que a febre puerperal era causada pela contaminação de material cadavérico. Em experiências posteriores Semmelweis alargou sua hipótese 8 afirmando que essa febre também era causada por “matéria pútrida de um organismo vivo” (HEMPEL,1974, p.16) e não só oriundo de cadáveres. Por fim, com a história Hempel busca mostrar que o procedimento científico é “*indutivo num sentido mais amplo*”, ou seja, pelo uso de várias “hipóteses como tentativas de respostas ao problema”, seguido de verificação empírica destas a fim de garantir objetividade, consistência às bases científicas prévias e ampliação das hipóteses iniciais (1974, p. 30-31).

### 1.3 ANÁLISE DA ABORDAGEM DE HEMPEL: UMA OUTRA HISTÓRIA DA FEBRE PUERPERAL

Observa-se que no relato de Hempel (1974) sobre o caso histórico da febre puerperal, de modo geral, o episódio é abordado como progressivo e linear, construído de maneira que o

progresso se desse por uma caminhada cada vez mais próxima da descoberta da verdade e através de uma série incontestes de hipóteses apresentadas, refutadas e melhoradas, como se a ciência subisse os degraus da verdade por meio do verificacionismo. Além disso, o caso é apresentado de maneira a expor as supostas características especiais que a ciência possuiria e que exigiria tal como objetividade, neutralidade, universalidade, ordenação, verificação, etc. Essa descrição conduz a uma interpretação simplista do desenvolvimento científico e a uma visão acumulativa e de crescimento linear da construção do conhecimento científico. Obviamente, esta crítica pode ser feita tanto a visão de Hempel da ciência sem cair num anacronismo, como a manutenção desta visão atualmente (cf. GIL PEREZ *et al.*, 2001).

Além disso, Hempel (1974) descreve Semmelweis como um herói-salvador moralmente incorruptível, aguçado às oportunidades que a misteriosa natureza oferece (o corte accidental) e dono de uma virtude intelectual e observacional típica dos cientistas, que segue fielmente cada etapa da rígida investigação científica, com neutralidade e sem preconceito. Esses aspectos acabam por conduzir o leitor a um entendimento científicista e equivocado do procedimento científico (“método da hipótese”[1974, p. 30]).

Na descrição hempeliana fica evidente o esforço de associar a escola positivista à natureza da ciência de modo que, conforme Japiassú (2001), se caracteriza pela valorização de um suposto método científico universal, desvelador dos mistérios que a natureza encobre, recorrendo ao viés empirista e quantitativo que se corporifica pela defesa da experiência sensível como fonte principal do conhecimento científico e pela consideração das ciências empíricas como paradigmas de científicidade, racionalidade e modelo para as demais formas de conhecimento.

De acordo com Oliveira e Fernandez (2007) em um trabalho sobre a análise de Hempel do caso de Semmelweis e a adequada história da febre puerperal, eles afirmam que Hempel,

atinge plenamente seus objetivos. [...] o relato transmite implicitamente certa imagem da ciência que vai muito além dos processos de invenção e de teste de hipóteses. Uma imagem que reflete a concepção positivista de ciência – e assim, quaisquer que tenham sido as intenções do autor, contribuiu para sua disseminação e fortalecimento –, mas que, pelo menos neste caso, não corresponde à realidade (OLIVEIRA e FERNANDEZ 2007,p.50).

Assim o relato sucinto de Hempel (1974) e os recortes utilizados pelo mesmo não apenas atingem o que lhe é conveniente para a investigação científica, como também reforça

uma visão equivocada do processo do conhecimento científico para qualquer um que se imbrigue no texto (docentes, discentes e *outsiders*), pois Hempel (1974) usou algumas das investigações realizadas por Semmelweis como exemplo de procedimento científico. Tais serão analisadas a seguir.

Na primeira hipótese “*Mudanças Cósmico-telúrico-atmosféricas*”/“*influências epidêmicas*”, Hempel (1974) deixa de mencionar as evidências que levaram a comunidade científica, na época, a aceitar amplamente essa teoria e que, portanto, não a faziam esdrúxula como pode parecer ao leitor contemporâneo (Gillies 2005 *apud* OLIVEIRA e FERNANDEZ 2007). Tais influências também podiam ser conhecidas como teoria do miasmas, que servia para explicar doenças produzidas por cheiros de coisas estragadas e podres. Durante o século XVIII e início do século XIX, as ideias sobre o miasma levaram a uma grande melhora da saúde pública, através da limpeza e da melhor ventilação nos hospitais (MARTINS, 1997).

Ademais, apesar da presença de um olhar também kuhniano (OLIVEIRA E FERNANDEZ, 2007, p. 53), Hempel desconsiderou o papel que a comunidade científica tem no estabelecimento de uma teoria científica, levando os leitores a crer que os resultados de um cientista seriam por si suficientes para aceitação e comprovação de uma teoria. Conforme afirma Praia (2002) e o próprio Kuhn (1957) a comunidade científica desempenha um papel central na aceitação de uma teoria flutuando com épocas de consenso e épocas de discordância.

Com isso, o paradigma teórico existente (teoria do miasma), aceita amplamente pela comunidade científica, se constituiu na verdade um obstáculo ao desenvolvimento e aceitação da teoria proposta por Semmelweis citado na hipótese 8 e seu alargamento, sem mencionar que o modo “pouco científico” que, segundo se subteve do relato de Hempel, Semmelweis utilizou para o descarte da hipótese cósmico-telúrica não parece ter levado em consideração com a seriedade da hipótese do miasma. Assim sendo, a mudança de uma teoria para a outra teoria não se deu e não se dá de maneira simples pressupondo que seja impessoal (traços idiossincráticos ausentes), objetiva (sem qualquer interferência subjetiva) muito menos pelo trabalho de apenas um único cientista quase genial e altruísta.

Nas hipóteses “2 (*aglomeração de grávidas na maternidade*), 3 (*diferença na dieta*) e 4 (*atenção dada pelos médicos às parturientes*)”, Hempel centra as investigações de Semmelweis no que seria a suficiente para rejeição, i.e, uma “simples” observação dos fatos. O mesmo ocorre com a hipótese 5, danos causados por *exames* grosseiros, pois o seu relato revela uma concepção indutivista da ciência (que ele chama de ampla [1974, p. 30]), a qual tem como fundamento um método científico baseado na criação de hipóteses, na observação

neutra e imparcial à espera do elemento que favoreça o surgimento da teoria certa e na verificação empírica destas hipóteses (que inclusive podem se confirmar por meio de “palpites felizes” [1974, p. 20]). Vale ressaltar que, para o relato de Hempel, subtende-se que a hipótese 2, 3, 4 e 5 não houve uma verificação direta das hipóteses, senão que sua rejeição por raciocínio que fazia uso das observações prévias e presentes dos elementos que as constituíam. Entretanto, existe um amplo consenso entre vários autores (CHALMERS, 1993; FOUREZ, 1937; HODSON, 1993; PRAIA et al, 2002) de que 1- as observações não constituem uma base segura para a construção de leis e teorias científicas, pois; 2- são dependentes de prévia teoria, experiência do observador e incluso dos aspectos idiossincráticos que atuam na eleição de teorias (em 1966, ano de publicação do livro de Hempel, estes aspectos já estavam em pleno debate e com certa clareza).

Nas hipóteses “6 (*O sino do auxiliar do padre*) e 7 (*posição do parto*)” visto que o objetivo de Hempel é conduzir o leitor a aceitar a imagem lógico-positivista de ciência via a apresentação de Semmelweis como um cientista objetivo, eticamente transparente, racional, materialista, executor de um método típico da ciência e seguidor das recomendações que a fazem um conhecimento especial. Hempel (1974) utilizou os exemplos da hipótese 6 a fim de expor também a ausência de aspectos psicológicos na ciência e, mesmo “inverossímil”, ainda assim, não descartável *a priori* por um cientista, pois que ele segue o método verdadeiro da ciência, o qual deve estar livre de subjetivismos e tendenciosidades.

Portanto, conduzindo a imagem científicista de que um cientista precisa ter um olhar super-humano (no sentido de livre dos achismos que atingem as pessoas noutras atividades) e objetivo enquanto capaz de recorrer apenas à elementos empíricos, sistemáticos e livres dos gostos pessoais (por teorias e métodos).

Na última hipótese “*teoria da matéria pútrida*” naturalmente, como alertou Oliveira e Fernandez (2007), a argumentação de Hempel conduz o leitor à conclusão de Semmelweis como supostamente a mais lógica e verdadeira porque faz uso oculto do fato de que seus leitores são contemporâneos e sabem de que microrganismo é um “fato” incontestável e, portanto, sem alertar o leitor do argumento anacrônico no convencimento (KUHN, 1957).

Sem essa teoria dos microrganismos, ou seja, sem o uso de um anacronismo, as ideias e teorias de Semmelweis não são melhores - de amplo alcance e fortemente justificadas - do que as teorias da época que foram largamente usadas e defendidas pela comunidade científica, à exemplo da teoria do miasma ou do fato de que assepsia no sentido atual era significativamente distinto na época do médico e, logo, mais próxima de limpeza. Segundo Oliveira e Fernandez (2007), analisando o relato de Hempel e a hipótese 8. A teoria de

Semmelweis pressupunha a existência de seres invisíveis e microscópios capazes de matar um ser humano ou a nossa espécie e isso, para a época, deveria parecer mais uma conversa de louco ou de ignorante do que uma proposta científica, com uso de uma concepção materialista, pois apesar da presença de microrganismos na água ser conhecida na época, não se considerava nocivos (MARTINS, 1997).

#### 1.4 A ANÁLISE DE CASO DE HEMPEL E OLIVEIRA E FERNANDEZ ENQUANTO DESCONSTRUÇÃO DE UMA ABORDAGEM INADEQUADA

A imagem de um cientista como Semmelweis, serviu para Hempel ilustrar a conduta impecável necessária a um cientista com todos os atributos epistêmicos que supostamente caracterizam o método e a natureza da ciência, como: a imparcialidade, objetividade, linearidade no progresso epistêmico, a não-necessidade de investigar o contexto de descoberta dentro da ciência (apenas o que interessa é como justificamos e não como uma hipótese surgiu), a genialidade própria do caráter do cientista, a falseação e descarte de teorias logo após sua refutação, a universalidade, evitar a precipitação e não descartar teorias sem submetê-las a testes empíricos, a dependência da experiência que a ciência tem, enfim, todos ou a maioria dos aspectos que Popper aceitou e desenvolveu para sua imagem de ciência contra uma pseudociência. Porém, ao esconder a real história do caso o autor acaba por não relatar os elementos que perfariam uma imagem adequada da natureza da ciência e do cientista a partir de Semmelweis. Oliveira e Fernandez (2007) relatam alguns dos erros epistêmicos e metodológicos cometidos por Semmelweis:

Em primeiro lugar, tendo descoberto a causa da febre puerperal e concebido um método eficaz, para a sua prevenção, seria de esperar que ele realizasse experimentos controlados, no laboratório [...]. Entretanto, tal não ocorreu. [...]. Outra decisão desfavorável refere-se ao fato de Semmelweis não ter lançado mão de uma tecnologia em franca expansão: o microscópio. [...] O terceiro ponto diz respeito ao problema da divulgação dos resultados encontrados por Semmelweis. [...] Isto, como vimos, tampouco foi feito. (OLIVEIRA e FERNANDEZ, 2007, p. 58,59).

Portanto, diferentemente do que Hempel (1974) relata, Semmelweis cometeu erros que afetaram a aceitação da sua teoria por parte, inclusive, da comunidade da época.

Outro aspecto da descrição de Hempel (1974) é que as investigações realizadas por Semmelweis eram caracterizadas como espelhos da natureza com aspectos de objetividade e

previsibilidade (RORTY, 1979). Diferentemente de uma história da ciência mais completa, que evidencia o caráter imaginativo, pessoal e imprevisível da investigação científica (BASTOS, 1998). Um exemplo é quando o autor cita que um acidente com um amigo levou Semmelweis a descoberta da teoria de contaminação por matéria cadavérica (HEMPEL, 1974, p.15), como se o gênio do cientista estivesse sempre vigilante e apto a ver aquilo que a maioria não veria e que nem ele mesmo soubesse o que era, mas que quando visse saberia de que se tratava da solução buscada.

Tal nos demonstra que a história das ciências e das ideias em geral é mais multiforme e rica do que Hempel nos apresentou visto que: “A história da ciência está cheia de “acidentes” e conjunturas e curiosas justaposições de eventos e demonstra-nos a 'complexidade de mudança humana” (FEYERABEND, 2007, p. 31,32),

Hempel (1974) argumentou a favor da necessidade da observação e da experiência para uma teoria ser comprovada, se preocupando em manter salvaguardada a objetividade científica durante este processo que servirá ou para falsear ou para corroborar a teoria. Esta imagem, muito popperiana, da ciência reduz tanto a natureza da ciência como a ideia de (s) método(s) de observação e experiência, dando-lhes o aspecto de único meio de comprovação científica confiável de modo a refletir uma imagem de procedimentos rígidos e livres dos interesses humanos via um procedimento universal, rigoroso, sistemático, neutro, objetivo, empirista, bem-sucedido e atrelado aos dados do mundo natural (CHALMERS, 1993).

Nada obstante, a comunidade científica não aceitou de pronto a suposta genialidade evidente e nem a teoria do médico, mas por razões também extremamente científicas e racionais, fez oposição. Assim, em outro exemplo usado por Hempel foi descrito que uma comissão tinha sido nomeada para investigar o assunto, porém é omitido que no resultado obtido a comunidade científica não confiava nas investigações realizadas por Semmelweis e nos procedimentos empregados. A comissão apresentou outra resposta para o problema da febre (OLIVEIRA E FERNANDEZ, 2007), a saber, que era causada pelos exames grosseiros, realizados pelos estudantes de medicina e, logo, após a diminuição desses estudantes na maternidade a mortalidade decresceu, ou seja, não necessariamente fruto das recomendações do médico em pauta e, assim, os números de redução de casos eram sustentados por argumentos mais convincentes que o de uma teoria sobre um mundo de seres *invisíveis aos olhos humanos* (OLIVEIRA E FERNANDEZ, 2007).

No término do seu relato Hempel (1974) deixa a impressão de êxito de Semmelweis em suas pesquisas e da cura e prevenção para a febre puerperal sob uma visão de incontestes

evidência da certeza e genialidade que todo cientista precisa possuir quase que por origens substancialmente genéticas. Como afirma Oliveira e Fernandez (2007):

Com um pouco de imaginação, pode-se conceber também que com isso Semmelweis tenha se consagrado, como cientista e benfeitor da humanidade, recebendo então as merecidas honrarias. Dessa perspectiva, o caso pode ser lido como um episódio de epopeia da ciência, em que o herói, Semmelweis, com a lança do método científico, mata o dragão da febre puerperal (OLIVEIRA e FERNANDEZ, 2007,p.55).

Entretanto, como já relatado, a realidade foi bem diferente do que se deixou imaginar pelo relato de Hempel. Novamente a história recortada transmite uma imagem positivista da ciência e até prejudicial àqueles que tenham interesse pela ciência. Hempel fez uma descrição sucinta, sem relatar o contexto em que envolveu o caso histórico, sem qualquer tipo de questão social ou política que ocorria na época e nem os problemas éticos envolvidos caso Semmelweis estivesse certo. O que reforça a ideia de uma ciência neutra, objetiva, sem interesses pessoais, distante de problemas éticos durante e após a pesquisa, gloriosa para com seus heróis. A ciência tradicional de Hempel, assim, dividiria o mundo em dois: de um lado, o mundo humano e imperfeito, regido por contradições e dúvidas psicológicas, por regras e leis criadas pelos humanos para os humanos, por regras imprecisas e voláteis; mas do outro lado, há o mundo natural regido por regras fixas, não influenciadas pelas idiossincrasias, a espera de serem apenas descobertas e, portanto, que é indiferente aos homens (OLIVEIRA E FERNANDEZ, 2007).

Deste modo, Hempel (1974) não revelou as reviravoltas no caso histórico de Semmelweis, principalmente as grandes dificuldades na aceitação da sua teoria pela comunidade científica da época por razões que eram tanto estritamente científicas, como éticas, políticas e sociais as quais envolviam o contexto na época. Silva e Mattos (2015) estabelecem algumas razões de natureza teórico-experimental e de natureza institucional para o insucesso da aceitação da teoria de Semmelweis:

1) A ausência de testes experimentais. [...] 2) A falta de generalização da hipótese. De acordo tanto com muitos críticos e como também com alguns defensores, Semmelweis não teria conseguido generalizar sua hipótese e, portanto, ela explicaria apenas alguns casos particulares (Carter, 1983, p. 42) [...] 3) A incompatibilidade entre a hipótese de Semmelweis e a etiologia aceita da febre do pós-parto.[...] 4) Ausência de publicações. Semmelweis não publicou seus estudos em uma revista médica. [...] 5) A relação com a comunidade médica. A hipótese de Semmelweis, por conter implicações para a comunidade médica – uma vez que, de acordo com a hipótese, a matéria cadavérica era conduzida pelas mãos dos médicos. [...] 6) A relação

de Semmelweis com a autoridade no Hospital de Viena. A hipótese de Semmelweis era vista, pelo diretor de obstetrícia do Hospital de Viena, Johann Klein, como solidária ao desenvolvimento de uma nova mentalidade da comunidade médica e, portanto, uma ameaça ao conservadorismo por ele adotado (Nuland, 2005, p. 107-108). [...] 7) A prioridade quanto à profilaxia. Semmelweis estava no epiciclo de uma disputa acerca de prioridade quanto à profilaxia da febre do pós-parto; médicos britânicos, mesmo não aceitando a etiologia de Semmelweis (pois aceitavam a tese do contágio), prescreviam os mesmos métodos de prevenção (SILVA e MATTOS, 2015, p. 93-96).

Portanto, um relato mais completo da história da febre puerperal, evidencia a complexidade da natureza da ciência, pela multiplicidade de relações da ciência com a sociedade, a cultura e a política. Logo, a exclusão desses fatos da história garantiu a Hempel (1974) o sucesso da sua teoria, de sua visão filosófica e implicitamente transmite a imagem positivista da ciência e de método que, não raramente, ainda encontramos nas escolas e universidades (GIL-PEREZ et al, 2001).

Lembra-nos Oliveira e Fernandez (2007), que a teoria de Semmelweis não obteve aceitação, o que deixou o médico frustrado, além de que os anos seguintes da sua vida foram conturbados até a sua precoce morte em 1865 aos 47 anos de idade e mesmo após a sua morte não houve qualquer reconhecimento de sua teoria. Apesar de tentar esclarecer em seu livro de que os médicos não tinham intensão na transmissão das doenças, sua teoria pesava sobre os médicos as implicações dos procedimentos de autópsia, que levaram a morte de várias mulheres (SEMMELEWEIS, 1983).

Semmelweis sofreu com a rejeição de tal forma que afetou sua saúde, existiram várias controvérsias em relação a causa da sua morte: suicídio, infecção acidental pela febre puerperal ou agressão física brutal no asilo (OLIVEIRA e FERNANDEZ, 2007).

O que nos parece mais atraente: uma história dogmática e engessada ou uma história viva e próxima das questões que movem a humanidade? Uma adequada história de Semmelweis e sua teoria da febre puerperal revela uma história mais rica e interessante cheia de reviravoltas, diferente do que Hempel (1974) narrou em seu livro apenas para sustentar sua preferida visão sobre a ciência.

## 1.5 IMPLICAÇÕES PARA O ENTENDIMENTO DA CIÊNCIA

Como podemos perceber na análise do relato de Hempel (1974) da febre puerperal, toda narrativa da história da ciência apresenta elementos que configuram um entendimento do que é e de como funciona a ciência, existindo, portanto uma teia de relações entre a história e

a natureza da ciência. Nesse sentido, quando a História da ciência é inserida no ensino de ciências de maneira adequada, ela contribui para a formação de uma imagem de ciência também adequada e não-deformada.

“Atualmente, na educação científica quando História das ciências é utilizada, em geral, se tem uma narração que carrega uma visão deformada da ciência, marcada por uma concepção positivista que se distancia do que seja ciência realmente” (GIL-PEREZ et al 2001, p.126).

Portanto, uma visão deformada da ciência, transmitida por uma história carregada por características positivistas e, de tal modo, desprovida dos fatores econômicos, sociais, individuais e políticos que a envolve, induz a concepções equivocadas sobre o desenvolvimento científico e simplifica a ciência pela simplificação de seus aspectos e atores (FEYERABEND, 2007). Logo, devemos evitar que qualquer história fabricada seja válida, opondo-se a qualquer inserção distorcida da construção do conhecimento científico (MARTINS, 1998) e, assim, ensinarmos ciência com o recurso de uma história tão completa quanto possível acerca de sua dinâmica e riqueza processual epistêmica, não separando os contextos de descoberta do de justificação.

Se fizermos isso, os grandes medos que os professores de ciências possuem para evitar uma abordagem da ciência com o formato de história mais rico serão desconstruídos, a saber, são estes os argumentos/medos:

Os contextos específicos em que os cientistas trabalhavam são de difícil compreensão para os alunos de hoje; o uso de relatos históricos é fator de confusão, pois expõe o aluno a ideias, problemas, conceitos, teorias e métodos que já foram descartados ou substituídos por outros; O uso de relatos históricos é fator de desmotivação, pois o aluno está interessado em conhecimentos atualizados e não em conhecimentos que já caíram em desuso (BASTOS, 1998, p.56,57).

Desta maneira, tal como afirmou Bastos (1998), muito contrário aos argumentos/medo, uma história das ciências adequada, ao menos segundo os experimentos realizados em escolas, tem as condições e oferece as ferramentas corretas para uma aprendizagem menos reducionista e simplista da ciência, enfatizando as dimensões histórico-sociais do processo de produção do conhecimento científico e também os problemas internos da luta de teorias propostas, sendo por isso eficaz para que os estudantes tenham uma compreensão mais crítica e realista acerca da ciência, ajudando-os a desmistificar os aspectos disseminados por uma visão positivista da ciência que ainda hoje perduram (BASTOS, 1998).

Portanto, podemos entender que uma abordagem reducionista da história das ciências compromete o entendimento da natureza da ciência, conduzindo estudantes à visões equivocadas sobre a ciência, esse é um dos motivos geradores da já identificada crise no ensino de ciências, é o que analisaremos no próximo capítulo.

## 2. CAPÍTULO II - CRISE NO ENSINO DE CIÊNCIAS

### 2.1 INTRODUÇÃO

Assustadoramente, uma crise mundial no ensino de ciências foi documentada na década de noventa, mas identificada como fortemente existente desde a década de oitenta (MATTHEWS, 1992). Desde então, alerta-se para a necessidade de repensar a ciência escolar, a fim de realimentar o gosto dos estudantes pela ciência e, com isso, contribuir para uma educação científica mais crítica, reflexiva, filosófica e historicamente contextualizada. Para tanto, é indispensável conhecer os aspectos que envolvem essa crise na educação em ciências, a fim de compreender seus impactos e implicações, a partir dos quais seja possível articular as redefinições no ensino de ciências no combate a essa crise.

Assim, o objetivo desse capítulo é compreender a crise no ensino de ciências e entender sua abrangência educacional e social, apresentando apenas o cenário já delineado pela literatura da área. Para tanto, vamos expor como os diferentes autores identificam essa crise e suas implicações para a formação do professor e para o ensino de ciências.

### 2.2 ANALISANDO O CENÁRIO DE CRISE

Durante as aulas de disciplinas científicas (no nível fundamental o ensino de ciências e no ensino médio: física, biologia, química) os professores têm a oportunidade de ensinar aos estudantes sobre a ciência e não apenas sobre alguns conteúdos da área. No entanto, este ensino tem se realizado sob critérios questionados por diversos autores, a exemplo do ensino baseado numa ciência de conclusões em vez de processos (cf. COBERN, 2000). Outros autores ainda escrevem que a compreensão dos professores de ciências sobre a própria imagem da ciência é fundamentalmente inadequada (GIL-PÉREZ et al, 2001). Consequentemente, estes casos acabam por transmitir uma imagem equivocada da ciência.

Desse modo, muitas vezes, os estudantes acabam por se distanciarem da ciência por considerá-la impessoal e aborrecedora (FOURÉZ, 2003). Assim, engrossam as estatísticas de estudantes que não se interessam e, até mesmo, se evadem de cursos e disciplinas científicas. Essa é apenas a razão mais perceptível, na sala de aula, de uma crise instalada no ensino das ciências. Freire Jr. (2002, p. 16) caracterizou a crise no ensino de ciências como:

- 1- Pré-concepções inadequadas de estudantes e professores sobre a natureza da ciência;
2. Esvaziamento das aulas de ciências;

3. Diminuição do interesse dos estudantes pelas carreiras de ciências e tecnologia;
4. Universitários com visões equivocadas sobre a ciência e a tecnologia.

Assim, as *pré-concepções inadequadas* tanto de estudantes, quanto de professores e até mesmo futuros docentes, está caracterizada pela imagem positivista e empirista lógico da ciência e do desenvolvimento científico (GIL-PÉREZ et al, 2001). A consequência disso é que os estudantes não têm interesse em estudar a ciência sendo esta também uma das razões do *esvaziamento das aulas de ciências*.

Gil-Pérez et al (2001) realizaram um estudo sobre as concepções de um grupo de professores de ciências sobre a natureza da ciência e análise de artigos sobre educação científica/didática das ciências relacionados com as deformações sobre a natureza da ciência, reuniu e organizou as informações em um conjunto de sete deformações da ciência:

1. Concepção empírico-indutivista e ateórica, que destaca o papel “neutro” da observação e da experimentação.
2. Visão rígida (algorítmica, exata, infalível, ...), apresenta-se o “método científico” como um conjunto de etapas a seguir mecanicamente.
3. Visão aproblemática e ahistórica (portanto, dogmática e fechada), transmitem-se os conhecimentos já elaborados, sem mostrar os problemas que lhe deram origem, qual foi a sua evolução, as dificuldades encontradas.
4. Visão exclusivamente analítica, que destaca a necessária divisão parcelar dos estudos, o seu carácter limitado, simplificador.
5. Visão acumulativa de crescimento linear dos conhecimentos científicos, onde o desenvolvimento científico aparece como fruto de um crescimento linear, puramente acumulativo.
6. Visão individualista e elitista da ciência em que os conhecimentos científicos aparecem como obras de gênios isolados, ignorando-se o papel do trabalho coletivo e cooperativo.
7. Imagem descontextualizada, socialmente neutra da ciência, esquecem-se as complexas relações entre ciência, tecnologia, sociedade (CTS).

Assim, essas concepções aparecem associadas entre si, como expressão de uma imagem global ingênua da ciência que se foi decantando, passando a ser socialmente aceite (GIL-PÉREZ, et al, 2001, p.134).

No entanto, as causas desse cenário se apresentam como um conjunto de fatores, que não estão restritos as salas de aulas de ciências, como afirma Matthews (1992):

Há razões econômicas, sociais, culturais e sistêmicas complexas para essa rejeição da ciência. Estas razões estão para além do poder dos professores. Mas, também existem razões educacionais para a rejeição da ciência, as quais suas mudanças estão dentro do alcance dos professores e dos administradores (MATTHEWS, 1992, p.3, tradução nossa).

Da citação em mote, se nota que a crise no ensino de ciências possui causas políticas, sociais, econômicas e educacionais, mas que, aos alunos, professores e dirigentes educacionais restam apenas parte da solução para a crise, já que aos políticos e à política educacional cabe a outra parte (FOURÉZ, 2003).

No âmbito social, político e econômico fica clara a relação com o cientificismo, pois, a ciência é largamente difundida socialmente como uma atividade perfeita e realizada por cientistas “gênios” (HAACK, 2012), por conseguinte, acarreta nos cursos universitários uma *diminuição do interesse pela carreira de ciências e tecnologia*, pois, os estudantes consideram que a ciência e os cientistas se restringem a um mundo apartado da sociedade e, portanto, distante das suas vivências. Sobre isso Fouréz (2003) explica:

Os alunos teriam a impressão de que se quer obrigá-los a ver o mundo com os olhos de cientistas. Enquanto o que teria sentido para eles seria um ensino de Ciências que ajudasse a compreender o mundo deles. Isto não quer dizer, absolutamente, que gostariam de permanecer em seu pequeno universo; mas, para que tenham sentido para eles os modelos científicos cujo estudo lhes é imposto, estes modelos deveriam permitir-lhes compreender a “sua” história e o “seu” mundo. Ou seja: os jovens prefeririam cursos de ciências que não sejam centrados sobre os interesses de outros (quer seja a comunidade de cientistas ou o mundo industrial), mas sobre os deles próprios. É, aliás, significativo, que eles se voltem massivamente em direção aos estudos superiores ligados ao social ou à psicologia, formações das quais eles esperam ajuda para melhor compreender e viver em seu mundo. (...) os jovens de hoje parece que não aceitam mais se engajar em um processo que se lhes quer impor sem que tenham sido antes convencidos de que esta via é interessante para eles ou para a sociedade. Isto vale para todos os cursos, mas talvez ainda mais para a abstração científica. Minha geração estava pronta a assinar em branco, sem ter certeza de que o desvio pela abstração nos forneceria alguma coisa. Muitos jovens de hoje pedem que lhes seja mostrado de início a importância – cultural, social, econômica ou outra – de fazer este desvio (FOURÉZ, 2003, p. 110).

Portanto, a imagem que se transmite da ciência pode ter implicações na concepção dos estudantes, incluindo *universitários com visões equivocadas*, sobre a ciência e no interesse em aprender sobre ela. Quando a educação científica está desprovida dos seus aspectos sócio-políticos e culturais, então todo o entendimento sobre a ciência fica prejudicado, por

consequente, nesse cenário de crise, como afirma Matthews surgem altos índices de analfabetismo científico:

Estudos científicos de analfabetismo revelam uma situação que é culturalmente alarmante, não apenas porque indicam que uma grande percentagem da população não conhece o significado de conceitos científicos básicos e, por isso, têm pouca ou nenhuma ideia de como a natureza funciona e como a tecnologia trabalha, mas porque eles sugerem disseminação de visões anticientíficas e pensamento ilógico (não seria melhor raciocínios em vez de pensamentos?). A defesa da ciência nas escolas é importante, pra não dizer necessária, para a saúde intelectual da sociedade (MATTHEWS, 1992, p.3 tradução nossa).

Assim, os altos níveis de analfabetismo científico que atingem a população se refletem nas decisões éticas relacionadas com as questões científicas:

Problemas como poluição ambiental, surgimento de bactérias multirresistentes, alimentos com alto teor de agrotóxicos, prejudicam a qualidade de vida de populações humanas e não humanas. Muitos estudos apontam necessidades e tentativas de melhorias na educação científica, para que os cidadãos estejam aptos a agir para solução ou redução dos problemas sócio-científicos atuais (CONRADO et al, 2013, p. 803).

Nesse sentido, a sociedade passa por um momento crítico, pois, não estão preparados para analisar criticamente as interferências sociais da ciência e da tecnologia na sociedade, estando reféns das decisões dos políticos e da própria ciência. Não se trata das pessoas terem um temor infundado sobre a ciência, mas de uma relação de conhecimento mínimo necessário para compreender o alcance social da ciência (HAACK, 2012). No entanto, notadamente, em uma sociedade globalizada em que os alcances da ciência e da tecnologia abrangem a maior parte da população, os cidadãos, incluindo estudantes universitários, não estão preparados para participar ativamente de debates políticos de cunho essencialmente científico, como afirma Fouréz:

Notemos, enfim, que, para a maior parte dos cidadãos, a única coisa que importa verdadeiramente é o desenvolvimento tecnológico. Se perguntamos na rua quais são os grandes avanços recentes das ciências, a resposta gira em torno de técnicas médicas, da conquista do espaço e da informática... todas disciplinas que os cientistas classificariam mais como tecnológicas do que científicas (FOURÉZ, 2003, p. 112).

Não é de surpreender que o Estado, diante desse cenário de analfabetismo científico, seja bem mais tímido do que deveria em favorecer a formação crítica dos cidadãos, tornando-

os capazes de responder adequadamente as decisões científicas que envolvem a sociedade. Isso por que, de acordo com Fouréz (2003), os dirigentes do mundo estão mais preocupados com as dimensões técnicas e econômicas desse problema.

Paralelamente, como os governantes, lembra Fouréz (2003) que os pais dos alunos também possuem responsabilidades na alimentação ou enfraquecimento da crise do ensino de ciências, na medida em que, dão maior ou menor importância aos aspectos técnicos e mercadológicos da formação. Fouréz (2003, p.112) destaca este lugar dos pais dentro da crise do ensino das ciências e explica como os pais atuam na formação dos seus filhos através da cobrança sobre o que e como ensinar. Na modernidade Kant também se referia ao risco desse tipo de atuação dos pais no ensino, dizendo que aos pais preocupava principalmente “que seus filhos façam boa figura no mundo” (1999, p.22).

Assim, entende-se que, além dos fatores epistêmicos, existem fatores econômicos, políticos e culturais envolvidos nesse cenário de crise do ensino de ciências. No entanto, em que posição se encontra o professor? Qual o seu papel nesse panorama? Se, por um lado, “A importância do professor de ciências nesse tempo é especialmente vital (MATTHEWS, 1992 p.3)”, por outro lado, ele sozinho não é suficiente (FEYERABEND, 2007). A seguir analisaremos a formação do professor de ciências nesse cenário.

### 2.3 CRISE NO ENSINO DE CIÊNCIAS X FORMAÇÃO DO PROFESSOR DE CIÊNCIAS

Diante da situação identificada, os professores de ciências necessitam de uma preparação que lhes permitam tentar combater eficazmente os aspectos que causam a crise no ensino de ciências. Entretanto, Fouréz argumenta que existe uma defasagem entre a formação dos professores de ciências e as exigências da contemporaneidade para o ensino das ciências, embora, não ignoremos o fato de que, no século XIX, já havia uma preocupação com as possíveis consequências de se ensinar ciências fora de uma abordagem histórica e filosófica da ciência<sup>2</sup>.

Visto que, a história e a filosofia da ciência, são apontadas como bases fundamentais para amenizar a crise (MATTHEWS, 1995), “não é de se surpreender, em um tal contexto,

---

<sup>2</sup> Segundo Matthews (1995, p.169), ao citar Jenkins (1989), tanto o duque de Argyll (Presidente da Associação Britânica para o Progresso da Ciência) quanto o físico Ernest Mach defenderam no século XIX um ensino de ciências permeado por história e epistemologia da ciência.

que os professores de ciências se sintam tão desprovidos face à crise do ensino de sua disciplina” (FOURÉZ, 2003, p. 111).

Sem o entendimento histórico e filosófico suficientes, os professores, na busca para diminuir a falta de motivação dos estudantes em estudar ciência, buscaram ofertar novas didáticas, acreditando que esta seria a melhor resposta. No entanto, essa saída não resolveu o problema da motivação, porque, de acordo com a proposta que este trabalho sustenta, uma mudança na didática não ataca o problema central da motivação, a saber: a própria inclusão e também a maneira de relacionar filosofia, sociologia e história com o ensino de ciências, conforme afirma Fouréz:

Perto do que fazia ainda minha geração, os jovens de hoje parecem que não aceitam mais se engajar em um processo que se lhes quer impor sem que tenham sido antes convencidos de que esta via é interessante para eles ou para a sociedade. Isto vale para todos os cursos, mas talvez ainda mais para a abstração científica. Minha geração estava pronta a assinar em branco, sem ter certeza de que o desvio pela abstração nos forneceria alguma coisa. Muitos jovens de hoje pedem que lhes seja mostrado de início a importância – cultural, social, econômica ou outra – de fazer este desvio (FOURÉZ, 2003, p. 110).

Portanto, os professores de ciências precisariam saber conectar os aspectos epistêmicos da ciência com as questões sociais, culturais, políticas e econômicas. Esta proposta, contraria o modelo vigente que pretende para os licenciandos uma formação mais técnica, conforme o que afirma Fouréz:

Ora, a formação dos licenciados esteve mais centrada sobre o projeto de fazer deles técnicos de ciências do que de fazê-los educadores. Quando muito, acrescentou-se à sua formação de cientistas uma introdução à didática de sua disciplina. Mas nossos licenciados em ciências, como nossos regentes de então, quase não foram atingidos, quando de sua formação, por questões epistemológicas, históricas e sociais (FOURÉZ, 2003, p.111).

Nesse sentido, de acordo com a citação em mote, o mais adequado seria que a formação inicial e continuada oferecesse fundamentos epistemológicos e históricos da ciência, pois fornece aos professores as bases adequadas sobre a ciência, ajuda a fundamentar suas aulas e a compreender a ciência como atividade humana. A partir daí fica mais claro como conectar, com as questões dos estudantes. Sobre isso Matthews afirma:

Muitos têm argumentado que HFS deveria fazer parte da formação dos professores de ciências a publicação britânica Relatório Thompson de 1918

já dizia que algum conhecimento de história e filosofia da ciência deveria ser parte da bagagem intelectual de todo professor de ciências de escola secundária (p. 3). Um argumento a favor da HFS é o fato de esta promover um ensino de melhor qualidade (mais coerente, estimulante, crítico, humano, etc.). Esse argumento vantajoso não é o único: pode-se argumentar a favor de um professor que tenha conhecimento crítico (conhecimento histórico e filosófico) de sua disciplina mesmo que esse conhecimento não seja diretamente usado em pedagogia há mais em um professor do que apenas aquilo que se pode ver em sala de aula (MATTHEWS, 1995, p. 189).

Assim, ao menos algum conhecimento de história e filosofia da ciência é necessário para a formação dos professores de ciências. Como recomenda Gil-Pérez, sobre a epistemologia:

É nossa convicção, pois, que o conhecimento de epistemologia torna os professores capazes de melhor compreender que ciência estão a ensinar, ajuda-os na preparação e na orientação a dar às suas aulas e dá um significado mais claro e credível às suas propostas. Tal conhecimento ajuda, e também obriga, os professores a explicitarem os seus pontos de vista, designadamente sobre quais as teses epistemológicas subjacentes à construção do conhecimento científico, sobre o papel da teoria, da sua relação com a observação, da hipótese, da experimentação, sobre o método, e ainda aspectos ligados à validade e legitimidade dos seus resultados, sobre o papel da comunidade científica e suas relações com a sociedade (GIL-PÉREZ et al, 2001, p. 128).

Portanto, um conhecimento sobre história e filosofia das ciências é essencial como parte da formação inicial e continuada de alunos e dos professores de ciências a fim de minimizar a atual crise no ensino de ciências, como recomenda Matthews (1995, p. 197): “o seu sucesso dependerá, em primeiro lugar, de introduzir-se cursos de história e filosofia da ciência apropriada à formação dos futuros professores e também dos profissionais já atuantes”.

### 3. CAPÍTULO III. IMPORTÂNCIA DA HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

#### 3.1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a disciplina História das Ciências tem sido reconhecida por filósofos e educadores como uma área fundamental para atender as finalidades atuais da educação em ciências: promover tanto a aprendizagem dos conceitos científicos, quanto uma compreensão adequada sobre a ciência (MATTHEWS, 1992).

De acordo com este entendimento a cerca do tema, podemos argumentar que a história das ciências constitui uma valiosa ferramenta de aprendizagem, pois apresenta a construção das teorias científicas por meio da demonstração dos processos e desenvolvimentos de ideias, formulação, debate e estabelecimento de teorias. Ademais, a inserção de uma abordagem contextualizada da história das ciências, por carregar uma imagem do que é ciência e uma concepção filosófica própria, favorece uma interpretação mais adequada sobre o que é a ciência, seus objetivos, métodos e suas inter-relações internas e externas (KUHN, 1957).

Assim, o objetivo geral desse capítulo é compreender como a história das ciências pode contribuir para amenizar a já identificada crise no ensino de ciências e, logo, como tem sido usada enquanto saída desta crise (FOURÉZ, 2003; MATTHEWS, 1992,1995). Como objetivos específicos temos, o de evidenciar como uma abordagem contextualizada e menos partidária possível da história das ciências pode favorecer a formação de uma imagem equilibrada da ciência, promovendo uma alfabetização científica e a criticidade dos estudantes e demonstrar as vantagens pedagógicas para o ensino e a aprendizagem dos conteúdos científicos e para uma adequada fundamentação das práticas pedagógicas dos professores em suas aulas de ciências (MATTHEWS, 2012).

Para tanto, no primeiro tópico vamos entender como que ao longo da história ocorreu a reaproximação entre as disciplinas da História e da Filosofia das Ciências e a Educação em Ciências. Posteriormente, vamos compreender como uma história das ciências mais contextual e menos partidária possível favorece a construção de uma imagem mais adequada da ciência (GIL-PÉREZ et al, 2001) pela demonstração dos embates entre teorias e o papel da comunidade científica em sua aceitação (KUHN, 1957). E também dos aspectos externos (sociais, econômicos, políticos e culturais do contexto histórico). Esta abordagem leva em conta a motivação, o estabelecimento, e o financiamento para aceitação de uma teoria científica.

No terceiro tópico analisaremos se o receio dos professores contra a inserção de um tipo específico de história no ensino de ciências (Abordagem contextualizada [FREIRE JR., 2002, p.28]) possui algum fundamento. Especificamente será analisado se a História das Ciências está pautada nos seguintes rótulos: 1- confunde, 2- é de difícil compreensão e 3- desmotiva (BASTOS, 1998). Defenderemos que a história das ciências ao contrário desses argumentos pode enriquecer o ensino, contribuindo para uma maior compreensão dos conceitos científicos (FREIRE JR., 2002). Como estudo de caso demonstramos como o ensino da teoria da evolução proposta por Charles Darwin com a utilização do contexto histórico de estabelecimento da teoria, podem tornar o ensino da evolução mais atrativo, ajudar na compreensão e aprendizado do conteúdo, contribuindo assim para uma imagem mais adequada de natureza da ciência, além de favorecer uma aprendizagem significativa.

E no último tópico vamos destacar as contribuições do ensino do erro científico, através de uma história das ciências sensível ao contexto, para o entendimento mais honesto da natureza da ciência e, portanto, uma compreensão mais autêntica da ciência como uma atividade humana.

### 3.2 APROXIMAÇÕES TEÓRICO-DIDÁTICAS ENTRE A HISTÓRIA E FILOSOFIA DAS CIÊNCIAS E O ENSINO DE CIÊNCIAS

A educação em ciências atualmente exige que os estudantes não apenas entendam dos conceitos científicos já elaborados e do conhecimento de conteúdos específicos das disciplinas científicas, mas apontam para a necessidade de um entendimento crítico sobre a ciência (ADURIZ-BRAVO e ARIZA. 2012).

As finalidades “renovadoras”, que se foi desenhando no último quarto do século XX e continuam afinando-se no século XXI, propõem que o ensino de ciências se dirija para que o estudante dê sentido a alguns fenômenos relevantes do mundo real, tenha contato com produtos intelectuais valiosíssimos do acervo cultural humano, emita juízos de valor sobre a atividade científica como seus alcances e seus limites, e tome decisões “informadas” em matéria sócia científica (ADURIZ-BRAVO e ARIZA. 2012, p. 82 tradução nossa).

De acordo com esses autores, e com base em um texto referencial do Matthews (1995) ficou mais forte a necessidade de aproximação entre a <sup>3</sup>História e Filosofia das Ciências e o

---

<sup>3</sup> Nesse tópico o nome História e Filosofia das Ciências está se referindo as disciplinas, por esse motivo vem escrito com letra inicial maiúscula, quando utilizado com iniciais minúsculas se refere a descrição histórica.

ensino de ciências para atender a essas novas exigências da educação científica. Entretanto, apesar do reconhecimento amplamente aceito da importância de fundamentar teórica e didaticamente a educação em ciências através da inserção da História e Filosofia das Ciências, essa aproximação não se desenvolveu de modo linear (FREIRE JR, 2002, p. 14).

### 3.2.1 O percurso da reaproximação

A História das Ciências é uma área interdisciplinar que surgiu desde a antiguidade clássica, porém, firmou-se como área autônoma somente na década de sessenta do século XX (DEBUS, 1991). De acordo com Freire Jr. (2002) os argumentos a favor da inserção da história e da filosofia da ciência são quase tão antigos quanto à introdução do ensino de ciências:

O Duque de Argyll, discursando na Associação Britânica para o Avanço da Ciência, em 1856, sustentava que “o que nós queremos no ensino para os jovens não são apenas meros resultados, mas os métodos, e acima de tudo, a história da ciência [...]” (FREIRE JR. 2002, p.14).

No entanto, até o final dos anos oitenta o ensino de ciências se desenvolveu completamente dissociado da História e Filosofia das Ciências. Segundo Freire Jr. (2002), dentre os fatores responsáveis por esse distanciamento temos a psicologia behaviorista na educação acerca do predomínio de uma abordagem enfatizada sobre a especialização e tecnicismo.

Nesse período de distanciamento com o ensino de ciências, a Filosofia da ciência ou Epistemologia da ciência se estabeleceu como área de investigação da ciência e a História das Ciências se firmou como campo disciplinar.

Vários fatores contribuíram para o desenvolvimento dessas áreas, podemos destacar as aplicações técnicas derivadas da ciência desde o século XIX, após a segunda Guerra Mundial, que suscitaram a necessidade de compreender a relação da ciência com a sociedade (FREIRE JR. 2002). Além desses, cabe citar fatores como as necessidades intelectuais e conceituais ligadas a ampliação de certas disciplinas científicas, as necessidades sociais advindas principalmente da crescente influência que a ciência e a tecnologia passaram a ter nas sociedades contemporâneas e o trauma que permaneceu decorrente do uso da tecnologia tanto na guerra, quanto em desastres ambientais, as quais motivaram no século XX a conscientização da inevitabilidade de compreender os aspectos científicos e tecnológicos por meio dos estudos da História e Filosofia das Ciências (FREIRE JR. 2002).

Contudo, até esse momento, a História e Filosofia das Ciências não se aproximavam da educação, o entendimento de como essas áreas poderiam se relacionar ainda estava distante.

Somente na década de noventa, com a enorme ascensão da ciência e da tecnologia na sociedade ficou clara a necessidade social de uma análise crítica da atividade científica no âmbito educacional e, portanto, da História e Filosofia das Ciências para uma adequada compreensão, a partir de então ocorreu uma “reaproximação” - termo usado por Matthews (1992, p.4) - entre essas áreas. Sobre esse caso disse Aduriz-Bravo e Ariza:

As aproximações teóricas entre a Filosofia, História e a didática das ciências não foram percebidas de forma explícita até os finais dos anos oitenta, tal como sinaliza Richard Duschl (1985) quando depois de várias décadas de um desenvolvimento mutuamente excludente dessas disciplinas, durante o avanço das propostas construtivistas, início da década de noventa, é que as aproximações começaram a dar-se de forma sustentada e sistemática (Matthews, 1992). Nos últimos vinte anos surge no campo das didáticas uma extensa e ativa área de investigação, inovação, docência e extensão, conhecida pelo acrônimo inglês “*HPS*” (*History and philosophy of science for science teaching*) como área de investigação, inovação, docência e extensão, hoje consolidada como um campo específico de trabalho (ADURIZ-BRAVO e ARIZA, 2012, p. 81 tradução nossa).

Assim, o percurso de reaproximação entre a História e Filosofia das Ciências e o ensino de ciências encontrou apoio maior nos anos 90 tanto didático, quanto social, permitindo a consolidação da área, sendo reconhecida atualmente como campo específico de trabalho indispensável ao ensino de ciências.

Matthews (1995) aponta que um dos elementos que corroboram para essa reaproximação é a preocupação internacional em reduzir a identificada crise no ensino de ciências.

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 (MATTHEWS, 1995, p. 165).

Logo, a necessidade de diminuir a crise no ensino de ciências foi um fator que impulsionou ainda mais as aproximações didáticas, já que a História e a Filosofia das ciências ajudam a compreender a ciência como uma atividade humana.

De acordo com Freire Jr. (2002), essa reaproximação recebeu um grande impulso teórico da Psicologia da Aprendizagem que, ao romper com visões ingênuas sobre o processo de ensino/aprendizagem, mudou o desafio educacional, o qual deixa de ser a transmissão de conteúdos e passa a ser a busca por estratégias que favoreçam uma aprendizagem efetiva.

Portanto, a reaproximação entre a História e Filosofia das Ciências e o ensino de ciências, foi facilitada tanto pela consciência e a necessidade de amenizar o que se tem denominado de crise na educação em ciências, quanto pela emergência de novos referenciais teóricos na investigação em ensino de ciências.

A inserção de componentes históricos no ensino de ciências como uma ferramenta metodológica nos currículos dos cursos de ciências, já tem ocorrido em vários países da Europa e nos Estados Unidos com uma incorporação mais abrangente de temas da história, filosofia e sociologia das ciências. (MATTHEWS, 1995).

De acordo com Portocarrero (1994) o Brasil ainda acompanha de longe o crescimento internacional da Filosofia e História das Ciências. Mesmo assim, no cenário nacional já é possível ver a importância da relação entre as áreas, a exemplo do que se orienta nos Parâmetros Curriculares Nacionais:

Esses conhecimentos dos estudantes, que anteriormente não eram levados em conta no contexto escolar, passaram a ser objeto de particular atenção e recomendações. A História da Ciência tem sido útil nessa proposta de ensino, pois o conhecimento das teorias do passado pode ajudar a compreender as concepções dos estudantes do presente, além de também constituir conteúdo relevante do aprendizado (BRASIL, 1998 p.21).

Infelizmente, de modo geral o Brasil ainda se encontra atrasado no tema, principalmente se comparado com o cenário internacional, em que os debates atualmente giram em torno da geração de material didático histórico e filosoficamente embasados, nas reformas dos currículos de ciências e na formação de professores. Para Freire Jr. (2002) essa realidade do ensino de ciências no Brasil é agravada, ainda mais, pelas nossas grandes deficiências no terreno social.

Para Boas (2013) a discussão sobre a inserção da história das ciências foi encerrada, ficando em seu lugar a orientação geral de Matthews de que a história precisa ser inserida no ensino de ciências.

Entretanto, ainda existem muitas discussões em torno da utilização da história das ciências, permanecendo um desafio para os cursos de graduação e para os próprios formadores dos futuros professores de ciências da educação básica “construírem e sustentarem espaços e componentes curriculares que sejam capazes de contribuir efetivamente para o uso da história das ciências como ferramenta para a educação em ciências” (ALMEIDA e FARIAS, 2011, p. 474).

De acordo com Freire Jr. (2002) a defesa em favor da inserção da história das ciências está associada a uma abordagem contextualizada/liberal da ciência e do conhecimento: “considerar o caráter dinâmico e vivo dos diversos processos e contextos éticos, filosófico e tecnológico” (p.27), contrário a uma abordagem reducionista que simplifica a história da ciência pela apresentação apenas dos resultados. Como argumenta Portocarrero, contra as simplificações da história:

Não se trata de uma história factual, linear e neutra, que obedeceria aos ideais de descrever os fatos com objetividade total, seguindo uma sequência casual e cronológica, mas uma história arqueológica e genealógica. Tal história, não obedece à noção de uma sucessão progressiva, linear e gradual, mas a continuidades e descontinuidades (PORTOCARRERO, 1994, p. 46).

Portanto, uma visão deformada da ciência, transmitida por uma história carregada por características positivistas e, de tal modo, desprovida dos fatores econômicos, sociais, individuais e políticos que a envolve, induz a concepções equivocadas sobre o desenvolvimento científico e "simplifica a ciência pela simplificação" de seus aspectos e atores (FEYERABEND, 2007, p. 34).

Matthews discute a inserção da História e da Filosofia da Ciência (HFC) no ensino escolar das ciências:

Os que defendem HFC tanto no ensino de ciências como no treinamento de professores, de uma certa forma, advogam em favor de uma abordagem contextualista, isto é, uma educação em ciências, onde estas sejam ensinadas em seus diversos contextos: ético, social, histórico, filosófico e tecnológico; o que não deixa de ser um redimensionamento do velho argumento de que o ensino de ciências deveria ser, simultaneamente, em e sobre ciências (MATTHEWS, 1995, p.166).

De acordo com Freire Jr. (2002, p. 28) a abordagem contextualizada é relativamente recente na educação em ciências e precisa, por isso, enfrentar um duplo desafio: convencer cientistas e educadores da sua relevância e avançar na identificação dos problemas que podem dificultar sua efetiva inserção na prática educacional, bem como limitar sua eficácia como estratégia visando à alfabetização científica.

Logo a associação da educação em ciências com da história das ciências constitui atualmente um debate frutífero necessário para uma fundamentação de práticas pedagógicas que auxiliem na redução da crise no ensino de ciências, contribuindo para a formação adequada da natureza da ciência em que os estudantes possam dar opiniões informadas sobre as decisões científicas, entendendo suas relações sócio-político-econômicas, além de conectar com suas vivências, o que favorece a efetiva aprendizagem.

### 3.3 NATUREZA DA CIÊNCIA E HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS: PARA UMA IMAGEM ADEQUADA DA CIÊNCIA.

Alan F. Chalmers em sua famosa obra, *O que é Ciência afinal? (1993)*, traz a tona um debate contemporâneo entre grandes filósofos da ciência para desmitificar uma visão superestimada da ciência, amplamente aceita, assim tipificada pelo autor:

Conhecimento científico é conhecimento provado. As teorias científicas são derivadas de maneira rigorosa da obtenção dos dados da experiência adquiridos por observação e experimento. A ciência é baseada no que podemos ver, ouvir, tocar etc. Opiniões ou preferências pessoais e suposições especulativas não têm lugar na ciência. A ciência é objetiva. O conhecimento científico é conhecimento confiável porque é conhecimento provado objetivamente (CHALMERS, 1993, p. 23).

Essa é uma concepção comum, disseminada não apenas entre a população e a mídia, mas também entre alunos e professores, apesar de uma vasta literatura levantar objeções, inclusive sobre o conceito de objetividade (DASTON e GALISON, 2010; PICKERING, 1984). Gil Pérez et al (2001) aborda esta questão do seguinte modo:

As concepções dos docentes sobre a ciência seriam, pois, expressões dessa visão comum que os professores de ciências aceitariam implicitamente devido à falta de reflexão crítica e a uma educação científica que se limita, com frequência, a uma simples transmissão de conhecimentos já elaborados – retórica de conclusões. Isso não só secundariza as características essenciais do trabalho científico, mas também contribui para reforçar algumas visões deformadas, como o suposto carácter “exato” (logo dogmático) da ciência, ou a visão aproblemática, etc. Desse modo, a imagem da ciência que os

professores (e muitos cientistas) possuem diferencia-se *pouco*, ou melhor, não suficientemente, das que podem ser expressas por qualquer cidadão, e afasta-se das concepções atuais sobre a natureza da ciência (GIL PÉREZ et al, 2001, p.135).

Essa concepção ingênua da ciência foi se disseminando até se tornar comum, reforçada pela educação científica seja de maneira ativa ou passiva, “nomeadamente, de natureza empirista e indutivista que se afastam claramente das que a literatura contemporânea considera fundamentais a propósito da produção científica e do que significa hoje a ideia de ciência” (PRAIA e et al, 2002, p. 129).

Essa visão da natureza da ciência é um dos fatores que fundamentaram a crise no ensino de ciências (FREIRE Jr. 2002, p.16), uma vez que as concepções dos professores sobre a ciência têm implicações no modo como a ensinam, como argumenta Praia et al (2002, p. 128) sobre a relação dos conhecimentos epistemológicos dos professores com suas práticas pedagógicas: “É nossa convicção, pois, que o conhecimento de epistemologia torna os professores capazes de melhor compreender que ciência estão a ensinar, ajuda-os na preparação e na orientação a dar às suas aulas(...)”. Por esse motivo Matthews (1992) adverte que o ensino de ciências precisa ser acompanhado do conhecimento *sobre* a ciência. Essa perspectiva engloba uma aprendizagem da natureza da ciência.

Moura (2014, p.38) define a Natureza da Ciência “como um conjunto de elementos que tratam da construção, estabelecimento e organização do conhecimento científico”. Isto pode abranger desde questões internas, tais como método científico e relação entre experimento e teoria, até outras externas, como a influência de elementos sociais, culturais, religiosos e políticos na aceitação ou rejeição de ideias científicas.

De acordo com Aduriz-Bravo e Ariza (2012) nos últimos anos cresceu o interesse no âmbito das didáticas da ciência pela linha de investigação chamada “NOS” (em inglês *Nature of Science*) - Natureza da Ciência:

Este reconhecimento da NOS como núcleo importante do ensino de ciências também começa a produzir-se em outros campos profissionais acerca da nossa disciplina: especialistas nas próprias metaciências, investigadores educacionais, cientistas em atividade, formadores de formadores, projetores do currículo de ciências, divulgadores e periódicos científicos e professores de ciências dos diferentes níveis educativos (ADURIZ-BRAVO e ARIZA 2012, p. 83, tradução nossa).

Assim, a *NOS* é uma área de investigação meta-científica que permite uma compreensão crítica e equilibrada sobre a ciência, pois, “agrupa saberes que servem como

ferramenta intelectual para poder pensar criticamente sobre a ciência, no âmbito da formação de pessoas cientificamente educadas” (ADURIZ-BRAVO e ARIZA, 2012, p. 84, tradução nossa).

Contudo, compreender o que é a ciência não é tarefa fácil, uma simples descrição geral não revela as características acerca do que envolve a natureza da ciência.

Nesse sentido Aduriz-Bravo e Ariza (2012) recomendam a integração da filosofia e da história das ciências para uma compreensão da natureza da ciência, pois essa provê apoio e sustenta os fundamentos e dinâmicas da educação científica. Especificamente a história das ciências apresenta em si mesma a construção do conhecimento científico e isso fornece subsídios acerca da natureza da ciência, tais como o caso da febre puerperal, da disputa astronômica galileana e do descobrimento da febre amarela.

Em sua análise Moura (2014) menciona uma ampla quantidade de trabalhos que abordam a história e a filosofia da ciência como alternativa para compreensão da natureza da ciência e conseqüentemente para o ensino de ciências:

[...] podemos dizer que há uma estreita relação entre natureza da Ciência e História e Filosofia da Ciência, principalmente quando se fala na discussão de propostas de se contextualizar a educação científica. Os conteúdos históricos e filosóficos têm sido utilizados como um potencial recurso pedagógico para trabalhar aspectos do desenvolvimento da Ciência, o que é corroborado pela significativa quantidade de trabalhos nesta interface (MOURA, 2014, p.43).

Ao avaliar essa relação, Matthews (1995) destaca o amplo consenso internacional da necessidade de integrar a história e a filosofia, destacando o Projeto 2061 da Associação Americana para o Progresso da Ciência (AAAS) e do novo Currículo Nacional Britânico de Ciências:

O Conselho Britânico de Currículo Nacional afirma que: “os estudantes devem desenvolver seu conhecimento e entendimento sobre como o pensamento científico mudou através do tempo e como a natureza desse pensamento e sua utilização são afetados pelos contextos sociais, morais, espirituais e culturais em cujo seio se desenvolvem” (NCC, 1988, p. 113) (MATTHEWS, 1995, p. 167).

Uma das razões, segundo Matthews (1995) para incluir algum conhecimento sobre a história das ciências é fornecer exemplos concretos que dão sentido ao funcionamento do conhecimento científico. Diferentemente da concepção ingênua de caráter empírico e indutivista, a história das ciências está repleta de episódios que demonstram o real processo de

construção do conhecimento científico, portanto pode ajudar a equilibrar a imagem da natureza da ciência.

Responder o que é a ciência apesar de não haver uma resposta simples, pode ser facilitada pela história das ciências, como disciplina, complementada junto com a filosofia, que tem uma compreensão filosófica da natureza da ciência. Assim a história das ciências:

*1. Ajuda a desmistificar as concepções distorcidas sobre a ciência:* Uma visão rígida, perfeita, elitista e neutra da ciência é facilmente desmascarada pela história das ciências, ao observarmos os episódios científicos de crises, erros e revoluções, sem contar com a intrínseca relação ciência-sociedade. A história das ciências demonstra uma ciência complexa e plural que como toda atividade humana é falível, imperfeita, cheia de condicionantes e que por isso mesmo, “desafia uma análise baseada em regras que tenham sido estabelecidas de antemão e sem levar em consideração as condições sempre cambiantes da história” (FEYERABEND, 2007, p. 33). Portanto, uma dada história das ciências é capaz de transformar a visão dominante da ciência.

*2. Auxilia no alcance a uma alfabetização científica enriquecida:* A perspectiva atual da educação está em torno de uma alfabetização científica, de acordo com Matthews (2012) a alfabetização científica pode ser interpretada como uma “compreensão e apreciação da natureza da ciência incluindo sua história, metodologia e inter-relações com a cultura” (p. 13). Entendendo que a toda história das ciências carrega uma imagem de ciência, se torna imprescindível à inserção de episódios históricos contextualizados e mais completos e menos tendenciosos possíveis para uma compreensão adequada dos aspectos da natureza da ciência.

*3. Permite compreender como o conhecimento científico foi historicamente construído:* Se há algo de interessante no desenvolvimento científico é justamente seu processo dinâmico e abundante. Através dos caminhos de uma dada história entendemos a construção do conhecimento científico, enquanto “um longo processo que percorre caminhos sinuosos” (PRAIA e et al, 2012, p. 131). À luz da história das ciências é possível perceber que a compreensão da natureza da ciência não se dá por um cientista isolado e nem é tarefa simples, conforme Gil-Pérez 2001:

Insiste-se, por isso, em que toda a investigação e procura de dados vêm marcados por referentes teóricos - paradigma, numa terminologia de sentido

kuhniano - ou seja, por visões coerentes e articuladas, aceites pela comunidade científica e que orientam, pois, a investigação. É preciso insistir na importância dos paradigmas conceptuais e das teorias, como origem e fim do conhecimento científico (Bunge, 1976), num processo complexo, não redutível a um modelo definido de mudanças científicas (Estany, 1990), que inclui eventuais rupturas, mudanças revolucionárias (Kuhn, 1971) do paradigma vigente num determinado domínio e o aparecimento de novos paradigmas teóricos (GIL-PÉREZ et al, 2001, p. 136).

Portanto, a história das ciências ajuda a compreender o papel da comunidade científica na aceitação e estabelecimento de uma teoria e também de como o trabalho científico envolve lutas entre teorias, a exemplo do embate histórico entre geocentrismo e heliocentrismo.

Assim, podemos perceber que a história das ciências constitui um elemento importante para o entendimento da ciência, podendo, nesse sentido, ser uma ferramenta didática para os professores de ciências utilizarem em sala de aula. Além desse aspecto, cabe lembrar, tal qual encontramos no texto de Bastos (1998), de que uma certa abordagem da história da ciência auxilia no aprendizado dos conceitos científicos melhorando sua compreensão da ciência, facilitando o entendimento do conteúdo e motivando os alunos a estudar ciência, é o que esclareceremos no próximo tópico desse capítulo.

### 3.4 VANTAGENS DA HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS: MELHORA A COMPREENSÃO, FACILITA E MOTIVA

Um ensino de ciências contextualizado com menos memorização de conceitos, nomes e fórmulas talvez seja uma das perspectivas educacionais mais almejadas atualmente, a fim de minimizar a crise no que tange a falta de interesse dos alunos pela ciência. Nesse sentido, a história das ciências pode auxiliar nessa tarefa, pois, “promove uma compreensão melhor dos conceitos científicos por traçar seu desenvolvimento e aperfeiçoamento” (MATTHEWS, 1995, p. 172). Conforme Lopes (1993) a história das ciências,

assume, então, papel preponderante no trabalho pedagógico de construção racional, combatendo um ensino centrado no que Bachelard (1975) denomina empirismo da memória: retemos os fatos, mas esquecemos (porque não aprendemos) as razões. Pretender ensinar pelo ato de mostrar *como* as coisas são, colocando os alunos diante de *dados*, e não de *raciocínios*, implica, necessariamente, nessa memorização compulsória e, a bem dizer, inútil (LOPES, 1993, p.327).

Assim a utilização da história das ciências como ferramenta didática pode ajudar na significação dos conceitos científicos e na consolidação desses conceitos durante o ensino do

seu desenvolvimento, sendo assim, o trabalho dos professores para aumentar a motivação e interesse dos estudantes pela ciência pode ser facilitado. No entanto, os professores ainda encontram dificuldades para usar a história das ciências em suas aulas, sendo que a primeira dificuldade para a não inserção da história e da filosofia da ciência nas aulas de ciências é uma preparação inadequada dos professores de ciências (CARVALHO, 2001; MATTHEWS, 1995). Logo, sua inserção ainda esbarra em concepções e argumentos dos professores sobre a história das ciências.

As dificuldades dos professores de relacionar a ciência com as questões sócio-político-econômicas para que se aproximem das vivências dos estudantes, para atingir as exigências da legislação e as mudanças da educação atual, está relacionado com sua formação. De acordo com Fouréz (2003) sua formação fez, grosso modo, um impasse sobre a maior parte dos preceitos que permitiriam analisar o sentido de um trabalho científico. Há também uma defasagem entre a formação e as exigências da situação.

Logo, nesse caminho ainda existem muitos obstáculos, não existe uma fórmula mágica que de repente dê significação a todos os conteúdos científicos, como afirma Martins (2007):

A simples consideração de elementos históricos e filosóficos na formação inicial de professores das áreas científicas – ainda que feita com qualidade – não garante a inserção desses conhecimentos nas salas de aula do ensino básico, tampouco uma reflexão mais aprofundada, por parte dos professores, do papel da HFC para o campo da didática das ciências. As principais dificuldades surgem quando pensamos na *utilização* da HFC para fins didáticos, ou seja, quando passamos dos cursos de formação inicial para o contexto aplicado do ensino e aprendizagem das ciências (MARTINS, 2007, p.115).

De acordo com Bastos (1998) um dos obstáculos apontados pelos professores para a não inserção de uma história das ciências são os argumentos de que:

Os contextos específicos em que os cientistas trabalhavam são de difícil compreensão para os alunos de hoje; o uso de relatos históricos é fator de confusão, pois expõe o aluno a ideias, problemas, conceitos, teorias e métodos que já foram descartados ou substituídos por outros; O uso de relatos históricos é fator de desmotivação, pois o aluno está interessado em conhecimentos atualizados e não em conhecimentos que já caíram em desuso (BASTOS, 1998, p.56,57).

Esses argumentos contra a história das ciências (difícil, confunde e desmotiva), não se sustentam quando os professores se propõem a utilizar uma história contextualizada. Experimentos realizados nas escolas com a história das ciências têm demonstrado ao contrário

desses argumentos, tal como encontrou Bastos (1998) em que os alunos no final do curso mostraram-se mais interessados pela ciência, afirmaram entender melhor o assunto da febre amarela e disseram não ter dificuldade na aprendizagem. O mesmo foi encontrado nos estudos de Robles-Piñeros e Baptista (2015) com o ensino de taxonomia:

Em termos de apropriação das informações os estudantes mostraram-se dispostos na abordagem do tema no contexto de tempo e espaço de cada proposta e fazendo relação com cada característica da espécie (...). No processo de desenvolvimento de um curso de taxonomia baseado na abordagem histórica foi possível evidenciar um alargamento da visão dos estudantes sobre a ciência nas palavras de Cobern (1996) sobre os estudantes e um alargamento conceitual sobre tópicos do curso; ao invés dos estudantes terem um relacionamento conceitual, eles podem fazer um reconhecimento do contexto histórico de desenvolvimento da ciência e ter um perfil do movimento conceitual no processo de caracterização dos conteúdos (ROBLES-PIÑEROS E BAPTISTA, 2015, p. 23, tradução nossa).

Assim, como constatado pelos autores citados acima, uma história das ciências contextualizada auxilia no processo de ensino e aprendizagem: i) Quando o professor utiliza adequadamente em suas aulas a história científica do conteúdo, o estudante tem contato com as questões que moveram os cientistas, isso *facilita* o entendimento do estudante sobre a ciência; além disso, ii) a história demonstra o desenvolvimento dos conceitos e das teorias, o que proporciona uma *compreensão* mais completa dos conceitos; iii) dando significado ao conteúdo, pois, demonstrando as questões sócio-políticas envolvidas na pesquisa científica torna o ensino mais interessante e *motiva* os estudantes a estudar, pois, as situações apresentadas são mais próximas da sua realidade cotidiana ou da realidade do coletivo a que pertencem.

Robles-Piñeros e Baptista concluíram a favor da inserção da história da ciência como ferramenta didática pelos motivos de que:

O uso da história da ciência como recurso didático permite fazer um processo de humanização da ciência e conecta os estudantes com problemas sociais, políticos, moral e históricos da construção do conhecimento científico, além disso, contribui para uma compreensão mais completa da matéria científica como a taxonomia, permitindo não só uma simples memorização dos conceitos (ROBLES-PIÑEROS e BAPTISTA, 2015, p.25, tradução nossa).

De acordo com Aduriz-Bravo e Ariza (2012) o objetivo instrumental da história da ciência é promover a aprendizagem dos conteúdos científicos, na fundamentação dos currículos de ciência e na formação inicial e continuada dos professores de ciências.

Superando os preconceitos, nas aulas de ciências o professor poderá considerar suas propostas de aulas baseadas na história das ciências, a fim de facilitar o entendimento da ciência, melhorar a compreensão dos conceitos científicos e tornar mais atrativa suas aulas. Cada conteúdo da ciência possui sua história de formulação, entender isso é compreender tanto a ciência quanto seus conhecimentos, além disso, pela colocação das lutas, crises e inter-relações, aproxima os estudantes da ciência. O exemplo da teoria da evolução proposta por Charles Darwin, quando dado um tratamento histórico contribui para a aprendizagem, é o que será demonstrado no tópico a seguir.

### 3.5 EXEMPLO DE CASO DA TEORIA DA EVOLUÇÃO: COMO A HISTÓRIA E FILOSOFIA DAS CIÊNCIAS PODEM ENRIQUECER O ENSINO E A APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS

Charles Darwin (1809-1882) com sua famosa obra, *Origem das espécies (1859)* revolucionou o pensamento científico da época e atualmente suas ideias sobre a origem e a evolução das espécies biológicas embasam grande parte do entendimento biológico. Evidentemente, esse é um conteúdo essencial para o ensino de biologia, pois, é a base para vários outros conteúdos/disciplinas científicas (taxonomia, ecologia, geologia, paleontologia, etc.).

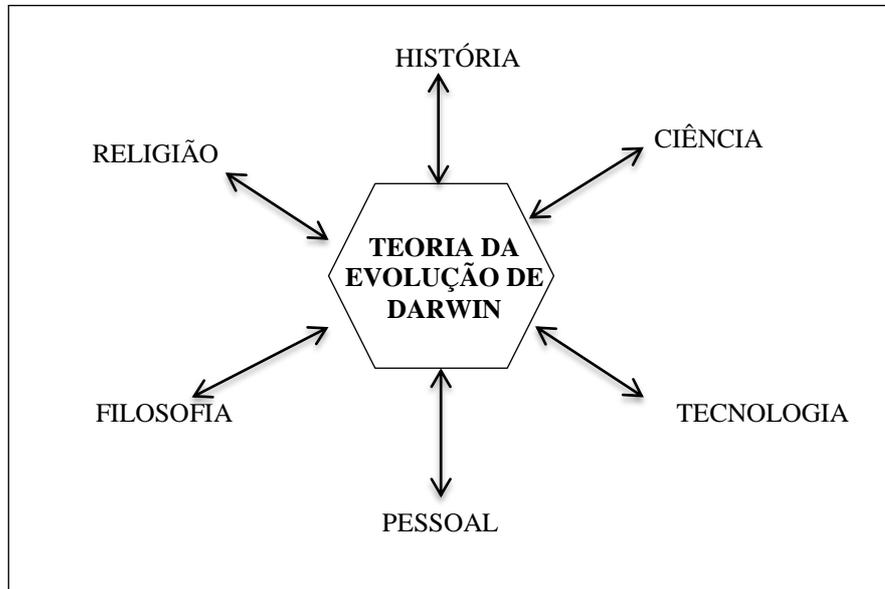
No entanto, no ensino de ciências a teoria da evolução, predominantemente, é apresentada sem o contexto histórico, conseqüentemente, muitos dos estudantes não se sentem motivados em estudar o tema ou até mesmo causa rejeição, devido a um ensino por mera transmissão de conteúdo, possuir caráter dogmático e ser “retórico de conclusões” (Cobern, 2000, p. 220). Contrariamente, o objetivo desse tópico é mostrar que o conhecimento da história dos estudos da teoria da evolução e o entendimento das questões filosóficas que envolvem essa teoria científica podem tornar o ensino da evolução mais atrativo, ajudar na compreensão dos conteúdos, no entendimento da natureza da ciência e na contextualização da ciência com a política, a cultura e a sociedade.

#### 3.5.1 A teoria da evolução e suas interações

A teoria evolutiva proposta pelo naturalista Charles Darwin influenciou e sofreu influência sociais, políticas, religiosas e também científicas. A partir disso, estabelecemos a integração da evolução com a religião, a história, a filosofia, a ciência, a tecnologia e com a

própria subjetividade. O seguinte diagrama representa a possibilidade de integração da teoria da evolução:

Figura1: Diagrama da interação entre a teoria da evolução e outras áreas do conhecimento.



Fonte: Elaboração dos autores

Assim, analisaremos as interações mais intensas em cada uma das relações.

### 3.5.1.1 História (contexto sócio-político-econômico) <—> Teoria da Evolução

Historicamente a teoria da evolução foi uma revolução científica, mas essa história é muito mais viva e intensa do que normalmente é contada nas aulas de ciências. Ao analisarmos, primeiramente o contexto político-econômico europeu do século XIX, marcado pelo desenvolvimento do capitalismo industrial concorrencial, principalmente na Inglaterra, percebemos que Darwin sofreu influência das ideias, justamente de um economista: Thomas Malthus. Na afirmativa de Malthus a população humana cresce em progressão geométrica, enquanto que os recursos e a disponibilidade de alimentos crescem em progressão aritmética, o que conseqüentemente levaria a uma disputa por recursos, pensamento condizente com a situação econômica da época (FREITAS, 1998).

Assim, Darwin fez uso de parte dos conceitos de Malthus para estabelecer a relação da luta pela sobrevivência entre os seres vivos, a fim de explicar tanto o surgimento de indivíduos melhores aptos, quanto às variações vantajosas (DARWIN, 1993). Nesse sentido,

podemos afirmar que os conceitos malthusianos sobre o grande crescimento populacional criaram uma instrumentação favorável para Darwin desenvolver a teoria das espécies, como afirma o próprio Darwin em seu livro *Origem das Espécies* (1859):

A luta pela existência entre os seres organizados em todo o mundo, luta que deve inevitavelmente fluir da progressão geométrica do seu aumento em número. É a doutrina de Malthus aplicada a todo o reino animal e a todo o reino vegetal. Como nascem muito mais indivíduos de cada espécie do que possivelmente sobrevivem, como por consequência, a luta pela existência se renova a cada instante, segue-se que todo ser que varia, ainda que leve, de maneira a torna-lhe aproveitável para si, sobre as variantes condições de vida será provavelmente selecionada, este ser é também objeto da seleção natural (DARWIN, 1993, p.21).

Apesar de tentar pautar-se na doutrina malthusiana já conhecida, a teoria evolucionista de Darwin fugia bastante das concepções de Malthus:

[...] o princípio malthusiano apenas, não nos garante que hajam sobreviventes e nada nos diz sobre a natureza dos organismos e de suas relações, tal como visualizadas na “luta pela existência” darwiniana. Nessa, a depreender-se do traço que Darwin lhe atribui como mais importante- não apenas a vida do indivíduo, mas seu sucesso em deixar descendência – encontra-se o critério para a avaliação da “variação em aptidão” e seu resultado mais significativo, na tarefa de explicar a “origem das espécies” (REGNER, 2000, p. 348).

Sendo assim, Darwin utiliza o princípio de progressão geométrica de Malthus para pautar seu conceito sobre a alta taxa de crescimento das espécies. Entretanto, posteriormente, desdobra esse princípio dizendo existir um número infinito de variações onde aquelas variações que fossem herdáveis aptas, ou seja, úteis, seriam selecionados. Ademais, Malthus não fala sobre as interações entre os indivíduos e as condições ambientais que conduziriam de acordo com Darwin, a luta pela existência:

A luta pela existência resulta inevitavelmente da rapidez com que todos os seres orgânicos tendem a aumentar. Todo o indivíduo que, durante natural de vida, produz muitos ovos ou muitas sementes, deve sofrer destruição em algum período da sua existência ou durante uma estação qualquer, porque de outro modo, no princípio do aumento geométrico, o número dos seus descendentes tornar-se-ia desmedidamente que nenhum país as poderia alimentar. Também como nascem mais indivíduos do que podem viver, deve existir, em cada caso, luta pela existência, quer com outro indivíduo da mesma espécie, quer com indivíduos de espécies diferentes, quer com as condições físicas de vida (DARWIN, 1993, p. 91).

Portanto, no seu livro *Origem das espécies* (1859) Darwin procurou utilizar as ideias propagadas e aceitas da época. Nesse contexto sócio-político-econômico, vale ressaltar que algumas concepções da teoria de Darwin agradaram aos capitalistas, que difundiram a ideia de superioridade de algumas (poucas) classes em detrimento da maioria da população. Com a alegação de que, neste modelo de sociedade, só há espaço de crescimento financeiro para poucos, os ditos mais aptos, e que aos menos aptos, restariam os trabalhos com menor remuneração. Assim, a teoria darwinista, com seus conceitos de competição, seleção natural e sobrevivência dos mais aptos, foi rapidamente difundida e apropriada (mesmo que de maneira distorcida) pela burguesia inglesa (FREITAS, 1998).

Portanto, ao analisarmos a história do percurso da teoria da evolução de Darwin, conseguimos compreender as interferências e influências para a formulação, aceitação/recusa das ideias propostas pelo autor. Sendo assim, o contexto histórico em que se estava inserido contribuiu para a enorme repercussão de sua teoria, o que, portanto demonstra que a história da ciência constitui um elemento fundamental para o esclarecimento das condições externas (sociais, políticas e econômicas) que envolvem a ciência e interferem no seu desenvolvimento.

### 3.5.1.2 Religião <—>Teoria da Evolução:

No século XIX a religião tinha forte influência, tanto na sociedade quanto na ciência (visto que a relação social é parte inerente da ciência) e a explicação religiosa criacionista sobre a origem das espécies por meio da intervenção e ordem divina era amplamente aceita (FREITAS, 1998). Logo, a teoria de Darwin, por defender uma seleção aleatória, confrontava o relato bíblico da criação (se interpretado literalmente), rebatendo ainda, a concepção de que o homem era a obra-prima da criação, ou seja, uma visão religiosa antropocêntrica. Cabe destacar que este confronto não se dar sobre a noção criacionista em si, mas apenas sobre a noção bíblica criacionista (MAGALHÃES, 1998). Assim, Darwin precisou direcionar suas ideias para enfraquecer as concepções destes criacionistas<sup>4</sup> e fundamentalistas bíblicos, do contrário, não seriam suficientes para aceitação social e científica, como o próprio Darwin afirma em seu livro a *Origem das espécies* (1859):

---

<sup>4</sup> Na interpretação bíblica dos criacionistas fundamentalistas o relato sobre a criação no livro de Gênesis deve ser entendido de forma literal. Enquanto que existem outras interpretações bíblicas sobre a criação, portanto, a teoria darwiniana da criação não afronta diretamente todos os cristãos, mas apenas esses criacionistas fundamentalistas.

Em primeiro lugar, nada pode parecer mais difícil do que acreditar no aperfeiçoamento dos órgãos e dos demais complexos instintos, que não sejam por meios superiores, posto que análogos a razão humana, mas por acumulação de inúmeras e ligeiras variações todas vantajosas ao seu possuidor individual. Contudo, esta dificuldade ainda que parecendo insuperável a nossa imaginação, poderia ser considerada como válida... (DARWIN, 1993, p. 612).

Assim, Darwin precisava romper com esses entendimentos para que sua teoria tivesse uma maior aceitação, o que demonstra a influência da religião no desenvolvimento do conhecimento científico.

Como previsto, ao publicar sua teoria, houve debates e revoltas por parte da religião, as quais influem até hoje nas discussões sobre a teoria darwiniana. Ao longo dos anos ocorreram algumas modificações nos posicionamentos dos religiosos, em função de fatores culturais e científicos, tal como vemos no quadro abaixo.

Quadro I  
Reações Religiosas a Darwin na Grã Bretanha e Estados Unidos no período anterior à publicação do livro *Origem das espécies* (1859) até os dias atuais

PERÍODO	REAÇÕES RELIGIOSAS- GRAN BREITANHA E ESTADOS UNIDOS (Clérigos, teólogos e protestantes)
Anterior a publicação do <i>Origem das Espécies</i> (1859)	Consideravam uma investigação científica como companheira da Bíblia para ilustrar a glória do Criador.
Publicação do <i>Origem das Espécies</i> (1859)	Muitos passaram a denunciar a obra como um ataque aos princípios fundamentais da religião. Embora alguns religiosos mantivessem postura favorável a Darwin e sua teoria.
Posterior à publicação	Alguns católicos e protestantes se utilizaram das ideias dos antievolucionistas para apresentar o trabalho de Darwin como não científico. A favor do Desenho Inteligente.
Publicação do livro <i>Origem do Homem</i> (1871)	Aumentaram as reações religiosas e os debates ficaram mais intensos.
Final do século XIX e início do XX	Como a comunidade científica já apoiava largamente a teoria darwiniana, alguns religiosos exigiam reconstrução das crenças religiosas, enquanto outros concluíam que aceitar a hipótese seria abandono das doutrinas religiosas.
1920 até os dias atuais	Discussões entre crentes que abraçam a evolução e aqueles que a rejeitam continuam gerando debates.

Fonte: Roberts (2017).

De acordo com Roberts (2017), no período anterior ao *Origem das Espécies* (1859), muitos clérigos e teólogos cientistas da Grã Bretanha e dos Estados Unidos foram favoráveis à investigação científica e até mesmo utilizavam os dados científicos para defender a existência de um criador divino. No entanto, a partir da divulgação da teoria darwiniana esses defensores religiosos denunciaram o “*Origem das espécies*” (1859) como um ataque contra os princípios fundamentais da religião.

Vele ressaltar que nem todos os pensadores religiosos compartilhavam da mesma hostilidade à teoria de Darwin a exemplo do católico inglês John Henry Newman (1801-

1890), o protestante Asa Gray (1810-1888) e o clérigo anglicano Charles Kingsley (1819-1875) que se declararam favoráveis à teoria da evolução das espécies de Charles Darwin (ROBERTS, 2017).

O fato de no período historiadores naturais desconsiderarem as ideias de Darwin sobre a hipótese da hereditariedade foi usado por muitos religiosos para condenar a teoria darwiniana como refutada e se esforçavam para mostrar o trabalho de Darwin como não científico, se apoiando nas ideias dos cientistas chamados antievolucionistas (ROBERTS, 2017).

Diante dessa reviravolta outros elementos foram surgindo:

Em 1863 tanto o geólogo Charles Lyell (1797-1875), conhecido como o bulldog de Darwin, o zoólogo Thomas Henry Huxley (1825-1895) publicaram livros que enquadravam a origem da humanidade em um marco conceitual evolucionista. [...] Até os finais da década de 1860 e os princípios da seguinte apareceram alguns trabalhos importantes de arqueologia e antropologia que descreviam a civilização humana no início da história humana como bastante primitiva e sustentavam que o desenvolvimento subsequente era o resultado de um processo gradual e de evolução cultural. [...] Quando Darwin optou em 1871 por romper com seu silêncio autoimposto sobre o tema da origem da humanidade com os volumes do *Origem do homem e a seleção em relação com o sexo*, se encontrou em meio a uma polêmica que estava em marcha (ROBERTS, 2017, p.120-121, tradução nossa).

Assim, ao longo dos anos o ambiente de discussão entre evolução e religião ganhava mais elementos, as ideias divulgadas pelos partidários de Darwin, as investigações da arqueologia e da antropologia serviram de ambientação para as concepções darwinianas sobre a origem e evolução da humanidade. Diante disso, a hostilidade dos religiosos a Darwin aumentaram, principalmente porque o livro *Origem do homem (1871)* parecia colocar em dúvida o status privilegiado do homem na criação divina.

Posteriormente, aos anos de 1865, como praticamente todos os historiadores naturais apoiavam a teoria da evolução orgânica, isto porque, anteriormente a Darwin, os cientistas já se esforçavam para diminuir o domínio das concepções sobrenaturais nas teorias científicas, sobre uma perspectiva da razão (ROBERTS, 2017).

Nos finais do século XIX e início do século XX, a conversão de historiadores naturais e da hipótese da transmutação levou clérigos, teólogos e outros crentes da Grã Bretanha e dos Estados Unidos a mudarem significativamente sua análise sobre a teoria darwiniana, exigindo algumas reconstruções de crenças religiosas para fazer delas ideias mais concernente à evolução. No entanto, outros religiosos, principalmente evolucionistas protestantes,

mantinham sua posição e se dedicaram a defender o processo de variação cada vez mais sofisticada ao desenho inteligente (ROBERTS, 2017), descrito posteriormente no texto.

Durante os anos seguintes várias estudos da história natural começavam a apoiar a teoria darwiniana, no entanto, as posições religiosas permaneciam. Mas, a partir de 1920 as opiniões dos membros da comunidade religiosa se dividiram, principalmente por causa da preocupação com a credibilidade e influência cultural, alguns religiosos consideravam necessário harmonizar o pensamento religioso com as ideias da evolução (ROBERTS, 2017).

No decorrer da história, vários episódios marcaram os embates religiosos e da evolução também no campo jurídico e educacional. Vejamos:

Em 1995 houve em Tennessee a aprovação pela assembleia legislativa, da lei Butler, que declarava ser ilegal o ensino da evolução da espécie humana naquela localidade. (...) essa lei durou até 1997 e somente em 1998 o Supremo Tribunal dos EUA declarou inconstitucional. (...) Ainda assim, os embates continuavam, na tentativa de equilibrar o criacionismo ao evolucionismo os criacionistas formularam a lei 590 chamada de trato equilibrado que conduzia o debate entre as duas concepções no mesmo patamar epistemológico e teórico. Contudo, também foi declarada inconstitucional, mesmo assim foi aprovada pelo estado de Mississippi (SANCHÉZ-RON, 2007, p. 174).

Esses são alguns dos exemplos que marcaram os embates da teoria da evolução com a religião estendidas para o ensino de ciências, o que reforça a influência da religião sobre o debate científico.

Em 1990 surgiu a ideia do *design inteligente*, com a publicação do panfleto antievolucionista, *Juízo a Darwin* (1990) de Phillip E. Johnson. Uma alternativa do criacionismo na tentativa de abarcar a teoria darwinista (NUMBERS, 2017). Essa teoria defende que o darwinismo, mesmo sendo bastante coerente e verossímil, é insuficiente para a compreensão da vida e da evolução como um todo. Posteriormente, baseado nas ideias propostas por Michael Behe no livro *A caixa Preta de Darwin* publicado em 1996, os defensores do design inteligente, argumentavam que as estruturas celulares são tão complexas que não poderiam ter evoluído, de forma tão perfeita, ao acaso e que portanto, seria necessário que houvesse um caminho a seguir, um projeto, um *design* funcional a ser alcançado (ÁVILA, 2008).

Quem desenhou? Essa pergunta dava sustentação novamente aos criacionistas os quais tinham logo como resposta pronta: “*os escritos bíblicos para que Deus fosse considerado o autor a criação*”. “Com isso, o velho criacionismo ganha um *status* de saber científico na

figura do *design inteligente* e, assim, pode disputar com o darwinismo o papel de detentor do conhecimento a cerca da origem das espécies e da vida” (ÁVILA, 2008, p.4).

Portanto, podemos perceber que existe uma influência da religião para com a teoria de Darwin e essa influência a religião. Uma relação cheia de reviravoltas e embates que se estendem até os dias atuais e que podem ser conhecidos através da história da ciência.

### 3.5.1.3 Ciência <—> Teoria da Evolução

Frente à comunidade científica da época, a teoria evolutiva também passou por debates, pois, neste campo houve questionamentos que a teoria proposta por Darwin não poderia responder, como a idade da Terra e a transmissão das características dos progenitores para as futuras gerações (FREITAS, 1998).

A teoria de Darwin ganhou também proporções em várias áreas da ciência, mais profundamente em vários entendimentos da biologia (Morfologia Comparada, Embriologia Descritiva, Paleontologia e Biogeografia). Porém, inicialmente repercutiram com as teorias biológicas sobre a origem e evolução das espécies, principalmente porque a teoria vigente era do fixismo.

As explicações fixistas que, no mundo ocidental, foram aceites sem discussão até meados do século XVIII, vários cientistas defendiam que as diferentes espécies, uma vez surgidas, se mantinham inalteradas ao longo do tempo (CORRÊA et al, 2010).

Para Darwin seria conveniente que a ideia do fixismo fosse enfraquecida, assim, sua teoria ganharia maior sustentação diante do criacionismo. E apesar, de não possuir argumentos convincentes, Darwin procurou em seu livro a *Origem das espécies (1859)* debater contra o fixismo:

Estou plenamente convencido que as espécies não são imutáveis; estou convencido que as espécies que pertencem ao que chamamos o mesmo gênero derivam diretamente de qualquer outra espécie ordinariamente distinta, do mesmo modo que as variedades reconhecidas de uma espécie, seja qual for, derivam diretamente desta espécie (DARWIN, 1993, p.18).

As afirmações acima demonstram a tentativa de Darwin para convencer seu leitor de que as espécies não são fixas, para enfraquecer o fixismo e dessa maneira fortalecer sua teoria.

Além da biologia outra ciência que influenciou fortemente a teoria evolucionista foi a geologia: Influenciado pelas ideias do geólogo Charles Lyell, contidas no livro *Princípios de*

*Geologia (1830)*, no qual existia uma sugestão da teoria geológica diferente das ideias do catastrofismo da época. O catastrofismo dizia que a formação da Terra se dava a partir de sucessivas catástrofes naturais, o que dava sustentação ao criacionismo no qual a última catástrofe teria sido o dilúvio.

Com as ideias de Lyell, segundo as quais, a estrutura da Terra foi gerada a partir de mudanças lentas, Darwin passou a realizar observações sobre a estrutura geológica da Terra. Darwin registrou atentamente e com exímio rigor suas observações, cujas anotações se tornaram importantes contribuições para a Geologia. Na introdução do seu livro ele afirma:

As relações geológicas que existem entre a fauna atual e a fauna extinta da América meridional, assim como certos fatos relativos à distribuição dos seres organizados que povoam este continente, impressionaram-me profundamente quando da minha viagem a bordo do navio Beagle, na qualidade de naturalista (DARWIN, 1993, p. 14).

Esses aspectos demonstram que as ciências estão envolvidas diretamente na teoria de Darwin, sofrendo influências de várias áreas do conhecimento e que, portanto, contribuíram para a aceitação da sua teoria. No entanto, Darwin não formulou sua teoria isoladamente, ao contrário, ele utilizou-se de diversas fontes e ideias dos cientistas que havia na época como as ideias de Malthus sobre a progressão geométrica, as de Lyell em relação às mudanças geológicas, da persistência dos mais aptos termo usado por M. Hebert Spencer: “A expressão usada por M. Hebert Spencer: a persistência dos mais aptos, é mais exata e algumas vezes mais conveniente (DARWIN, 1993, p. 91).”

#### 3.5.1.4 Tecnologia <—> Teoria da Evolução:

A teoria da evolução sugerida por Darwin tinha como base o princípio da Hereditariedade, ou seja, que as características dos progenitores são transmitidas para seus descendentes. No entanto, apesar de fundamentar suas explicações para a herança das características que favorecessem a sobrevivência do organismo naquelas condições ambientais, se propagasse na próxima geração e dessa forma poderia haver evolução (DARWIN, 1993). No entanto Darwin desconhecia a hereditariedade, deixando isso claro em um trecho do seu livro:

As leis que regulam a hereditariedade são pela maior parte desconhecidas. Qual razão, por exemplo, uma mesma particularidade, aparecendo em diversos

indivíduos da mesma espécie ou mesmo espécies diferentes, se transmite algumas vezes e outras não se transmitem por hereditariedade? (DARWIN, 1993, p.26).

Ainda assim, Darwin procurou demonstrar em sua teoria que a seleção natural ocorria por meio da hereditariedade:

Devido a esta luta, variações, embora leves e a partir de qualquer causa procedam, se eles são em qualquer degrau vantajoso para o indivíduo da espécie, nas suas complexas relações infinitas para outro organismo e para suas condições físicas de vida, tenderá para a preservação de tais indivíduos e geralmente herdado aos descendentes. Eu tenho chamado este princípio do qual cada leve variação, se útil, é preservada, do termo Seleção Natural (DARWIN, 1993, p. 88).

Logo um princípio que dava sustentação ao argumento da seleção natural ainda não havia sido comprovado por experimentos.

Diferentemente do que é ministrado, na maioria das aulas de evolução, apenas em 1930 com a reformulação da teoria pelos neo-darwinistas e a formulação do mecanismo da herança proposta por Gregor Mendel se permitiu uma evidência empírica para a teoria da evolução. Mendel concluiu que os padrões hereditários são determinados por fatores (genes) que ocorrem em pares em um indivíduo, mas que segregam um do outro na formação das células sexuais (gametas) de modo que qualquer gameta recebe apenas um ou outro alelo pareado. (BURNS,1991)

Somente com os avanços da Engenharia Genética que conseguiram explicar a mutação e o papel dos genes na transmissão das características hereditárias é que as ideias de Darwin ganharam maior sustentação, apoiado também pelos novos conhecimentos da paleontologia.

Logo, uma das ideias que fundamentava sua teoria, a hereditariedade, Darwin, não conseguia explicar, já que na época os conhecimentos genéticos eram mais simples. Portanto, a recusa pela comunidade científica, nesse sentido, plausível.

### 3.5.1.5 Filosofia <—> Teoria Da Evolução:

Um importante princípio da ciência, o método científico, parece ter sido ferido, visto que o momento em que Darwin trabalhou no manuscrito do seu livro das espécies foi o mesmo período em que surgiu a filosofia da ciência na Inglaterra. Assim, Darwin, sofreu várias críticas dos filósofos da ciência em relação ao método científico utilizado, como afirma Regner:

Em sua trajetória histórica, o argumento geral da *Origem das espécies* (1859) inicialmente sofreu duras críticas, por ferir os preceitos indutivos. Conforme Adam Sedwigck, em uma carta dirigida a Darwin em 24 de dezembro de 1859: “You have deserted...the true method of induction...”(Darwin, 1896, vol.II, p.43). Ou então, a crítica apontada ao caráter imaginativo de seus métodos, como o fez William Whewell (REGNER, 2000, p. 345).

Darwin teve dificuldades em identificar o método científico utilizado para a formulação de sua teoria, indução ou dedução, até mesmo em sua defesa se mostrou ambíguo, ora dizia estar seguindo os padrões Baconianos, ora dava pistas de um método dedutivo:

Reforçando essa ênfase no argumento como um todo Darwin oferece, em pontos-chaves de sua exposição, como no capítulo 4 e na conclusão, passagens que viriam a ser consagradas, contemporaneamente, nas reconstruções hipotético-dedutivas de seu argumento (REGNER, 2000, p. 346).

Definir o método utilizado era importante, o que Darwin não conseguia explicar, dando margem, portanto, às especulações que enfraqueciam seus argumentos a favor da sua teoria frente à ciência e seu livro foi revisado por filósofos, teólogos, escritores e cientistas daquela época, com considerações em sua maioria negativa. Curiosamente, essa concepção negativa se estende até os dias atuais.

Além dos aspectos de confiabilidade do método científico, as ideias darwinianas suscitaram debates filosóficos sobre ética e epistemologia. Darwin ao publicar o seu livro *Origem do homem* teve a intenção de demonstrar que os aspectos morais e intelectuais humanos teriam origem evolutiva, como afirma Roberts:

No intento de demonstrar que algumas das qualidades intelectuais, espirituais e morais do ser humano podiam ser entendidas dentro de um contexto evolutivo, Darwin usou das estratégias entrelaçadas. Em primeiro lugar, buscou persuadir seus leitores de que as diferenças mentais entre a espécie humana e os animais superiores eram mais de grau do que de classe, mostrando que esses animais superiores possuíam em forma incipiente numerosos dotes mentais - faculdades e atitudes como a capacidade de melhorar, a habilidade de usar ferramentas e inclusive os impulsos religiosos- que com frequência se haviam considerados distintamente humanos. Em segundo lugar, através de um processo de reconstrução imaginativa Darwin tratou de evidenciar que a posse de um sentido moral pela humanidade, que é considerada como a maior e mais elevada diferença entre o homem e os animais inferiores, podia ser explicada, exclusivamente, pela história natural (ROBERTS, 2017, p.121-122).

Assim a teoria evolucionista proposta por Darwin suscitou debates de cunho filosófico sobre a humanidade, como a moralidade e o conhecimento. Ruse (2009) argumenta que as ideias de Darwin e mais precisamente do neodarwinismo sobre a adaptação e a evolução natural e aleatória levaram o debate dos princípios epistêmicos não apenas como de origem cultural, mas como parte da nossa biologia ou da herança genética.

Ainda de acordo com Ruse (2009) para alguns filósofos evolucionistas em algum momento da evolução humana, o conhecimento foi uma vantagem adaptativa, logo, a ciência e a tecnologia têm valor adaptativo, “estas afirmações são credíveis e seguramente esta é a razão porque muitos biólogos e filósofos se inclinaram por essa postura” (RUSE, 2009, p. 21). Para outros filósofos, no entanto, a ciência se constrói culturalmente, baseado na concepção de ciência humana e que, portanto, a ciência seria um reflexo da cultura (RUSE, 2009), visto que a ciência é uma atividade com envolvimento sociais, políticos, econômicos e religiosos. Ruse (2009) aponta elementos culturais presentes na teoria de Darwin, como a metáfora e a influência das ideias de ciências sociais e econômicas.

#### 3.5.1.6 Subjetividade <—> Teoria da Evolução:

As revoluções causadas por sua teoria e ética fizeram de Darwin um dos cientistas mais respeitado e admirado. No entanto, não podemos deixar de mencionar que em sua vida, Darwin passou por dificuldades e como as questões subjetivas do naturalista influenciaram na sua teoria. Primeiramente, é importante ressaltar que a escolha de Darwin pela carreira de naturalista ocorreu por causa da sua falta de habilidades e de estudos para a carreira médica, visto que seu pai havia mandado aos dezesseis anos para a Universidade de Edinburgo para estudar medicina. No entanto, Darwin não se dedicava a medicina e quando seu pai constatou que não havia mais jeito o enviou para Cambridge para estudar teologia. Pareceu uma escolha razoável já que naquele tempo todos os naturalistas da Inglaterra eram ordenados por ministros (MAYR, 1999). O que chama atenção nessa parte da vida de Darwin, o fato dele ter enfrentado pressão familiar para se dedicar a carreira de naturalista, além disso, o das dificuldades enfrentadas jovens qualquer estupor dantes.

Outro aspecto interessante refere-se às dificuldades encontradas por Darwin na divulgação e na aceitação de sua teoria. Quando Darwin terminou os primeiros nove capítulos do *Origem das espécies* (1859), recebeu uma carta com um manuscrito do também naturalista Alfred Russel Wallace, onde Wallace havia chegado a mesma teoria da evolução por ascendência comum por meio da seleção natural, muito semelhantes as ideias de Darwin.

Darwin se sentiu pressionado para publicar o quanto antes o seu livro, e rapidamente abandonou a ideia de terminar seu monumental trabalho sobre as espécies e escreveu aquilo que chamou de “resumo”, o seu famoso trabalho, *Origem das espécies (1859)*, (MAYR, 1999). Assim, o relato nos demonstra que a disputa interna pela publicação de uma teoria e pelo reconhecimento é comum na ciência.

Notamos, enfim, que o contexto histórico vivido por Darwin na época da repercussão de sua teoria evolucionista é parte integrante e inseparável da ciência, nessa perspectiva evidenciamos a necessidade de que no ensino de uma teoria científica o professor de ciências utilize uma abordagem histórica que contemple elementos presentes na ciência, como subjetividade, mutabilidade, falibilidade e sua natureza social e humana.

A história da teoria da evolução demonstra aspectos inerentes a toda ciência, os elementos internos que envolvem a ciência (lutas teóricas, o papel da comunidade científica, subjetividade) e os elementos externos (relações políticas, sociais, econômicas e religiosas) são facilmente identificados através de uma abordagem histórica contextualizada.

Portanto, exemplos concretos presentes na abordagem histórica contextualizada da ciência fornecem as bases fundamentais para os estudantes compreenderem a natureza da ciência e do desenvolvimento científico, ademais, a apresentação da construção dos conceitos através da história ajuda no entendimento do conteúdo.

### 3.6 CONTRIBUIÇÕES DE IDEIAS ERRADAS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS SOB UMA VISÃO HISTÓRICA SENSÍVEL AO CONTEXTO

Um elemento fundamental para o sucesso da inserção histórica no ensino de ciências é o *contexto* histórico, ou seja, os professores ao utilizarem uma abordagem histórica precisam manter a integridade do processo histórico por meio da sensibilidade ao contexto (ALLCHIN, 1995). Assim sendo, uma abordagem da história da ciência mais concreta, ou seja, menos partidária possível, contendo os erros e acertos do processo de descoberta e justificação de teorias.

Nesse sentido, a abordagem de ensino sensível ao contexto dos autores do processo de formação e auxiliado por uma adequada participação da história das ciências se caracteriza pela ênfase no contexto integral do processo da pesquisa. Os argumentos a favor dessa abordagem estão no aumento do interesse dos estudantes em razão da conexão entre as questões científicas com as vivências, além da possibilidade de aumento da formação crítica.

Como afirmou Bastos (1998, p. 56): “Enfoques desse tipo têm como objetivo contribuir para que o aluno construa concepções mais elaboradas e realistas acerca da ciência e dos cientistas, concepções essas que possam subsidiar o exercício de uma cidadania consciente e atuante.” Conforme Matthews, 1992:

Uma parte da contribuição do HPS para o ensino de ciências é conectar tópicos em disciplinas científicas particulares, para conectar as disciplinas da ciência com o outro, para conectar as ciências em geral com matemática, filosofia, literatura, psicologia, história, tecnologia, comércio e teologia. E, finalmente, para exibir as interconexões da ciência e da cultura - as artes, a ética, a religião, a política - mais amplamente. A ciência tem desenvolvido em conjunto com outras disciplinas, houve interdependência mútua. Também desenvolveu e é praticado dentro de um plano cultural e social mais amplo. Essas interconexões e interdependências podem ser devidamente exploradas em programas de ciência da escola primária para estudo de pós-graduação (MATTHEWS, 1992, p.5 tradução nossa).

No entanto, o que frequentemente observamos nas aulas de ciências é uma história recortada, na qual se demonstra apenas o sucesso e, com isso, “simplifica a ciência pela simplificação dos seus resultados” (FEYERABEND, 2007, p. 34).

Diferentemente do que o contexto histórico revela nas situações que envolvem a ciência e, portanto, uma compreensão da ciência como uma “atividade humana que se desdobra no tempo, quer dizer, uma empresa imersa no contexto histórico-cultural e que propõe formas próprias para conhecer o mundo natural e social” (ADURIZ-BRAVO e ARIZA, 2012, p.11). Nesta visão, questões sociais, filosóficas, metodológicas, éticas e morais não devem ser isoladas da ciência e acaba por se opor a uma imagem de ciência neutra, ingênua e asséptica (ADURIZ-BRAVO e ARIZA, 2012).

O motivo é que o contexto histórico apresenta de forma mais completa os elementos inerentes à ciência, tanto elementos internos - embates entre teorias, os métodos científicos e o papel da comunidade científica- quanto elementos externos- o caráter social e político da ciência. De acordo com Portocarrero (1994) a história da ciência desenvolve uma noção de ciência contextual, ou seja, como o resultado da interação de fatores sociais e econômicos, exibindo esta como uma “prática mais humana e mais caótica do que se acreditava anteriormente” (PORTOCARRERO, 1994, p. 20) e, assim, em harmonia com a visão de ciência de filósofos como Feyerabend.

Em relação aos elementos internos da ciência, a história das ciências revela que o desenvolvimento científico passa, muitas vezes, por situações de discórdias, nas lutas entre teorias rivais, mas principalmente entre teorias vigentes e as suas candidatas à condição

principal do campo em que se insere (FEYERABEND, 2007; KUHN, 1957). Segundo Kuhn e Feyerabend, os embates históricos entre teorias demonstram que a substituição de uma teoria não ocorre facilmente e não é sucessiva, muito diferente da imagem de uma ciência realizada pelo acúmulo de conceitos que levam inevitavelmente ao sucesso, ou seja, progressiva e linear. Nesse sentido Praia et al (2002) argumenta que:

As teorias científicas, enquanto versões em construção ao longo dos tempos, evidenciam as mudanças e a complexidade das relações entre os conceitos, assim como as próprias visões das comunidades científicas de determinada época. Merecem, pois, um tratamento cuidado no ensino, procurando-se através do exercício da sua construção uma compreensão mais autêntica das dificuldades e dos obstáculos por que passam até se imporem na comunidade científica (PRAIA e et al, 2002, p. 31).

Já os elementos externos presentes no contexto histórico, também se relacionam com os aspectos internos da atividade científica e, assim, denunciam a complexidade da construção do conhecimento científico. Como afirma Feyerabend (2007, p.33):

As condições externas, escreve Einstein, “que são colocadas para o [cientista] pelos fatos da experiência não lhe permitem deixar-se restringir em demasia, na construção de seu mundo conceitual, pelo apego a um sistema epistemológico. Portanto, ele deve afigurar-se ao epistemológico sistemático como um tipo de oportunista inescrupuloso ...” Um meio complexo, contendo desenvolvimentos surpreendentes e imprevistos, demanda procedimentos complexos e desafia uma análise baseada em regras que tenham sido estabelecidas de antemão e sem levar em consideração as condições sempre cambiantes da história.

Assim os elementos externos denunciam a característica social da ciência, muitas vezes oculta. Para Gil-Pérez et al (2001):

É preciso **compreender o carácter social do desenvolvimento científico**, posto em evidência não só através do fato de o ponto de partida, um dado paradigma vigente, ser a síntese dos contributos de gerações de investigadores mas, também, pelo fato da investigação cada vez mais dar resposta a questões colocadas pelas instituições (Bernal, 1967; Kuhn, 1971; Sutton, 19989; Matthews, 1991, 1994 e 1998), nas quais o trabalho de cada um é orientado pelas linhas de investigação estabelecidas, pelo trabalho da equipe de que fazem parte não fazendo sentido a idéia de investigação completamente autônoma. Além disso, o trabalho dos homens e mulheres de ciência - como qualquer outra atividade humana - não tem lugar à margem da sociedade em que vivem mas é, necessariamente, influenciado pelos problemas e circunstâncias do momento histórico, sem que isto faça supor que se caía num relativismo ingênuo incapaz de explicar os êxitos do desenvolvimento científico-tecnológico (Giere, 1988). Do mesmo modo, a

ação dos cientistas tem uma clara influência sobre o meio físico e social em que se insere (GIL-PEREZ, 2001, p.137, grifo do autor).

Nas aulas de ciências essas questões devem ser exploradas de forma aberta, permitindo ao aluno ter uma relação crítica com a ciência, não tendo nem idolatria, nem temor infundado (FREIRE, JR., 2002). Tal postura o auxilia na criticidade e na tomada de decisões sociocientíficas (CONRADO et al, 2013).

Não se trata aqui de uma separação desses elementos (internos e externos), mas de compreender a ciência de maneira mais completa e real, nesse sentido a abordagem histórica deve contemplar todos esses elementos. Como é possível perceber no clássico histórico caso da Revolução Copernicana, que demonstra o embate entre teorias rivais, o papel da comunidade científica, as relações sócio-políticas, culturais e religiosas que influenciou tanto na recusa da teoria quanto, posteriormente, em sua reviravolta, a sua aceitação. Assim a história da ciência, “não consiste simplesmente em fatos e conclusões extraídas de fatos. Também contém ideias, interpretações de fatos, problemas criados por interpretações conflitantes, erros e assim por diante” (FEYERABEND, 2007, p. 33).

Desse modo, uma abordagem contextualizada da história da ciência permite a compreensão adequada do desenvolvimento científico que não é nem linear, nem progressivo. Fornece ao aluno instrumentos conceituais mínimos para compreender o papel da ciência e a própria atividade epistêmica da ciência na sociedade contemporânea (FREIRE Jr. 2002).

Quando não se enfatiza apenas os acertos e o sucesso, mas considera um contexto completo, com todos os seus elementos, aproxima os estudantes da ciência pela compreensão da ciência como uma atividade humana e processual. Nesse sentido, de acordo com Allchin (1995) demonstrar os erros pode ser uma atitude acertada, ao invés de evidenciar apenas os acertos.

### 3.6.1 O ensino dos erros científicos

Os filósofos da ciência, atualmente, descrevem a ciência como uma atividade humana com desenvolvimento mutável e falível, portanto, é aceitável dizer que a ciência comete erros. Contudo, nas aulas de ciências é comum a omissão dos erros científicos ou a simples menção de que a ciência se desenvolve por tentativas e, por conseguinte, não revela a natureza dos erros científicos e não ajuda a desmitificar a visão cientificista da ciência natural. Para tanto, os aspectos humanos da ciência precisam ser expostos.

Contrariamente ao que ocorre nas aulas de ciências, o estudo histórico da ciência que demonstra também os erros pode auxiliar tanto no combate a visão deformada de uma ciência perfeita, quanto amenizar a já identificada crise no ensino de ciências. Assim, de acordo, com Allchin, um autor de referência sobre o erro científico:

A história ajuda a compreender como, primeiro, o contexto de evidência em que as ideias “erradas” foram uma vez consideradas “certas” e, em seguida, como (e por que) tais contextos mudaram. A história, portanto, apresenta como o processo da ciência pode, às vezes, conduzir para as conclusões “erradas”, enquanto também conduzir para ideias “certas”. Abordar o problema do erro historicamente, portanto, é fundamental, pois, contribui para a compreensão da natureza da justificação científica, bem como dos seus limites (ALLCHIN, 1995, p. 8, tradução nossa).

Assim, intermediado por uma abordagem histórica sensível ao contexto, o ensino dos erros científicos pode fornecer os elementos necessários, tanto para o entendimento sobre a ciência quanto para a confiabilidade das afirmações científicas.

Diante desse contexto, falar sobre os erros científicos nas aulas de ciências parece caminhar na direção contrária às concepções ingênuas da ciência, mas em encontro da imagem mais adequada de ciência. Uma vez que, o ensino dos erros científicos pode ser importante para alcançar uma compreensão mais adequada e intelectualmente honesta da natureza da ciência. Nessa perspectiva Allchin afirma:

Se o objetivo é ensinar “como a ciência trabalha”, então, parece igualmente importante ensinar, em algumas ocasiões, como a ciência “não trabalha”. Imagine ensinar as leis e a execução das leis, sem ensinar sobre o crime. Ou remédios sem doenças. É preciso compreender como a saúde pode falhar ou como as leis podem ser quebradas, se se quer entender corretamente como o sistema funciona. Biólogos e engenheiros já estão bastante familiarizados com os casos de perda de função como veículos de pesquisa e para ensinar estrutura e função (Bechtel & Richardson 1993, Petroski 1994). Assim, também é para a natureza da ciência e para a base da confiabilidade das afirmações científicas (ALLCHIN, 2012, p.904, tradução nossa).

Portanto, para um entendimento mais adequado da construção do conhecimento científico é indispensável aprender sobre os erros científicos como parte da ciência.

O erro na ciência pode ser visto de forma preconceituosa, afinal, uma imagem de perfeição da ciência costuma ser preservada e, até mesmo, o erro é considerado uma ferramenta, didática ruim. No entanto, o erro, dentro do contexto histórico, ajuda a desmitificar a ideia de ciência algorítmica e exata, além disso, compreender o que deu errado facilita o entendimento da construção histórica dos conceitos (ALLCHIN, 1995).

Com essa perspectiva de contexto histórico é que Allchin suscita um debate sobre o ensino dos erros científicos, argumentando que os erros são partes inerentes da construção do conhecimento científico e que revela as características da ciência de ser falível, provisória e contingencial.

Allchin indica que o ensino dos erros científicos pode contribuir para o entendimento da natureza da ciência. Em vários dos seus trabalhos (1995, 2001, 2004, 2009, 2012) o autor enfatiza que o erro é comum na atividade científica, porém pouco presente na educação científica. Ainda que se refiram alguns erros dos cientistas, não é suficiente para atingir a natureza de falibilidade da ciência e a tendência, por conseguinte é desculpar as falhas da ciência em nome do progresso da humanidade, como afirma o referido autor:

Somente aludindo para uma potencial falha não é suficiente para desalojar a potente imagem cultural da ciência como uma amálgama de fatos, certeza e incontornável evidência. A mera menção de que a “ciência é tentativa” parece funcionar culturalmente como uma cláusula de escape, desculpando a ciência sempre que não encontrar o ideal, o ideal persiste (ALLCHIN, 2012, p. 905 tradução nossa).

Deste modo, a simples citação do erro científico não o caracteriza na atividade científica e, portanto, para Allchin torna-se necessário compreender a dimensão do erro na ciência e torná-lo explícito no ensino e dessa maneira seu papel de mudança da imagem inadequada da ciência será mais eficiente.

Assim, o papel do erro pode assumir um aspecto positivo para o ensino de ciências, algo já destacado pelo filósofo Gaston Bachelard em seu livro *La formation de l'esprit scientifique*, originalmente publicado em 1947. Nas palavras do autor “erros retificados que caracteriza, a nosso ver, o pensamento científico”. Portanto, para Bachelard o erro deve ser visto de maneira positiva na ciência:

A ideia de partir de zero para fundamentar e aumentar o próprio acervo só pode vingar em culturas de simples justaposição, em que um fato conhecido é imediatamente uma riqueza. Mas, diante do mistério do real, a alma não pode, por decreto, tornar-se ingênua. É impossível anular, de um só golpe, todos os conhecimentos habituais. Diante do real, aquilo que cremos saber com clareza ofusca o que deveríamos saber. Quando o espírito se apresenta à cultura científica, nunca é jovem. Aliás, é bem velho, porque tem a idade de seus preconceitos. Aceder à ciência é rejuvenescer espiritualmente, é aceitar uma brusca mutação que contradiz o passado (BACHELARD, 1996, p.11).

Nesse sentido, a filosofia da ciência de Gaston Bachelard, embora faça do erro uma etapa a ser necessariamente superada, confere ao erro um lugar de relevância para o progresso do conhecimento científico e é este lugar que nos interessa:

Juntos, vamos acabar com o orgulho das certezas gerais e com a cupidez das certezas particulares. Preparemo-nos mutuamente a esse ascetismo intelectual que extingue todas as intuições. que torna mais lentos os prelúdios, que não sucumbe aos pressentimentos intelectuais. E murmuraremos, por nossa vez, dispostos para a vida intelectual: erro, não é um mal.(...) É então que se tem acesso ao erro positivo, ao erro normal, ao erro útil; uma doutrina dos erros normais ajudará a distinguir (BACHELARD, 1996 p.257).

Assim, para Bachelard a atenção ao erro é fundamental para que a ciência progrida e, portanto, precisa ser visto como um aspecto positivo também para o ensino de ciências.

Encontramos em Bachelard e Allchin uma lição sobre o erro para o ensino de ciências no entendimento da natureza da ciência em relação a sua característica de ser falível e imperfeita, soma-se a isso, outro aspecto da ciência: seu caráter humano. Nesse sentido Allchin destaca alguns aspectos do perfil da ciência:

A ciência é uma empresa humana. Alguns cientistas são motivados pela curiosidade ou por uma paixão por resolver problemas, outros por lucro ou ambição. Alguns colaboram; outros competem. O conhecimento desenvolve historicamente. Às vezes, os conceitos mudam dramaticamente. A ciência resolve apenas problemas de fato, não valores. No entanto, a prática da ciência e seus resultados têm dimensões morais (ALLCHIN, 2004, p. 2, tradução nossa).

Entender a ciência como mais uma atividade humana auxilia não apenas no entendimento da natureza da ciência, mas também auxilia na relação crítica e reflexiva dos estudantes com a ciência.

Quantas vezes na história da ciência, o cientista ou o seu grupo de pesquisa erram? Em geral, não são raras às vezes, porém, é raro que tomemos conhecimento desses erros. No entanto, quando o erro recebe a devida atenção se torna parte da atividade científica e, eventualmente até mesmo pode acabar por mostrar-se ser melhor opção do que a teoria que antes foi considerada correta. Isso demonstra a construção dos conceitos. Podemos citar, por exemplo, a atitude “acertada”, *no contexto histórico*, da comunidade científica ao rejeitar a teoria heliocêntrica, defendida por Copérnico e Galileu:

A base do argumento da torre para o paradigma geocêntrico era a força que tinha o realismo, que embora hoje se saiba ter sido ingênuo obtinha sua fundamentação filosófica através de vários elementos, inclusive das observações ofertadas a olho nu (como o movimento visível do Sol). Portanto, além daquelas dificuldades geradas pela força da Igreja nos contextos científicos, havia o próprio apelo a cotidianidade observacional e também em problemas tipicamente inerentes as teorias (Oliveira, 2011, p.47).

A história revela que no embate entre geocentrismo e heliocentrismo os argumentos observacionais dos geocêntricos eram mais plausíveis e possuíam mais apoio empírico. Posteriormente, o geocentrismo se revelou um erro e por outro lado o heliocentrismo que na época havia sido considerado um erro mostrou-se ser a teoria mais adequada. Vários outros exemplos na história também revelam como um estudo historiográfico do erro vem a ser um ótimo recurso para a aprendizagem. Nesse sentido, “estudando como os cientistas estavam errados no passado, vemos o desenvolvimento de ideias corretas e como interpretar a confiabilidade das afirmações hoje” (ALLCHIN, 1995, p. 8).

No entanto, apesar de mais de três décadas de reconhecimento da importância da história das ciências para o ensino de ciências, e da fundamental contribuição de Allchin sobre o papel do erro na educação científica e do grande filósofo da ciência Gaston Bachelard sobre a importância do erro no desenvolvimento científico, ainda existem resistências, principalmente devido à formação dos professores de ciências não contemplar questões históricas e filosóficas (PRAIA e et al, 2002).

Assim, a nossa defesa é em favor de uma abordagem histórica contextualizada que contemple também os erros na ciência, passa por uma formação docente que contemple aspectos da história e filosofia das ciências.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho se propôs a compreender como a história das ciências pode influenciar o ensino de ciências. Por meio de uma metodologia marcada por uma concepção filosófica não empírica, mas basilar para orientar as práticas educacionais, desenvolvemos a pesquisa primeiramente com uma discussão sobre o tipo de abordagem histórica da ciência, passamos para um delineamento do problema da crise no ensino de ciências e por fim discutimos como a história das ciências pode favorecer o ensino e a aprendizagem de ciências.

Ao longo do percurso desse trabalho chegamos os seguintes resultados:

1- Ao fazer uma análise da descrição histórica de Hempel sobre Semmelweis e a febre puerperal do século XIX ficou claro que a história das ciências carrega uma concepção filosófica e pode servir a uma ideologia social, que interfere diretamente no entendimento sobre a natureza da ciência, logo, uma abordagem histórica mais concreta e contextualizada é mais adequada para o ensino de ciências, sendo necessário que o professor de ciências tenha conhecimento sobre o tipo de abordagem histórica.

2-Ao analisar a crise no ensino de ciências foi possível compreender os aspectos que envolvem esse cenário, observa-se que os atores dessa crise extrapolam a sala de aula, e muitos dos problemas estão fora do alcance dos professores de resolver, não que seria um trabalho em vão, mas consciente de suas limitações e dos condicionantes educacionais.

3- Entende-se que a história das ciências, juntamente com a filosofia podem ser minimizadores da crise, mas não salvadores, pois, a história das ciências quando utilizada por uma abordagem histórica contextualizada e filosoficamente embasada enriquece o ensino sobre a ciência, ajuda a alcançar os conceitos científicos mais amplos (conceituais, procedimentais e atitudinais) e auxilia na formação crítica dos estudantes, ademais, melhora a formação do professor de ciências.

4-O exemplo de caso sobre a teoria da evolução utilizado permitiu compreender a relação histórica da teoria com as questões sociais, culturais, econômicas e políticas, onde temos um exemplo mais concreto de como o professor pode trabalhar o assunto de biologia que muitas vezes pode ser entediante ou enfrentar resistência por parte do estudante.

Assim, atendeu-se ao objetivo geral desse trabalho compreendendo melhor como a inserção da história das ciências pode influenciar no ensino de ciências, evidente que essa relação mútua ainda não foi esgotada aqui. Especificamente conseguimos demonstrar que uma abordagem contextualizada da ciência contribui para a formação adequada da imagem de

ciência, sendo uma ferramenta pedagógica eficaz na formação crítica dos estudantes e na aprendizagem dos conteúdos científicos.

Como visto nesse estudo a história e a filosofia das ciências têm sido apontadas por diversos autores como elementos indispensáveis para o entendimento sobre a ciência, portanto, este trabalho é de grande relevância para os estudos acadêmicos principalmente, porque relaciona o tema com a educação em ciências, ajudando a esclarecer como a história das ciências pode favorecer a aprendizagem de ciências e a orientar os professores no planejamento das suas aulas, sendo assim, esse trabalho também contribui para a formação docente.

Ademais, esse estudo possibilitou o meu crescimento pessoal e acadêmico no sentido de aprender a pesquisar, ter uma relação mais crítica com a ciência e a entender sua relação com a sociedade, isso possibilitou mudança de pensamento e atitudes socialmente. Na formação docente este trabalho contribuiu para o aprendizado sobre as demandas, dificuldades, e possíveis ações que posso realizar enquanto professora de Biologia e de maneira consciente orientar minhas práticas pedagógicas, com uma preparação mais adequada para atender as exigências da educação em ciências atualmente, principalmente no que se concerne à compreensão sobre a ciência e conhecimentos históricos e filosóficos que envolvem a ciência, que hoje considero extremamente necessários e indispensáveis para uma formação docente de ciência mais completa.

Diante da dimensão do tema e da pouca ou inadequada inserção da história das ciências nas aulas de ciências torna-se necessário mais estudos e sugerimos a partir dessa pesquisa intervenções pedagógicas com a utilização da história das ciências, seja através do exemplo de caso da teoria da evolução ou até mesmo a utilização das abordagens da história da febre puerperal apresentada nesse estudo como intervenção para melhorar a formação do professor, ajudando no entendimento da abordagem histórica a ser utilizada, ademais um tema importante como esse não deve ser tratado apenas como partes separadas feitas por estudantes na academia, mas deve ser pensada como parte curricular das instituições educacionais tanto superior quanto básica.

## 5. REFERÊNCIAS

ADURIZ-BRAVO, A. y ARIZA, Y. Importância de la Filosofía y de la História de la ciência en la Enseñanza y en el aprendizaje de las ciencias. In: NASR, Z. M.; LEÓN-SÁNCHEZ, R.; DE LEÓN, G. A. D. (Ed.). **Enseñanza de la Ciência**. México: UNAM, 2012.

ALLCHIN, D. How not to teach history in science. In: FINLEY, F.; ALLCHIN, D.; RHEES, D.; FIFIELD, S. (eds.). **Proceedings, Third International History, Philosophy and Science Teaching Conference**. Minneapolis, MN, 1995, p.13-22.

\_\_\_\_\_. **Error and the nature of science**. ActionBioscience, 2004. Disponível em: <[www.actionbioscience.org/education/allchin2.html](http://www.actionbioscience.org/education/allchin2.html)>. Acesso em 16 de novembro de 2017.

\_\_\_\_\_. Teaching the nature of science through scientific errors. **Science Education**. v.96, n.5, p.904-926, Setember 2012.

ALMEIDA, A. V.; FARIAS, C. R.O. A natureza da ciência na formação de professores: reflexões a partir de um curso de licenciatura em ciências biológicas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.16, n.3, p. 473-488, 2011.

ÁVILA, G. C. Uma resenha sobre o livro *The Edge of Evolution* de Michael Behe. In: Revista Brasileira de História. **Resenha**. São Paulo, 2008, v. 28, nº 56, p. 593-596.

BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Tradução de Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996, p. 17-266.

BASTOS, Fernando. O ensino de conteúdos de história e filosofia da ciência. **Ciência & Educação**, v. 5, n. 1, p. 55–72, 1998.

BOAS, A.V.; SILVA, M.R.; PASSOS, M.M.; ARRUDAS, M. História das ciências e Natureza da Ciência: Debates e Consensos. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 30, n. 2: p. 287-322, ago, 2013.

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Brasília: MEC, 1998.

BURNS, G. W; BOTTINO, PAUL J. **Genética**. Guanabara: Koogan, 1991.

CARVALHO, A. M. P. Influência das mudanças da legislação na formação dos professores: As 300 horas de estágio supervisionado. **Ciência & Educação**, v.7, n.1, p.113-122, 2001.

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

COBERN, W.W. The Nature of Science and the Role of Knowledge and Bilief. **Science and Educacion**. V.9, p. 219-246, 2000.

CONRADO, D.M.; SOUZA, M.M.O.; CRUZ, L.M.; NUNES-NETO, N.F.; EL-HANI, C.N. Evolução e Ética na Tomada de Decisão em Questões Sociocientíficas. In: IX CONGRESSO

INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS GIRONA, **Artigo**, 2013, p. 9-12.

CORRÊA, A.L. et al. História e Filosofia da Biologia como ferramenta no Ensino de Evolução na formação inicial de professores de Biologia. **Filosofia e História da Biologia**, v. 5, n. 2, p. 217-237, 2010.

DARWIN, C. **Origem das Espécies**. Por meio da seleção natural. São Paulo: Escala, 1993.

DASTON, L.; GALISON, P. **Objectivity**. New York: Zone Books, 2010.

DEBUS, A. G. A ciência e as humanidades: a função renovadora da indagação histórica. **Sociedade Brasileira de História das ciências**, São Paulo, v. 5, n.3, p. 3-13, 1991.

FEYERABEND, P. **Contra o método**. São Paulo: Ed. UNESP, 2007.

FOUREZ, G. **A construção das ciências. Introdução á filosofia e á ética das ciências**. São Paulo: Universidade Estadual Paulista, 1995.

\_\_\_\_\_. Crise no ensino de ciências? **Investigação em Ensino de Ciências**, v. 8, n. 2, p.109-123, 2003.

FREITAS, L. A teoria evolutiva de Darwin e o contexto histórico. **Instituto de Pesquisa Jardim Botânico**, Rio de Janeiro, v.1, 1998.

FREIRE JR. Olival. A relevância da filosofia e da História das ciências para a formação de professores de ciências. In: SILVA FILHO, W. J.(Org.). **Epistemologia e ensino de ciências**. 1.ed. Salvador: Acádia, 2002. 206p.

GILLIES, D. Hempelian and kuhnian approaches in the philosophy of medicine: the Semmelweis case, 2005. In: OLIVEIRA, M. B. de; FERNANDEZ, B.P.M. **Hempel, Semmelweis e a verdadeira tragédia da febre puerperal**. Scientia e Studia, São Paulo: v. 5, n. 1, p. 49-79, 2007.

GIL-PEREZ, D. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciencia & Educação**, v.7, n.2, p.125-153, 2001.

HAACK, S. Seis sinais de cientificismo. **Logos & Episteme**, v.3, n.1, p. 75-95, 2012.

HEMPEL, C. G. **Filosofia da ciência natural**. 2a ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1974

HODSON, D. Existe um método científico? (Traduzido e adaptado de: “Is there a scientific method?”, Education in Chemistry (1982). **Instrumentação para o Ensino de Química** v.19, p.112 – 116,. QFL 2505 I, 2010.

JAPIASSÚ, H.; MARCONDES, D. **Dicionário básico de filosofia**. 3ªed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2001.

KUHN, T. **La revolución copernicana. La astronomía planetaria en el desarrollo del pensamiento occidental**. Madri: Hyspamerica Ediciones, 1957.

LOPES, A.R.C. Contribuições de Gaston Bachelard ao ensino de ciências. **Enseñanza de las ciencias**, v.11, n.3, p.324-330, 1993.

MAGALHÃES, G. Darwin: fraude ou herói? **Bioikos**, PUC-Campinas, v.12, n.1, p. 55-62, 1998.

MARTINS, ANDRÉ FERRER P. História e Filosofia da Ciência no ensino: Há Muitas pedras nesse caminho. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 24, n. 1: p. 112-131, abr. 2007.

MARTINS, L. A. P. A história da ciência e o ensino de Biologia. **Ciência & Ensino**. v.1, n.5, p. 18-21, 1998.

MARTINS, R. A.; MARTINS, L. A. P.; FERREIRA, R. R.; TOLEDO, M. C. F. **Contágio: história da prevenção das doenças transmissíveis**. São Paulo: Moderna, 1997. Versão online disponível em: <http://www.ghc.usp.br/Contagio>. Acesso em 11 de dezembro de 2017.

MAYR, Ernst. Quem foi Charles Darwin? In: **One Long Argument: Charles Darwin and The Genesis of Modern Evolutionary Thought**. Harvard University Press, 1999. Trad. Antonio Carlos Bandouk.

MOURA, B. A. . O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência? **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 32-46, jun. 2014.

MATTHEWS, M. R **Science teaching: the role of history and philosophy of science**. New York: Routledge, 1992.

\_\_\_\_\_**História, Filosofia E Ensino De Ciências: A Tendência Atual De Reaproximação**. Tradução de Cláudia Mesquita de Andrade. **Cad. Cat. Ens. Fís.**, v. 12, n. 3: p. 164-214, dez. 1995. Tradução de: History, philosophy, and science teaching: The present rapprochement.

\_\_\_\_\_**El movimiento del péndulo: cómo la historia y filosofía de la ciencia pueden enriquecer la enseñanza y promover una educación liberal**. NASR, Z. M.; LEÓN-SÁNCHEZ, R.; DE LEÓN, G. A. D. (Ed.). **Enseñanza de la Ciencia**. México: UNAM, 2012

NUMBERS, RONALDO L. Creacionismo científico e design inteligente. In: SILVA I. **The Cambridge Companion to Science and Religion**. Espanha: Sal e Terra, 2017.

OLIVEIRA, D.G.S. A filosofia de Feyerabend: nem anarquista nem relativista. 2011. **Dissertação** (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências)- Instituto de Física, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

OLIVEIRA, M. B.; FERNANDEZ, B. P. M. Hempel, Semmelweis e a verdadeira tragédia da febre puerperal. **Scientific Studia**. v. 5, n. 1, p. 49-79, 2007.

PICKERING, A. **Constructing Quarks: A sociological History of Particle Physics**. The University of Chicago Press. Chicago, 1984, 468p.

PORTOCARRERO, Vera. **Filosofia, História e Sociologia das Ciências I: Abordagens Contemporâneas**. 20 ed. Rio de Janeiro: Fiocruz, 1994. 272p.

PRAIA, J. F.; CACHAPUZ, A.F.C.; GIL-PÉREZ, D. Problema, teoria e observação em ciência: para uma reorientação epistemológica da educação em ciência. In: *Ciência & Educação*, v.8, nº1, p.127 – 145, 2002.

QUEIROZ, L.F.S.; OLIVEIRA, D.G.S.; SILVA, T.S.; NERI, L.S. A relação entre a história das ciências e a imagem da ciência: o caso da febre puerperal no século XIX. **Revista Kínesis. No prelo, 2018.**

REGNER, A.C.K.P. Uma crítica as reconstruções hipotética-dedutivas do argumento darwiniano no *Origem das Espécies*. **Anais** do 7º seminário nacional de História da ciência e tecnologia. p.343-350, 1993.

ROBERTS, J. H. Reacciones religiosas a Darwin. In: SILVA I. **The Cambridge Companion to Science and Religion**. Espanha: Sal e Terra, 2017.

ROBLES-PIÑEROS, J.; BATISTA, G. S. History of Science as a Didactic Resource to Teach Taxonomy in Secondary School. IHPST THIRTEENTH BIENNIAL INTERNATIONAL CONFERENCE. Rio de Janeiro, 2015.

RORTY, R. **Philosophy and the Mirror of Nature**. Princeton: University Press, 1979.

RUSE, M. Darwin y la filosofía. **Teorema**.v.28, n.2, 2009.

SANCHÉZ –RON. El poder de la ciencia. Historia social, política y económica de la ciencia (siglos XIX yXX) Crítica, Barcelona 2007.

SEMMELWEIS, I. **The etiology, concept, and prophylaxis of childbed fever**. Tradução e Introdução de K. Codell Carter. Wisconsin: University of Wisconsin Press, 1983.

SILVA, M. R.; MATTOS, M.A. Ignaz Semmelweis e a febre puerperal: algumas razões para a não aceitação de sua hipótese. In: **Filosofia e História da Biologia**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 85-98, 2015.